

3 (127) 2019

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

СВАРЩИК^{НТК}

Производственно-технический журнал

№ 3 2019
май - июнь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	4	
Вклад отделов ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс. К 85-летию ИЭС им. Е.О. Патона		
Исследования физико-химических процессов дуговой сварки плавлением. Разработка сварочных материалов. <i>В.В. Головки</i>	6	
Технологии ремонтной наплавки		
Многослойные наплавленные образцы для экспериментальной оценки усталостной долговечности наплавленных деталей. <i>И.А. Рябцев, В.В. Кныш, А.А. Бабинец, С.А. Соловей, И.И. Рябцев, И.К. Сенченков</i>	13	
Технологии ремонтной сварки		
Структурная схема ремонтной сварки. <i>В.И. Панов, С.В. Кандалов</i>	18	
Оборудование для производства		
Ремонт ручных горелок и резаков. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак</i>	21	
Технологии электрошлаковой сварки		
Электрошлаковая сварка заготовки корпуса тягового электродвигателя на ЧАО НПО «Днепропресс». <i>Ю.Н. Ланкин, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, С.А. Тонкошкур, В.Н. Панибратец</i>	28	
Наши консультации	30	
Сварочные материалы		
Электроды Hyundai Welding S-7016.0 - подходящие для сварки труб.	33	
Новинки сварочного оборудования		
Fronius расширяет возможности своей сварочной системы TPS/i с помощью новой серии Steel Edition	34	
Подготовка кадров		
Опыт сотрудничества специалистов Крюковского вагоностроительного завода и Высшего профессионального училища № 7 г. Кременчуг. <i>А.А. Петров, Н.В. Высоколян, Н.Г. Несен, П.П. Проценко</i>	37	
Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Линде 2019»	40	
Выставки		
Календарь выставок на II полугодие 2019 г.	43	
IX специализированная выставка «Металл. Оборудование. Инструмент». <i>А.Р. Дзюбик</i>	44	
Все для сварки. Торговый Ряд	46	

Новини техніки та технологій	4
Вклад відділів ІЕЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес.	
До 85-річчя ІЕЗ ім. Є.О. Патона	
● Дослідження фізико-хімічних процесів дугового зварювання плавленням. Розробка зварювальних матеріалів. <i>В.В. Головка</i>	6
Технології ремонтного наплавлення	
● Багатошарові наплавлені зразки для експериментального оцінювання втомленої довговічності наплавлених деталей. <i>І.О. Рябцев, В.В. Книш, А.А. Бабінець, С.О. Соловей, І.І. Рябцев, І.К. Сенченков</i>	13
Технології ремонтного зварювання	
● Структурна схема ремонтного зварювання. <i>В.І. Панов, С.В. Кандалов</i>	18
Обладнання для виробництва	
● Ремонт ручних пальників та різаків. <i>В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко, С.А. Чумак</i>	21
Технології електрошлакового зварювання	
● Електрошлакове зварювання заготовки корпусу тягового електродвигуна на ПАТ НВО «Днепропрес». <i>Ю.М. Ланкін, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, С.А. Тонкошкур, В.М. Панібратець</i>	28
Наші консультації	30
Зварювальні матеріали	
● Електроди Hyundai Welding S-7016.O - придатні для зварювання труб.	33
Новинки зварювального обладнання	
● Fronius розширює можливості своєї зварювальної системи TPS/i за допомогою нової серії Steel Edition	34
Підготовка кадрів	
● Досвід співпраці спеціалістів Крюківського вагонобудівного заводу та Вищого професійного училища № 7 м. Кременчук. <i>А.А. Петров, Н.В. Високолян, Н.Г. Несен, П.П. Проценко</i>	37
● Міжнародний конкурс зварників «Золотий кубок Лінде 2019»	40
Виставки	
● Календар виставок на II півріччя 2019 р.	43
● IX спеціалізована виставка «Метал. Обладнання. Інструмент». <i>А.Р. Дзюбик</i>	44
Все для сварки. Торговий Ряд	46
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Contribution departments of E.O. Paton EWI in scientific and technological progress. On the 85-th anniversary of E.O. Paton EWI	
● Research of physical and chemical processes of arc fusion welding. Development of welding materials. <i>V.V. Golovko</i>	6
Technologies of repair surfacing	
● Multilayer surfaced samples for the experimental evaluation of the fatigue life of surfaced parts. <i>I.A. Ryabtsev, V.V. Krysh, A.A. Babinets, S.A. Solovey, I.I. Ryabtsev, I.K. Senchenkov</i>	13
Technologies of repair welding	
● Structural scheme of repair welding. <i>V.I. Panov, S.V. Kandalov</i>	18
Equipment for the production	
● Repair of manual torches and cutters. <i>V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko, S.A. Chumak</i>	21
Technologies of electroslag welding	
● Electroslag welding of the body of the traction motor case blank at PJSC NPO "Dneproprress". <i>Yu.N. Lankin, Yu.V. Demchenko, A.A. Moskalenko, V.G. Tyukalov, S.A. Tonkoshkur, V.N. Panibratets</i>	28
Our consultations	30
Welding materials	
● Electrodes Hyundai Welding S-7016.O - suitable for pipe welding	33
New welding equipment	
● Fronius expands its TPS/i welding system using the new Steel Edition series	34
Personnel training	
● The experience of cooperation between specialists of the Kryukovsky railway car building plant and the Higher vocational school № 7 of Kremenchug. <i>A.A. Petrov, N.V. Vysokolyan, N.G. Nesen, P.P. Protsenko</i>	37
● International competition of welders "Gold Cup Linde 2019"	40
Exhibitions	
● Calendar of exhibitions for the II half of 2019	43
● The 9-th specialized exhibition «Metal. Equipment. Tool». <i>A.R. Dzubik</i>	44
All for welding. Trading row	46

Свидетельство о регистрации
КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

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

Издатель Научно-технический комплекс «ІЕС ім. Е. О. Патона» НАНУ

Информационная поддержка:

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

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

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

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

Редактор О. А. Трофимец

Верстка В. Г. Абрамишвили

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

Телефон +380 44 200 53 61, 200 80 18

Тел./факс +380 44 200 80 14

E-mail welder.kiev@mailto.com
trofimits.welder@gmail.com

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

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

Представительство в России Москва, ООО «Специальные сварочные технологии»
В. В. Сипко
+7 903 795 18 49
e-mail: ct94@mail.ru

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать 10.06.2019. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 31027 от 07.06.2019. Тираж 900 экз.

Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2017.

Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© НТК «ІЕС ім. Е. О. Патона» НАНУ, 2017

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

Исследования физико-химических процессов дуговой сварки плавлением. Разработка сварочных материалов.

В.В. Головки

Созданный в 1962 г. отдел исследований физико-химических процессов в сварочной дуге был ориентирован на проведение фундаментальных исследований металлургических процессов в сварочной ванне и термодиффузионных процессов при формировании структуры металла швов с целью создания научной базы для разработки отечественных сварочных материалов. Были проведены разработки в области металлургии сварки, плазменно-дуговых процессов в сварочной дуге, металловедения, структурообразования, токсичности сварочных аэрозолей. В результате создана отечественная индустрия производства сварочных материалов общего назначения, спроектированы и введены в строй цеха по массовому изготовлению высокопроизводительных низкотоксичных электродов для ручной дуговой сварки, порошковых проволок и агломерированных флюсов.

Многослойные наплавленные образцы для экспериментальной оценки усталостной долговечности наплавленных деталей.

И.А. Рябцев, В.В. Кныш, А.А. Бабинец, С.А. Соловей, И.И. Рябцев, И.К. Сенченков

Разработаны конструкция образцов и методики экспериментальной оценки усталостной долговечности многослойных наплавленных образцов при циклическом механическом нагружении. Методики исследований целесообразно использовать для оценки усталостной долговечности различных деталей при выборе материалов, техники и технологии их восстановительной или изготовительной многослойной наплавки.

Структурная схема ремонтной сварки.

В.И. Панов, С.В. Кандалов

Изготовление металлических (сварных, лито-сварных, ковано-сварных) конструкций осуществляется путем обработки заготовок в ходе технологических процессов металлургического, механического, сборочно-сварочного производств, которые могут оказать влияние на свойства основного металла вплоть до эксплуатации конструкции. А дефекты в основном металле или в сварной конструкции могут повлиять на технологию ремонтной сварки.

Ремонт ручных горелок и резаков.

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

В статье представлены в удобном виде материалы нормативно-технической литературы по ремонту ручных горелок и резаков. Использован личный опыт авторов статьи относительно ремонта газопламенной аппаратуры производства ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» и «Донмет». Определены виды ремонта; рассмотрены вопросы приемки аппаратуры в ремонт и порядка его проведения, хранения и выдачи аппаратуры в эксплуатацию. Приведены основные виды дефектов горелок, резаков и их деталей. Разработаны технологические рекомендации при проведении ремонта и даны сведения о материалах, применяемых при ремонте горелок и резаков.

Электрошлаковая сварка заготовки корпуса тягового электродвигателя на ЧАО НПО «Днепропрес».

Ю.Н. Ланкин, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, С.А. Тонкошкур, В.Н. Панибратец

Представлена технология электрошлаковой сварки (ЭШС) продольного шва заготовок корпусов тяговых электродвигателей, а также промышленная установка для ее осуществления, включающая аппарат АД-381Ш и тележку для размещения свариваемого изделия. Правильный выбор способа сварки и оборудования, подготовка и отработка технологии и техники выполнения работ, методика обучения персонала позволили успешно и в срок освоить новый для предприятия способ сварки – ЭШС.

Дослідження фізико-хімічних процесів дугового зварювання плавленням. Розробка зварювальних матеріалів.

В.В. Головки

Створений у 1962 р. відділ досліджень фізико-хімічних процесів в зварювальній дузі був орієнтований на проведення фундаментальних досліджень металургійних процесів у зварювальній ванні та термодифузійних процесів при формуванні структури металу швів з ціллю створення наукової бази для розробки вітчизняних зварювальних матеріалів. Були проведені розробки в галузі металургії зварювання, плазмово-дугових процесів в зварювальній дузі, металловедения, структуроутворення, токсичності зварювальних аерозолів. В результаті створена вітчизняна індустрія виробництва зварювальних матеріалів загального призначення, спроектовано та введено в стрій цеха з масового виготовлення високопродуктивних низькотоксичних електродів для ручного дугового зварювання, порошкових дротів та агломерованих флюсів.

Багатошарові наплавлені зразки для експериментального оцінювання втомленої довговічності наплавлених деталей.

І.О. Рябцев, В.В. Кныш, А.А. Бабинець, С.О. Соловей, І.І. Рябцев, І.К. Сенченков

Розроблено конструкція зразків та методики експериментального оцінювання втомленої довговічності багатошарових наплавлених зразків при циклічному механічному навантаженні. Методики досліджень доцільно використовувати для оцінки втомленої довговічності різних деталей при виборі матеріалів, техніки та технології їх відновлювального або виготовлювального багатошарового наплавлення.

Структурна схема ремонтного зварювання.

В.І. Панов, С.В. Кандалов

Виготовлення металевих (зварних, лито-зварних, кувально-зварних) конструкцій здійснюється шляхом обробки заготовок в ході технологічних процесів металургійного, механічного, збірно-зварювального виробництв, які можуть впливати на властивості основного металу аж до експлуатації конструкції. А дефекти в основному металі або в зварній конструкції можуть вплинути на технологію ремонтного зварювання.

Ремонт ручних пальників та різаків.

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

У статті представлено у зручному вигляді матеріали нормативно-технічної літератури з ремонту ручних пальників та різаків. Використано особистий досвід авторів статті відносно ремонту газополуменової аппаратури виробництва ТОВ «НІІПТмаш-Дослідний завод» та «Донмет». Визначено види ремонту; розглянуто питання приймання апаратури до ремонту та порядку його проведення, зберігання та видачі апаратури в експлуатацію. Приведено основні види дефектів пальників, різаків та їх деталей. Розроблено технологічні рекомендації при проведенні ремонту та подано відомості про матеріали, що застосовуються при ремонті пальників і різаків.

Электрошлаковое зварювання заготовки корпусу тягового электродвигуна на ПАТ НВО «Днепропрес».

Ю.М. Ланкин, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, С.А. Тонкошкур, В.М. Панибратец

Представлено технологію електрошлакового зварювання (ЕШЗ) подовжного шву заготовок корпусів тягових електродвигунів, а також промислова установка для його здійснення, що включає апарат АД-381Ш та візок для розміщення виробу, який буде зварюватись. Правильний вибір способу зварювання та обладнання, підготовка та відпрацювання технології і техніки виконання робіт, методика навчання персоналу дозволили успішно і в строк освоїти новий для підприємства спосіб зварювання – ЕШЗ.

TPS/i Steel Edition – новая серия сварочных систем для сварки стальных конструкций

Компания Fronius запускает новую линейку сварочных систем TPS/i Steel Edition, разработанных специально для сварки стальных конструкций. Пакет Steel Edition включает в себя более 100 программ, которые предусматривают соответствующее решение для каждого применения, в т. ч. с нержавеющей, низколегированными сталями, наиболее распространенными газами и смесями (сплошными и порошковыми проволоками до 1,6 мм), толщиной материала 1-50 мм.

Пакет включает в себя основные программы PCS - pulse controlled spray arc. Программы объединяют преимущества импульсного и струйного переноса металла, в результате чего стабилизируется процесс переноса металла в среднем диапазоне мощности (диапазоне переходной дуги). Процесс плавного перехода от импульсной к струйной дуге подавляет образование сварочных брызг и рекомендуется к применению особенно при сварке в узкую разделку, при сварке угловых швов и выполнении корневых проходов с глубоким проплавлением.

Преимущества PCS: минимизация трудозатрат на подготовку сварного шва; высокая производительность; более высокая скорость сварки; меньше объем послесварочной обработки.

Программа Universal позволяет экономить время: простые сварочные программы для стандартных сварочных работ по сварке стали с легко контролируемой дугой.

Программа Steel Dynamic для концентрированной и гибкой дуги, в результате которой достигается глубокое и узкое проплавление, а также повышается скорость сварки.

Программа Steel ROOT для мягкой и стабильной короткой дуги, создающей хорошо управляемую, стабильную ванну. Безупречная сварка корня шва без подложки и отличная сварка по зазору.

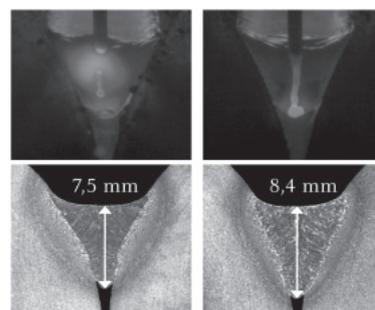
В сварочных системах TPS/i Steel Edition предусмотрена возможность подключения к системе мониторинга, контроля и управления сварочным производством WeldCube, а также возможность дооснащения опциями и программами для работы с другими материалами.



TPS/i Steel Edition

импульсная

струйная



Характеристика PCS

www.fronius.com

●#1826

Комплекс для электродуговой металлизации КЭМ-1

Комплекс КЭМ-1 предназначен для нанесения антикоррозионных покрытий способом газотермического напыления согласно ГОСТ 9.304-87. Он позволяет производить работы с целью восстановления изношенных поверхностей, декоративной отделки и т. д.

Принцип работы КЭМ-1 заключается в расплавлении двух проволочных электродов электрической дугой, образующейся между ними, и распылении жидкого металла струей сжатого воздуха. Подача проволоки производится с помощью двух механизированных электроприводов. Металлические частицы, попадая на покрываемую поверхность, сцепляются с ней и образуют сплошное покрытие, при этом толщина наносимого слоя регулируется числом проходов металлизатора и скоростью его перемещения относительно поверхности, подлежащей металлизации.

ПРИМЕРЫ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

До нанесения покрытий



После нанесения покрытий

Фрагмент опоры высоковольтной линии электропередач (покрытие цинком)

Фрагмент огневой части твердотопливного котла (покрытие алюминием)

Работа металлизаторщика

promavtosvarka.com.ua

●#1827

www.welder.stc-paton.com

Станок лазерной резки металла LTC75

Станок лазерной резки металла LTC75 предназначен для резки металлических листов по двум координатам. Система обеспечивает высокопроизводительный и качественный контурный раскрой листового металла без образования скрапа на кромке реза.

В установке лазерной резки металла серии LTC75 используется оригинальная конструкция выкатного стола, позволяющая осуществлять простой доступ к обрабатываемой детали без уменьшения производительности.

В лазерном станке серии LTC75 используется прецизионный линейный привод порталного механизма, что в совокупности с высокоточными направляющими позволяет получать высочайшую точность и динамику обработки, а также гарантирует стабильность этих характеристик на протяжении всего срока службы лазерного комплекса. В установках используется иттербиевый волоконный лазерный источник, гарантирующий малое потребление энергии, благодаря высокой эффективности активного элемента. Лазерный луч отличается высоким качеством и высокой плотностью энергии. Он не требует оптического пути, т. к. луч поступает от источника в зону резки через оптоволоконное соединение.

Преимущества: скорость резки на 60-100 % быстрее, чем у CO₂-лазера; на 70 % меньшее энергопотребление; не требуется лазерных газов; в конструкции отсутствуют подвижные части; есть возможность обрабатывать цветные металлы; высокая надежность.

Программное обеспечение станка позволяет осуществлять загрузку, обработку и выполнение заданий, а также осуществлять загрузку и обработку заданий в форматах распространенных CAD систем или G-кодах.

Программное обеспечение позволяет производить самодиагностику системы в процессе работы, выявлять неисправности и предупреждать их появление.

Станок лазерной резки LTC75 оснащен системой слежения за поверхностью, где используется бесконтактный емкостной датчик положения, с широкой частотой пропускания. Отслеживание начинается автоматически перед циклом резки.



Основные технические характеристики LTC75:

Тип лазерного источника	иттербиевый волоконный
Диаметр пятна сфокусированного излучения, мм	0,07-0,15
Мощность лазерных источников, Вт	500, 700
КПД лазерного источника, не менее, %	30
Размеры поля обработки, мм	3000x1500
Максимальная скорость перемещения по линейным координатам, м/мин	80
Характеристика питающей сети	~380±18%; 50Гц; 3-фазы
Мощность потребления лазерного станка, Вт	до 0,5 (для лазера 500)
Масса, кг	3000

www.aramis.com.ua

●#1828

Семинар «Автоматизация и механизация сварки»

16 мая 2019 г. в Технологическом центре ООО «Фрониус Украина» состоялся технический семинар на тему «Автоматизация и механизация сварки».

В рамках семинара были рассмотрены следующие вопросы:

- системы для автоматизации сварки и наплавки;
- оборудование для орбитальной сварки;
- компоненты малой механизации процессов сварки;
- новая продукция Fronius Automation.

Благодаря наглядной демонстрации различных типов оборудования представители более двадцати крупных производственных предприятий со всей Украины имели возможность наглядно увидеть очевидные преимущества при использовании сварочных систем компании Fronius.



www.fronius.ua

●#1829

Исследования физико-химических процессов дуговой сварки плавлением. Разработка сварочных материалов

В.В. Головки, д.т.н., отдел № 10, ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Несмотря на все увеличивающиеся объемы применения неметаллических материалов, применение сплавов железа в промышленности сохраняет приоритетные позиции, и это связано с тем, что их возможности далеко не исчерпаны. Если учесть, что теоретическая прочность чистого железа составляет 15 000 МПа, а основная масса применяемых в настоящее время сталей относятся к категории прочности 500-700 МПа, и только в редких случаях до 2 000 МПа, то можно с уверенностью сказать, что у сплавов железа есть еще большие перспективы для дальнейшего развития и совершенствования. Продолжаются исследования, направленные на повышение комплексных служебных характеристик сталей и работы по созданию новых сварочных материалов, способных отвечать по уровню свойств сварных швов основному металлу. Разработка таких материалов должна строиться на основе создания механизмов управления структурой металла швов на всех уровнях – от зарождения и роста первичных кристаллов до формирования вторичной структуры.

В 1958 г. в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ была создана под руководством И.К. Походни лаборатория электродных материалов, в 1962 г. преобразованная в отдел № 10 научных исследований физико-химических процессов в сварочной дуге, металлургических процессов в сварочной ванне и термодиффузионных процессов при формировании структуры металла швов. Работы, проведенные в этом направлении, позволили изучить закономерности кинетики плавления и переноса электродного металла, распределения температуры в каплях электродного металла, процессы теплообмена между дугой и расплавленным металлом на торце электрода, процессы абсорбции газов расплавленным металлом в условиях дугового разряда и закономерности распределения водорода и азота в сварочной ванне при непрерывном движении границы раздела жидкой фазы и кристаллизующегося металла. Установлены закономерности влияния режимов сварки, типа и композиции электродного материала, плотности и полярности тока на температуру капель, времени взаимодействия капель с окружающей газовой средой, закономерности процессов абсорбции и десорбции газов, что позволило с новых позиций подойти

к практической разработке электродных материалов нового поколения.

Результаты этих исследований стали теоретической базой для создания многих марок прогрессивных низкотоксичных и высокопроизводительных сварочных электродов, характеризующихся благоприятными сварочно-технологическими свойствами, обеспечивающими резкое снижение выделения вредных веществ и хорошие механические свойства металла швов. Благодаря объединению усилий специалистов ИЭС им. Е.О. Патона, проектировщиков и производственников удалось в короткие сроки решить важную народнохозяйственную задачу – обеспечить страну первоклассными низкотоксичными электродами. В 1971 г. работа «Коренное улучшение условий труда и повышение производительности при сварке покрытыми электродами и их производстве» удостоена Государственной премии СССР. Среди лауреатов – сотрудники ИЭС им. Е.О. Патона – И.К. Походня (руководитель), А.Е. Марченко, И.Р. Явдошин, А.М. Бейниш (рис. 1).

В 1959 г. в Институте коллективом сотрудников под руководством И.К. Походни был разработан первый промышленный образец порошковой проволоки, не требующей дополнительной защиты расплавленного металла. В последующие годы выполнены исследования технологии изготовления порошковой проволоки различных видов. Изучение совместной деформации сплошных и сыпучих тел, силовых условий при различных схемах

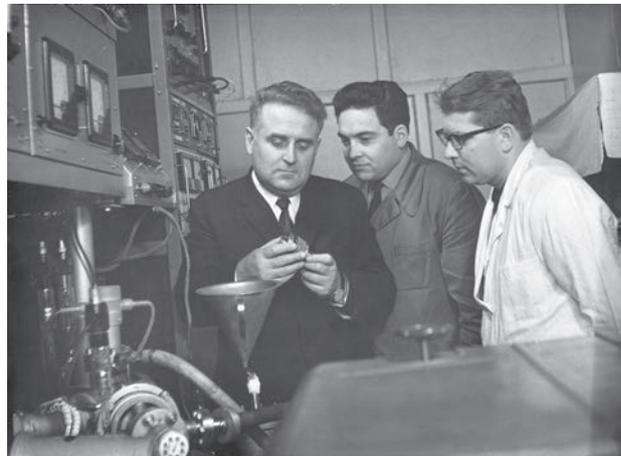


Рис. 1. Разработчики низкотоксичных электродов массового применения, слева - направо: И.К. Походня, А.Е. Марченко, И.Р. Явдошин

обработки и построения технологического процесса, позволило создать научные и инженерные основы промышленной технологии изготовления. С этой целью были исследованы особенности тепло- и массообмена, твердофазного взаимодействия составляющих сердечника порошковой проволоки при нагреве, разработаны методы регулирования скоростей плавления оболочки и сердечника проволоки, предложены методы предупреждения пористости швов. Была изучена кинетика плавления и переноса электродного металла, установлены особенности окислительно-восстановительных реакций взаимодействия между металлом, шлаком и газовой фазой, предложены методы управления этими процессами, обеспечивающие удаление продуктов реакций из сварочной ванны, оптимальное легирование металлической матрицы, высокую сопротивляемость сварных соединений зарождению и распространению трещин. В результате проведенных исследований создан ряд самозащитных порошковых проволок различного назначения, характеризующихся оригинальными композициями и конструкциями оболочки.

Разработка самозащитных порошковых проволок явилась новым шагом в технике и технологии сварочного производства. Их применение позволило решить проблему механизации сварочных процессов на монтаже, в открытых цехах, в полевых условиях, на стапелях. Морские регистры Lloyd Register of Shipping (Великобритания), Bureau Veritas (Франция), American Bureau of Shipping (США), Germanischer Lloyd (ФРГ), Речной и Морской регистры СССР разрешили применение этих проволок при изготовлении ответственных корпусных конструкций морских и речных судов, что повысило производительность сварки. Порошковые проволоки двухслойной конструкции удостоены Золотой медали на выставке «Сварка-75» в Брно (ЧССР).

Для организации изготовления высококачественных порошковых проволок были разработаны конструкции агрегатов, устройств и приборов для оснащения технологических производственных линий, в частности формующих устройств, дозаторов шихты непрерывного действия, агрегатов обезжиривания, сварки и намотки стальной ленты, установок непрерывного съема проволоки, приборов контроля и мониторинга заполнения проволоки шихтой. ОКТБ ИЭС им. Е.О. Патона выполнил конструкторские разработки специализированных типов оборудования для формовки порошковых проволок различных конструкций (вальцеванных и бесшовных), дозирующих устройств для заполнения стальной оболочки шихтой, устройств для непрерывного съема порошковой проволоки с волоочильных станов, установок и оснастки для обезжиривания холоднокатаной ленты, сварки лент, смесителей шихты и др. технологического оборудования. Пилотные образцы оборудования и головные промышленные установки изготавливал ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона. Разработки Института передавались предприятиям-изготовителям оборудования. На Алма-Атинском заводе тяжелого машиностроения было освоено промышленное производство комплектных технологических линий изготовления порошковых проволок, которыми оснащались строящиеся производства. В 1978 г. работа «Создание, организация массового производства и внедрение новых материалов (порошковых проволок) для механизированной сварки, обеспечивающих повышение производительности труда и качества сварных конструкций», ведущими исполнителями которой были сотрудники отдела (рис. 2), удостоена Государственной премии СССР. Высокий уровень разработок сварочных порошковых проволок, технологии изготовления проволок и производственного оборудования получил призна-



Рис. 2. Лауреаты Госпремии СССР – создатели порошковых проволок, слева-направо: И.И. Фрумин, А.М. Суптель, И.К. Походня, В.Н. Шлепаков, В.Ф. Альтер

ние во многих зарубежных странах. Поставка документации, оборудования и освоение технологий по разработкам ИЭС им. Е.О. Патона выполнялись на основе лицензионных соглашений и контрактов с более чем десятком предприятий, фирм и организаций многих стран мира (Франции, ФРГ, США, КНР, Японии, Аргентины, ЧССР и др.).

В 1965 г. под руководством Б.Е. Патона начались работы по созданию способов сварки и оборудования для сварки в космических условиях. Сотрудники отдела физико-химических процессов в дуге принимали активное участие в выполнении комплексных исследований поведения жидкого металла при дуговой сварке в условиях изменяющейся гравитации и особенностей дугового разряда между плавящимися электродами в вакууме. Был разработан оригинальный способ дуговой сварки в вакууме и невесомости. Испытание этого способа вошло в программу первого в мире технологического эксперимента – сварки в космосе, осуществленной в 1969 г. летчиком-космонавтом В.Н. Кубасовым на космическом корабле «Союз-6». Результаты исследований опубликованы в сборниках «Космическое материаловедение и технологии» (1977) и «Космос: технологии, материаловедение, конструкции» (2000).

Исследования основных закономерностей формирования металла шва, легирования, кристаллизации сварочной ванны в условиях искусственного охлаждения поверхности шва и изменяющегося пространственного положения ванны, выполненные сотрудниками отдела, позволили создать прогрессивную технологию, оборудование для дуговой сварки неповоротных стыков труб с использованием самозащитной порошковой проволоки. Принудительное формирование сварного шва дало возможность повысить производительность работ по сравнению с ручной дуговой сваркой в 3-6 раз. Были разработаны системы легирования металла шва, созданы новые порошковые проволоки, определены оптимальные параметры процесса сварки, обеспечивающие получение высоких механических свойств сварных соединений труб, используемых для сооружения магистральных трубопроводов, а также внедрена промышленная технология и освоено производство сварочной порошковой проволоки для трубопроводного строительства.

ИЭС им. Е.О. Патона, ОКБ ИЭС, Каховский завод электросварочного оборудования создали специализированный комплекс оборудования «Стык» для сварки неповоротных стыков труб диаметром 1220-1420 мм. Технология автоматической сварки трубопроводов с применением комплексов «Стык» широко использовалась при строительстве ряда магистральных газопроводов. В 1983 г. за работу «Комплекс исследований, проектно-конструкторских и технологических работ по созданию и вне-

дрению прогрессивной технологии дуговой сварки и оборудования (комплекс «Стык») для технического перевооружения сварочного производства при сооружении магистральных трубопроводов» присуждена Премия Совета Министров СССР.

Металлургические аспекты использования методов легирования и микролегирования металла швов при сварке низколегированных сталей достаточно глубоко изучены, однако, насущной остается проблема исследования и разработки систем микролегирования металла шва через сварочный материал, которые позволят получить мелкозернистую структуру металла швов без образования пленочных и остроугольных выделений на границах зерен, что должно способствовать повышению вязко-пластичных свойств сварных соединений при достижении необходимых показателей прочности. Поэтому, одним из основных направлений работ, проводящихся в отделе, является развитие представлений и закономерностей влияния микролегирования с использованием металло-минеральных комплексов, вводимых в сварочную ванну вместе с шлакообразующими компонентами с помощью сварочных материалов, на структурообразование и повышение показателей свойств сварных соединений высокопрочных низколегированных сталей, создание сварочных материалов и технологии сварки, соответствующие современным требованиям производства металлоконструкций. Решение указанных проблем является актуальным и важным направлением исследований и разработок, которые выполнялись в рамках научных программ ведомственного и целевого заказов НАН Украины, включавших исследования процессов структурообразования при комплексном легировании и микролегировании, их влияние на показатели механических свойств металла сварных соединений, разработку составов сварочных материалов и испытания разработок в промышленных условиях.

Конкурентоспособность современных материалов для дуговой сварки в значительной степени определяется их сварочно-технологическими и санитарно-гигиеническими показателями. Именно в этом направлении ведутся работы ведущими зарубежными фирмами-производителями – «ESAB» (Швеция), «Lincoln Electric» (США), «Böhler» (Австрия), направленных на модернизацию сварочных материалов с целью повышения их конкурентоспособности и проникновения на рынки постсоветских стран. Чтобы противостоять этому натиску, необходимо иметь разработки отечественных материалов с высоким уровнем, как технических характеристик, так и санитарно-гигиенических показателей. Достичь результатов по этим направлениям возможно только на базе детального изучения металлургических процессов, происходящих при дуговой сварке, и, в первую очередь, процессов плавления и переноса электрод-

ного металла, испарения и конденсации элементов и соединений с расплавов металла и шлака.

Комплексный подход к рассмотрению вопросов, связанных с особенностями развития металлургических процессов при дуговых методах сварке в жидкой и газовой фазах, способствовал созданию материалов с повышенной способностью к рафинированию металла швов по сере, фосфору, неметаллическим включениям. Большое внимание специалисты отдела уделяют изучению образования и распределения неметаллических включений в металле, их влияния на формирование структуры сварных швов. На основе анализа указанной проблемы была сформулирована физико-металлургическая модель, описывающая процессы образования и роста включений. Эта модель, построенная на основании термо-кинетических расчетов, предусматривает образование включений в расплавленном металле сварочной ванны и их дальнейший рост в областях твердо-жидкого состояния, формирующихся в междендритных пространствах в процессе охлаждения металла шва. Математическое описание данных процессов, построенное на оригинальных методах совместного решения системы алгебраических уравнений, позволило разработать компьютерную программу, предназначенную для численного исследования влияния особенностей протекания окислительно-восстановительных реакций в сварочной ванне на содержание и морфологию неметаллических включений в металле сварных швов. Для количественного выражения окислительной способности сварочных материалов использовали данные об их кислородном потенциале. Для этих измерений применительно к условиям существования сварочной ванны адаптировали метод определения кислородного потенциала расплавов и шлаков, применяемый в черной металлургии. На основе лабораторных исследований с использованием методов масс-спектрологии была создана численная модель, позволяющая прогнозировать изменение величины кислородного потенциала сварочных материалов в зависимости от их состава.

Известно, что на формирование в металле сварных швов структурных составляющих с повышенной стойкостью против хрупкого разрушения положительное влияние оказывают неметаллические включения типа алюмосиликатов и оксидов титана. Численное моделирование с использованием разработанных программ позволило определить направления создания сварочных материалов, обеспечивающих получение металла швов с оптимальным уровнем объемной доли неметаллических включений прогнозируемого состава. Испытания разработанных сварочных материалов в условиях ИЭС им. Е.О. Патона, а также на промышленных предприятиях и исследовательских центрах Украины и России показали обоснованность предложенных расчетных моделей.

Специалистами отдела в последнее время выполнен комплекс металлургических, металлографических и технологических исследований, позволивших определить условия формирования литой структуры швов при инокулировании жидкой ванны тугоплавкими добавками и их реакции, как второй фазы, на кинетику роста первичных дендритов. Было показано, что содержание включений и выделения второй фазы существенно ограничивают рост зерна. Этому способствуют элементы, образующие труднорастворимые примеси типа устойчивых карбидов (титан, ванадий, цирконий, ниобий), оксидные включения, не растворимые в аустените. По мере того как размер зерен или частиц становится все меньше и меньше, все большая часть атомов оказывается на границах или свободных поверхностях.

Благодаря тому факту, что доля поверхностных атомов в ультрадисперсных материалах составляет десятки процентов, ярко проявляются все особенности поверхностных состояний, и разделение свойств на «объемные» и «поверхностные» приобретает в какой-то степени условный характер. Дисперсные инокулянты, способствуют снижению размера зерен и росту количества межзеренных границ, что играет определяющую роль в формировании физических и механических свойств кристаллизующегося металла. Поэтому в проведенных экспериментальных исследованиях и разрабатываемых структурных моделях значительное внимание уделялось как самим дисперсным материалам экзогенного происхождения и инокулированным образованиям, так и границам зерен микроструктуры, образующегося под их влиянием.

В результате проведенных исследований было установлено, что наноразмерные неметаллические включения являются неизменной составляющей микроструктуры металла сварных швов. Они могут быть внесены в сварочную ванну в виде высокотемпературных соединений через сварочные материалы или образовываться в результате металлургических реакций в сварочной ванне. Данные включения активно участвуют в металлургических реакциях, как в сварочной ванне, так и в кристаллизующемся металле, и во многом определяют условия формирования микроструктуры металла сварных швов. Наличие в сварочной ванне достаточного количества неметаллических включений, сопоставимых по своим размерам с зародышами кристаллизующегося металла, способствует формированию мелкозернистой первичной структуры сварного шва. Показано, что, в зависимости от своего химического состава, нановключения, расположенные в теле аустенитных зерен, могут ускорять или замедлять диффузию углерода в процессе перекристаллизации и влиять, за счет этого, на образование ферритной фазы в виде верхнего или нижнего бейнита. Установлено влияние ликвации тугоплавких

инокулянтов в процессе кристаллизации на границах аустенитных зерен на подавление образования зернограничного феррита и интенсификацию процесса зарождения внутризеренного феррита за счет снижения межфазной энергии.

С целью повышения устойчивости сварных соединений высокопрочных низколегированных (ВПНЛ) сталей против хрупкого разрушения проведено экспериментальное исследование путей снижения потенциального содержания водорода в сварочных материалах (покрытых электродах, порошковой проволоки, агломерированных флюсах). Выполнены исследования физико-химических свойств смесей порошковых материалов с применением методов комплексного термического анализа и масс-спектрометрии газовой фазы при динамическом нагревании от 30 до 1500 °С, позволившие оценить степень развития термохимической реакции деструкции в модельном порошковом композите с выделением газов, а также развитие реакций окисления, образования комплексов и плавления смесей с образованием первичного расплава шлаковой и металлической фаз.

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии проведена оценка затрат тепла на процессы нагрева и плавления порошковых смесей, и эндотермические и экзотермические эффекты, сопровождающие эти процессы. При нагревании и плавлении порошковых смесей эндотермические процессы деструкции минеральных материалов, удаления влаги и плавления, совмещаются с экзотермическими эффектами окисления металлических составляющих и образования соляно-оксидных комплексов, влияющих на общий характер и температурный интервал интенсивного хода реакций. Регулирование состава порошкового композита с учетом взаимного влияния его компонентов при нагревании позволяет управлять процессами плавления сварочного материала.

Выявлено существенное влияние комплексных лигатур на основе алюминия, лития, магния и кальция, которые вводятся в сварочный материал, на ход процессов шлако- и газообразования, и расход тепла при их нагревании и плавлении. Полученные результаты использованы для гомогенизации процессов и уменьшения затрат энергии на плавление присадочного материала, особенно для условий скоростного плавления, характерного для порошковых проволок малого диаметра.

Процессы дуговой сварки сопровождаются образованием токсичных аэродисперсных частиц размером от 0,005 до 20 мкм, названных сварочными аэрозолями, представляющими опасность для здоровья человека и окружающей среды. Размер и форма указанных частиц определяют место их дальнейшего размещения в дыхательном тракте. Кроме этого, биологическая активность ингалиро-

ванных частиц сварных аэрозолей, как и др. слабо растворимых веществ, зависит от их плотности, размера, формы и удельной поверхности. Отсюда следует актуальность исследований по построению математических моделей, позволяющих установить соотношения между характеристиками частиц сварного аэрозоля, распределением их по размеру и параметрам дуговой сварки.

С помощью диффузионного аэрозольного спектрометра ДАС 2702 впервые показана динамика изменения размеров и количества частиц твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА) в течение 15-20 мин с момента их образования. Проведены исследования, в результате которых было установлено, что субмикроскопические частицы ТССА (размер до 40 нм), которые образовались в результате конденсации паровой фазы, коагулируют и увеличиваются в размере до 180-200 нм и более. Исходя из результатов физико-химических исследований и вычислительных экспериментов, были созданы математические модели, позволившие адекватно прогнозировать процессы образования сварных аэрозолей для различных видов дуговой сварки плавлением и, в частности, сварки покрытыми электродами и порошковой проволокой. На базе компьютерного моделирования и лабораторных исследований разработаны покрытые электроды АНО-39 общего назначения для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей с более благоприятными, по сравнению с существующими отечественными и зарубежными марками электродов, санитарно-гигиеническими показателями.

По данным наших исследований, химический состав ТССА в основном зависит от содержания в сварочном материале компонентов, характеризующихся высокой упругостью паров (марганца, щелочных металлов, фтористых соединений и т. п.), а также от компонентов создаваемого в результате плавления шихтовой композиции шлака. Данная характеристика влияет на интенсивность поступления в аэрозоль соединений щелочных и щелочно-земельных металлов. Показано, что снижение содержания карбонатов магния, целлюлозы и т. п., а также алюмосиликатов калия и натрия (жидкое стекло, слюда, полевой шпат и т. д.) способствуют указанному результату. Полученные результаты были реализованы при создании электродов для сварки ВПНЛ сталей, при разработке которых, с целью повышения устойчивости сварных соединений против хрупкого разрушения, проведен комплекс физико-химических исследований процессов дегидратации щелочных силикатов и предложен оптимальный состав комплексного связующего электродных покрытий, обеспечивающий минимальное содержание водорода в наплавленном металле и высокую стойкость покрытия против адсорбции атмосферной влаги.



Рис. 3. Сотрудники отдела «Исследования физико-химических процессов в сварочной дуге»

С целью повышения уровня сварочно-технологических свойств отечественных электродов разработан комплекс технологических мероприятий по надежному обеспечению снижения уровня разнотолщины электродного покрытия, как за счет оптимизации характеристик и состава жидкого стекла, зернового состава наполнителей покрытия, так и оптимизации конструкционных и технологических аспектов изготовления электродов.

Результаты исследований, выполненных на основе идей, предложенных сотрудниками отдела в течение последних лет, реализованы при создании серии современных сварочных материалов, среди которых низкотоксичные электроды АНО-12, АНО-13, АНО-21, АНО-36, АНО-37, АНО-39, электроды типа Е696 М по ДСТУ ГОСТ 18275: 2008 для сварки тяжело нагруженных конструкций из ВПНЛ сталей, не имеющих отечественных аналогов и находящихся на уровне лучших зарубежных аналогов.

Разработаны и проверены экспериментально-технологические мероприятия контролируемой термической обработки сырьевых материалов и шихты, показана перспективность внедрения предлагаемой технологии для порошковых композиций шихты сварочных материалов с целью снижения содержания водорода в металле швов до сверхнизкого уровня. Предложена новая технологическая схема обработки поверхности порошковой проволоки комплексом масел и защитных паст в процессе волочения, позволяющая существенно уменьшить количество остаточного масла на поверхности проволоки и защитить ее поверхность от коррозии при хранении и использовании проволоки. Комплекс технологических мероприятий внедрен на ГП «ОЗСМ ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ».

Проведен комплекс работ по усовершенствованию оборудования и технологии производства порошковой проволоки малых диаметров в условиях ГП «ОЗСМ ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ». Изготовлены опытно-промышленные партии порошко-

вых проволок для сварки низколегированных сталей повышенной и высокой прочности следующих типов по международному стандарту ISO 18276; ISO 18276-A – Т 62 2 Мп2.5NiМоР М 2 Н5 и ISO 18276-B – Т 69 4 Т1 1 М АN4М1 Н5. Испытания порошковых проволок подтвердили соответствие требованиям технической документации, национальным и международным стандартам на порошковые проволоки для сварки сталей повышенной и высокой прочности в среде защитных газов.

Разработана нормативно-технологическая документация, технические условия и инструкции по изготовлению новых марок сварочных материалов в условиях промышленных производств. Подготовлена базовая технологическая документация по сварке низколегированных сталей обычной и высокой прочности категории от Т 55 до Т 69 по международным стандартам ISO 17632 и ISO 1826.

На протяжении всей истории существования отдела большое внимание уделялось подбору талантливой молодежи. Среди сотрудников отдела – выпускники КПИ и Московского физико-технического института, Киевского университета им. Т.Г. Шевченко, Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, а также Донецкого, Запорожского и Приазовского технических университетов.

В отделе подготовлены 38 кандидатов наук, шесть из которых стали докторами наук. В настоящее время в отделе работают два доктора, 9 кандидатов наук и 15 инженерно-технических работников (рис. 3). Многие наши сотрудники стали руководителями предприятий, государственными служащими, преподают в вузах, работают на предприятиях; занимают достойные позиции в зарубежных научных учреждениях.

Отдел исследований физико-химических процессов в сварочной дуге тесно сотрудничает с др. отделами ИЭС им. Е.О. Патона, возглавляемыми видными учеными: С.И. Кучуком-Яценко, К.А. Ющенко, О.В. Махненко, Л.М. Лобановым, Г.М. Григоренко, И.В. Кривцуном и др., а также с Институтом проблем материаловедения, Институтом сверхтвердых материалов, Физико-технологическим институтом металлов и сплавов, Институтом черной металлургии, Физико-механическим институтом, НТК «Институт монокристаллов», Харьковским физико-техническим институтом, Институтом проблем прочности, Институтом металлофизики и Институтом ядерных исследований НАНУ, НГУУ «КПИ», Национальным университетом им. Т.Г. Шевченко, многими вузами и НИИ США, ФРГ, Австрии, Китая, Словакии, Польши и др.

Перечень основных публикаций, в которых приведены результаты работ, выполненных в отделе исследований физико-химических процессов в сварочной дуге за последние годы:

1. Походня И.К. Газы в сварных швах. – М.: Машиностроение, 1972. – 256 с.

2. Походня И.К., Суптель А.М., Шлепаков В.Н. Сварка порошковой проволокой. – Киев: Наук. думка, 1972. – 223 с.

3. Походня И.К., Альтер В.Ф., Шлепаков В.Н., Пашенко А.А., Шевченко Л.А., Гумен В.С. Производство порошковой проволоки: Учеб. пособие для вузов. Киев: Вища школа, 1980. – 231 с.

4. Походня И.К., Шейнкин М.З., Шлепаков В.Н. и др. Дуговая сварка неповоротных стыков магистральных трубопроводов – М.: Недра, 1987. – 189 с.

5. Voitkevich V. Welding Fumes. Formation, Properties and Biological Effects. – Cambridge, England: Abington Publish. and Woodhead Publish. Ltd in association with The Welding Institute, 1995. – 112 p.

6. Походня И.К., Горпенюк В.Н., Миличенко С.С., Пономарев В.Е., Стародубцев Л.В., Швачко В.И., Явдошин И.Р. Металлургия дуговой сварки: Процессы в дуге и плавление электродов: под ред. И.К. Походни. АН УССР. ИЭС им. Е.О. Патона. – Киев: Наук., думка, 1990. – 224 с.

7. Pokhodnya I.K., Gorpeniyuk V.N., Milichenko S.S., Ponomarev V.E., Starodubtsev L.V., Shvachkoand V.I., Yavdoshchin I.R. Metallurgy of arc welding. V. 1 – Cambridge: Rieicansky Sci. Publ. Co., 1991. – 246 p.

8. Welding with flux-cored wire / I.K. Pokhodnya, V.N. Shlepakov; E.O. Paton Electric Welding Inst. Ukr. Acad. of Sciences. – S.E.: Harwood Acad. publ., 1995. – 73 p. – Weld. and surf. rev. / Ed. by V.E. Paton. – 1995. – V. 4, P. 4.

9. Шлепаков В.Н. Кинетика процессов взаимодействия металла с газами при сварке порошковой проволокой. // Проблемы сварки и специальной электрометаллургии. – Киев: Наук. думка, 1990. – С. 168-173.

10. Котельчук А.С. Влияние теплофизических свойств сердечников самозащитных порошковых проволок на сварочно-технологические свойства. // Автомат. сварка. – 2016. – № 1 – С. 33-37.

11. Походня И.К., Головки В.В. Влияние неметаллических включений на формирование структуры металла швов высокопрочных низколегированных сталей // Автомат. сварка. – 2013. – № 6. – С. 3-11.

12. Головки В.В., Степанюк С.Н., Ермоленко Д.Ю. Технология сварки высокопрочных низколегированных сталей с введением титаносодержащих инокуляторов. // Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине / Редкол.: А.Г. Наумовец (гл. ред.); НАНУ. – Киев: Академперіодика, 2014. – С. 395-399.

13. Головки В.В., Степанюк С.Н., Ермоленко Д.Ю. Влияние титаносодержащих инокуляторов на структуру и свойства металла швов высокопрочных низколегированных сталей. // Автомат. сварка. – 2015. – № 2. – С. 8-15.

14. Головки В.В., Кузнецов В.Д., Фомічов С.К., Лобода П.Л. Нанотехнології у зварюванні низьколегированих високоміцних сталей. // Монографія: Київ:

НТТУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 240 с.

15. Golovko V.V., Taraborkin L.A. Statistical models for estimating the size and number of nonmetallic inclusions in the weld metals. // ZVARANIE-SVAROVANI. – 2015. – N. 3-4. – P. 51-53.

16. Yermolenko D.Yu., Holovko V.V., Stepanuk S.M. Cellular automata for simulation of dendritic growth with surface active fracture in inoculants. // Journal of Achievements in Materials and Manufact. Engineering. – 2018. – V. 88. – N. 6. – P. 49-54.

17. Шлепаков В.Н., Гаврилук Ю.А., Котельчук А.С. Применение механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой при ремонте металлургического оборудования. // Автомат. сварка. – 2013. – № 3. – С. 40-47.

18. Шлепаков В.Н., Гаврилук Ю.А., Котельчук А.С. Физико-металлургические и сварочно-технологические свойства газозащитных порошковых проволок для сварки конструкционных сталей. // Автомат. сварка. – 2014. – № 6-7. – С. 56-59.

19. Шлепаков В.Н., Гаврилук Ю.А., Котельчук А.С. Современные направления применения сварки порошковой проволокой низколегированных сталей повышенной и высокой прочности. // Автомат. сварка. – 2017. – № 11. – С. 13-18.

20. Явдошин И.Р., Губеня И.П., Степанюк С.Н., Демецкая А.В. К вопросу дисперсности и морфологии частиц в сварочных аэрозолях. // Автомат. сварка. – 2014. – № 6-7. – С. 159-162.

21. Явдошин И.Р., Левченко О.Г., Степанюк С.М. Дослідження впливу фторидів та сполук лужних металів у електродному покритті основного виду на розчинність зварювальних аерозолів. // Проблеми охорони праці в Україні: Збірник наукових праць. – К.: ДУ «ННДПБООП», 2017. – В. 33. – С. 50-56.

22. Марченко А.Е., Скорина Н.В. Влияние технологических факторов изготовления низко водородных электродов на содержание водорода в наплавленном металле. // Автомат. сварка. – 2013. – № 8. – С. 14-25.

23. Головки В.В., Степанюк С.Н., Ермоленко Д.Ю. Технология сварки высокопрочных низколегированных сталей с введением титаносодержащих инокуляторов. // Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине / [Коллект. моногр. / Глав. ред. А.Г. Наумовец]. – НАНУ. – К.: Издат. дом «Академперіодика», 2014. – 768 с.

24. Походня И.К., Котельчук А.С. Металлургия дуговой сварки и сварочные материалы. – К.: Академперіодика, 2012. – 526 с.

● # 1830

Многослойные наплавленные образцы для экспериментальной оценки усталостной долговечности наплавленных деталей

И.А. Рябцев, д.т.н., **В.В. Кныш**, д.т.н., **А.А. Бабинец**, к.т.н., **С.А. Соловей**, к.т.н.,
И.И. Рябцев, к.т.н., «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ, **И.К. Сенченков**, д.ф.-м.н.,
 «Институт механики им. С.П. Тимошенко» НАНУ (Киев)

Разработаны конструкция образцов и методики экспериментальной оценки усталостной долговечности многослойных наплавленных образцов при циклическом механическом нагружении. Методики исследований целесообразно использовать для оценки усталостной долговечности различных деталей при выборе материалов, техники и технологии их восстановительной или изготовительной многослойной наплавки.

Показатели усталостной долговечности являются одной из важнейших характеристик наплавленных деталей, которые эксплуатируются в условиях циклических механических нагрузок. Однако, как показывает анализ, стандартные образцы и методики испытаний усталостной долговечности [1-4] практически невозможно адаптировать к условиям эксплуатации, которые характерны для многих наплавленных деталей. В частности, стандартные образцы имеют цилиндрическое сплошное (толщина до 25 мм) или полое (толщина стенки 2 мм) сечение, либо представляют собой плоские образцы толщиной до 10 мм. Образцы такой формы и относительно небольших размеров не позволяют исследовать влияние химического состава и конструкции наплавленных слоев в многослойных наплавленных деталях на их циклическую долговечность.

На стандартных образцах невозможно также оценить влияние особенностей выполнения ремонтно-восстановительной и изготовительной наплавки на характеристики циклической долговечности деталей. В результате испытания, как правило, проводятся на специализированных экспериментальных установках и на образцах различной конструкции, редко имитирующих работу натуральных деталей в процессе эксплуатации, что приводит к результатам, которые существенно отличаются для одного и того же материала, и технологии наплавки [5-9 и др.].

Целью данной статьи является – разработка конструкции наплавленных образцов и соответствующих методик для сравнительных исследований сопротивления усталости деталей с многослойной наплавкой.

Все детали машин и механизмов, о которых идет речь в данной статье, условно разделены на две группы. К первой группе отнесены детали, у которых зона интенсивного изнашивания совпадает с зоной максимальных напряжений от циклических механических нагрузок. К этой группе относятся прокатные валки, ролики машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и т. п. Ко второй – те детали, у которых зона интенсивного изнашивания не совпадает с зоной максимальных напряжений от циклических механических нагрузок. Это крупномодульные зубчатые колеса, крупная упорная резьба и т. п.

Группа 1. Для образцов, имитирующих наплавленные детали типа прокатных валков, роликов МНЛЗ и т. п., мы предлагаем использовать нагружение образцов по схеме трехточечного изгиба с приложением отнулевой циклической нагрузки по центру образца (рис. 1, а, б). Испытания по данной схеме с определенными допущениями воспроизводят силовые нагрузки, характерные для указанных деталей и, кроме того, в этом случае в процессе испытаний можно проводить визуальную оценку характера распространения усталостной трещины.

При выборе размеров образца необходимо учитывать влияние масштабного фактора на характеристики сопротивления усталости, т.е. ширину образца следует выбирать исходя из условия сохранения одноосного напряженного состояния во всех точках образца [1]. При этом наплавленный образец должен в достаточной степени имитировать наплавленную многослойную конструкцию реальной детали. Поскольку наплавка на образец про-

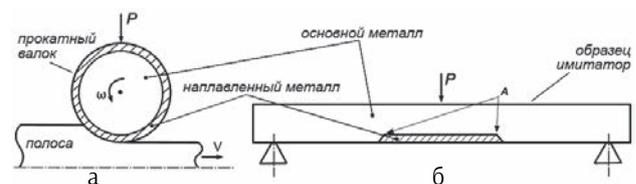


Рис. 1. Схема прокатки полосы (а) и нагружение образца-имитатора по схеме трехточечного изгиба (б). Стрелками (А) указаны места перехода от основного металла к наплавленному металлу

изводится только с одной стороны, то его размеры должны быть такими, чтобы деформации образца после наплавки были минимальными. Исходя из имеющегося опыта [10, 11] и результатов предварительных экспериментов, разработана конструкция

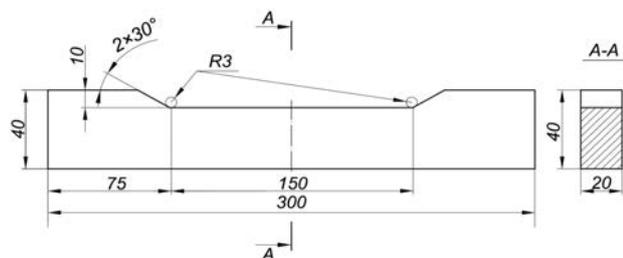


Рис. 2. Эскиз заготовки образца для исследования усталостной долговечности с разделкой под наплавку размерами 10x20x150 мм

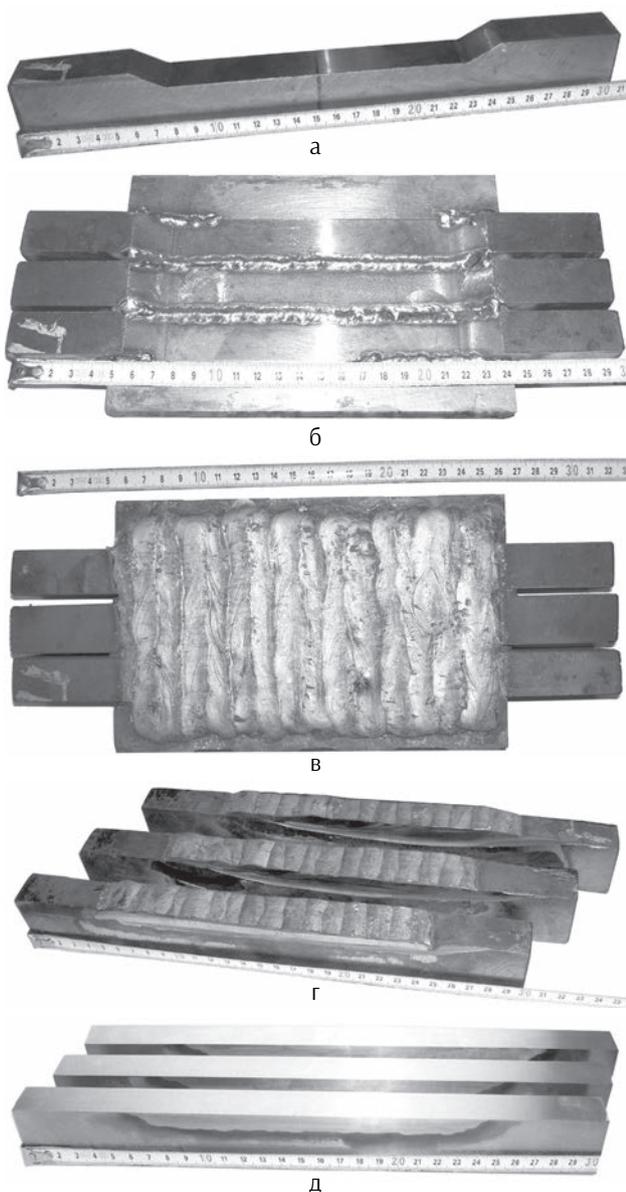


Рис. 3. Этапы изготовления наплавленных образцов: заготовка с разделкой под наплавку (а); заготовки, собранные в пакет (б), после наплавки (в), порезки (г) и финишного шлифования (д)

образцов в форме прямоугольного параллелепипеда размерами 20x40x300 мм с разделкой под наплавку шириной 150 мм и глубиной 10 мм (рис. 2).

При необходимости изготовления образцов, отличных по геометрическим размерам от образцов, приведенных на рис. 2, для расчета размеров разделки под наплавку рекомендуется использовать результаты работы [10]. Главное требование – места перехода от наплавленного к основному металлу (указаны стрелками А на рис. 1, б) не должны быть потенциальным местом зарождения усталостных трещин, вследствие слишком близкого расположения к месту приложения внешней циклической нагрузки.

Учитывая высокую твердость наплавленного металла (46-50 HRC), разработана следующая технология изготовления образцов. Заготовки образцов с небольшим припуском на последующую механическую обработку собирают в пакет из 3-5 штук при помощи технологических вставок толщиной 5 мм. По бокам такого пакета приваривают выводные планки и выполняют автоматическую электродуговую многослойную наплавку пакетов соответствующими наплавочными материалами (рис. 3, а-д).

После наплавки пакет заготовок разрезается абразивными кругами по технологическим вставкам на отдельные заготовки и на шлифовальном станке снимается перегретый в процессе резки слой металла (в процессе механической обработки образцов не допускается их нагрев выше 50 °С). После финишного шлифования всех четырех сторон образцы готовы для испытаний на усталость. Такая технология обеспечивает сохранение постоянных поперечных размеров образцов, не допускает искривления по какой-либо из осей, обеспечивает шероховатость поверхности по 9-10 классу чистоты по ГОСТ 2789-73.

Группа 2. Для образцов, имитирующих наплавленные детали сложной формы (зубья крупномодульных шестерен, крупная резьба нажимных винтов прокатных станов, упорная резьба подвесных конусов конусных дробилок, шатунные шейки коленчатых валов и т. п.), разработана конструкция образцов, учитывающая особенности изнашивания и приложения силовых нагрузок у деталей

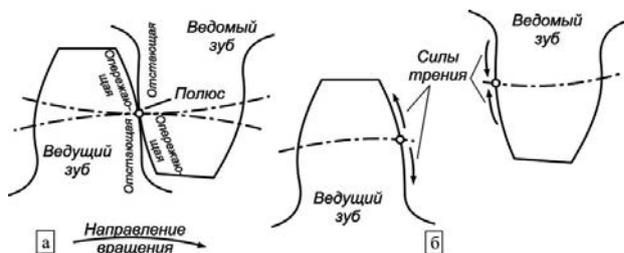


Рис. 4. Расположение отстающих и опережающих поверхностей (а) и направление сил трения (б) на ведущем и ведомом профилях зубьев [10]

этой группы. Как указывается выше, у деталей этой группы зона изнашивания и приложения циклической нагрузки не всегда совпадает с зоной максимальных напряжений и наиболее вероятного появления усталостных повреждений (рис. 4, а, б). Например, силы трения, возникающие в процессе эксплуатации зубчатых колес, приводят к их износу и образованию впадин вдоль их полюсной линии (рис. 4, б). При этом, в процессе эксплуатации, циклические напряжения достигают максимальных значений в корне зуба, а зона максимального износа располагается выше. Кроме того, переход от корня зуба к впадине является концентратором напряжений [10].

На практике возможны две схемы наплавки изношенных областей подобных деталей: первая – восстановительная (рис. 5, б), при которой наплавляется только изношенная область; вторая – восстановительно-упрочняющая (рис. 5, в), при которой предварительно механически удаляется поврежденная часть материала в зоне максимальных напряжений, а затем полностью восстанавливается геометрическая форма детали.

Исходя из того, что разрушение зуба шестерни происходит вследствие образования усталостной трещины у его основания, то для экспериментальной оценки усталостной долговечности разработана конструкция образцов, имеющих аналогичный концентратор напряжений (рис. 6). Величина радиуса перехода в образцах выбирается исходя из определяющих размеров зубьев реальных крупномодульных шесте-

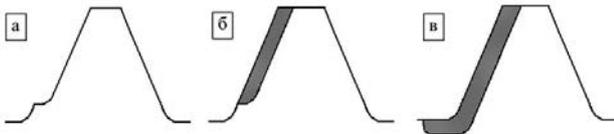


Рис. 5. Форма изношенного зуба (а) и возможные схемы его наплавки: б – восстановление первоначальных размеров зуба (схема 1); в – восстановительно-упрочняющая наплавка с заменой поврежденного материала в зоне концентрации напряжений у корня зуба (схема 2)

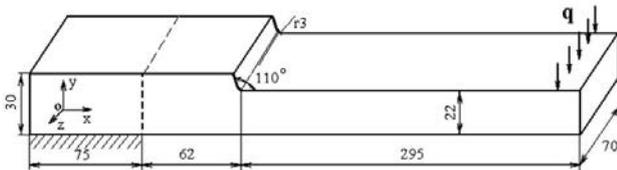


Рис. 6. Схема нагружения модельного образца для исследования циклической долговечности зуба шестерни (q – приложенная внешняя циклическая отнулевая нагрузка)

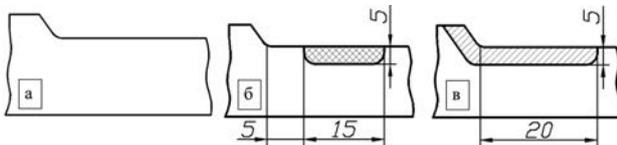


Рис. 7. Схемы восстановительной наплавки образцов для испытаний на усталостную долговечность: исходная с концентратором напряжений (а), с разделкой под наплавку по схеме 1 (б) и с разделкой под наплавку по схеме 2 (в)

рен. Испытания на усталостную долговечность, с учетом приложения реальных нагрузок на деталь, следует проводить при консольном отнулевом изгибе.

В зависимости от применяемой схемы наплавки (рис. 5) изготавливали следующие образцы: с концентратором напряжений (рис. 7, а), с разделкой под наплавку по схеме 1 (рис. 7, б) или с разделкой под наплавку по схеме 2 (рис. 7, в).

Были проведены исследования усталостной долговечности наплавленных образцов двух предложенных конструкций. Изготовили две партии образцов, соответственно, для исследования циклической долговечности деталей первой (прокатные валки и т. п.) и второй (зубья крупномодульных шестерен и т.п.) групп.

Партия образцов первой группы (рис. 2) состояла из трех серий (по 3 образца в каждой серии) для испытаний по схеме трехточечного изгиба (рис. 1, б). Первую серию образцов из стали 40Х испытывали в исходном состоянии (без наплавки); образцы второй серии – после наплавки порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС Ø 2,0 мм под флюсом АН-26П (режим наплавки: напряжение 24-26 В; ток 230-250 А; скорость наплавки 20 м/ч); образцы третьей серии – после наплавки на тех же режимах промежуточного слоя (подслоя) сплошной проволокой Св-08 Ø 2,0 мм под флюсом АН-348А и последующей наплавки порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС Ø 2,0 мм под флюсом АН-26П. Порошковая проволока ПП-Нп-25Х5ФМС была выбрана исходя из того, что она широко применяется для наплавки прокатных валков [10].

Партия образцов второй группы (рис. 7) состояла из четырех серий (по 3 образца в каждой серии) для испытаний по схеме консольного изгиба (рис. 6). Первую серию образцов из стали 35ХМ испытывали в исходном состоянии (без наплавки); образцы второй серии – после наплавки сплошной проволокой Нп-30ХГСА Ø 2,2 мм под флюсом АН-26П по схеме 1; образцы третьей серии – после предварительной наработки 10^5 циклов и последующей разделки и наплавки сплошной проволокой Нп-30ХГСА Ø 2,2 мм под флюсом АН-26П по схеме 1; образцы четвертой серии – после предварительной наработки 10^5 циклов и последующей разделки и наплавки сплошной проволокой Нп-30ХГСА Ø 2,2 мм под флюсом АН-26П по схеме 2. Режим наплавки проволокой Нп-30ХГСА во всех сериях был одинаковый: напряжение 32 В; ток 300 А; скорость наплавки 18 м/ч.

Расчет предельных нагрузок и количества циклов до разрушения выбирался из следующих предпосылок. Поскольку испытания носили сравнительный характер, то для сокращения времени испытаний за базу было выбрано относительно небольшое количество циклов – $2 \cdot 10^5$ [11]. Был произведен расчет нагрузок, которые бы обеспечива-



Рис. 8. Внешний вид боковой поверхности образца с участками, где зародились усталостные трещины: о. м. – основной металл, н. м. – наплавленный металл

ли именно такое количество циклов до появления усталостной трещины в образце. Для образцов из сталей 40X и 35XM такому количеству циклов соответствуют максимальные прикладываемые напряжения равные 500 МПа. Результаты испытаний двух партий образцов приведены в *табл. 1*.

В процессе испытаний каждый образец находился под постоянным визуальным контролем (осмотр каждые 15-30 мин), в ходе которого боковые шлифованные протравленные поверхности образца смазывались керосином для проявления места зарождения трещины. В протоколе испытаний фиксировались количество циклов нагружения образца до момента появления одной или нескольких трещин длиной 1,0-1,5 мм, после чего испытания останавливались. Для примера, на *рис. 8* показан внешний вид образца с выявленными местами зарождения трещин усталости.

Испытания образцов (*табл. 1*), изготовленных из основного металла без и с наплавкой, подтвердили обоснованность принятых расчетных нагрузок и показали, что разработанные методики и образцы могут успешно применяться для сравнительной оценки усталостной долговечности деталей, наплавленных различными материалами и по различным технологиям.

Полученные экспериментальные результаты (*табл. 1*) наглядно иллюстрируют влияние химического состава наплавочных материалов, кон-

струкции наплавленных слоев и схемы наплавки на циклическую долговечность образцов.

Циклическая долговечность образцов первого типа из стали 40X с наплавленным износостойким слоем из стали 25X5ФМС снизилась примерно на 38 % по сравнению с циклической долговечностью образцов из основного металла без наплавки. Наплавка подслоя из пластичного материала (типа низкоуглеродистой стали 08пс), позволила существенно повысить циклическую долговечность по сравнению с образцами, наплавленными без подслоя. Снижение долговечности по сравнению с не наплавленными образцами в этом случае не превысило 14 % (*табл. 1*).

Усталостные испытания образцов из стали 35XM, имитирующих зубья крупномодульных шестерен, показали, что предварительная циклическая наработка на 10^5 циклов, оказывает существенное влияние на долговечность наплавленных образцов (*табл. 1*), поскольку приводит к накоплению усталостных повреждений в зоне концентратора напряжений у корня зуба. Выполнение восстановительной наплавки по схеме 1 без удаления основного металла, имеющего усталостные повреждения, нецелесообразно, поскольку фактически приводит к значительному снижению остаточной циклической долговечности. Выполнение восстановительно-упрочняющей наплавки по схеме 2, с удалением поврежденного слоя металла у концентратора напряжений, позволяет увеличить остаточную усталостную долговечность восстановленных наплавкой зубьев в 1,2 раза по сравнению с исходным состоянием (*табл. 1*).

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы.

1. Разработаны конструкции двух типов многослойных наплавленных образцов и соответствующие методики испытаний для оценки их усталостной долговечности при циклическом механическом нагружении. Данные образцы и методики позво-

Таблица 1. Результаты испытаний усталостной долговечности образцов при циклическом механическом нагружении

Тип и размеры образца	Материал образца	Количество циклов до появления трещины в образцах:			Среднее кол-во циклов до появления трещины
		1	2	3	
Образцы размерами 20x40x300 мм для испытаний по схеме трехточечного изгиба					
Сплошной без разделки и наплавки	Сталь 40X	190500	199750	215300	201850
С наплавкой без подслоя	Сталь 40X + 25X5ФМС	120100	134300	124800	126400
С наплавкой с подслоем	Сталь 40X + 08пс + НП-25X5ФМС	179300	165100	180600	175000
Образцы размерами 30x70x432 мм для испытаний по схеме консольного изгиба					
Сплошной без разделки и наплавки	Сталь 35XM	185700	176900	178900	180500
С разделкой и наплавкой по схеме 1	Сталь 35XM+ Нп-30XГСА	111350	126800	134450	124200
С разделкой и наплавкой по схеме 1*	- « -	17200	20100	18800	18700
С разделкой и наплавкой по схеме 2*	- « -	214800	220100	234700	223200

* образцы перед разделкой и наплавкой были нагружены на 10^5 циклов.

ляют производить сравнительную оценку влияния многослойной наплавки, химического состава наплавленных слоев, их геометрических размеров, технологии и техники наплавки на усталостную долговечность наплавленных деталей.

2. Установлено, что использование в качестве подслоя пластичного материала типа низкоуглеродистой стали 08пс при износостойкой наплавке образцов из стали 40Х, имитирующих условия эксплуатации прокатных валков, позволило значительно повысить их циклическую долговечность по сравнению с образцами, выполненными без подслоя.

3. При восстановительно-упрочняющей наплавке изношенных зубьев крупномодульных шестерен и др. подобных деталей, у которых зона интенсивного изнашивания не совпадает с зоной максимальных напряжений от циклических механических нагрузок, рекомендуется выполнять наплавку с предварительным удалением поврежденного слоя основного металла у корня зуба. Такая технология позволяет увеличить долговечность восстановленных наплавкой зубьев в 1,2 раза по сравнению с исходным состоянием.

Литература

1. Школьник Л.М. Методика усталостных испытаний. – М.: Металлургия. – 1978 – 304 с.
2. Трощенко В.Т. Прочность металлов при переменных нагрузках. – К.: Наукова думка. – 1978. – 176 с.
3. ГОСТ 25.502-79. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость. – 1979.

4. Трощенко В.Т., Сосновский Л.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов. Ч. 1. – К.: Наукова думка. – 1987 – 347 с.

5. Marek A., Junak G., Okrajni J. Fatigue life of creep resisting steels under conditions of cyclic mechanical and thermal interactions. Archives of Materials Science and Engineering, 2009. – 40. – №1. – P. 37-40.

6. Домбровский Ф.С., Лецинский Л.К. Работоспособность наплавленных роликов машин непрерывного литья заготовок. – К.: ИЭС им. Е.О.Патона. – 1995. – 197 с.

7. Опарин Л.И., Васильев В.Г., Бондарчук Е.П. Повышение усталостной прочности наплавленного металла типа 15Х13. Сб. Наплавленный металл. Состав, структура, свойства. – 1992. – С. 51-54.

8. Махненко В.И., Шекера В.М., Кравцов Т.Г., Севрюков В.В. Влияние последующей деформационной обработки на перераспределение остаточных напряжений в наплавленных валах. // Автомат. сварка. – 2001. – № 7. – С. 3-6.

9. Бизик Н.К., Дарчиашвили Г.И., Трапезон А.Г., Письменный Н.Н. Влияние наплавки оловянистой бронзы на сопротивление усталости сталей 40ХФМА и 10ХСНД. Сб. Наплавка при изготовлении деталей машин и оборудования. 1986. – С. 100-103.

10. Рябцев И.А., Сенченков И.К., Турык Э.В. Наплавка. Материалы, технологии, математическое моделирование. Gliwice, Wydawnictwo politechniki slaskiej, 2015. – 590 с.

11. Babinets A.A., Ryabtsev I.A. Fatigue life of multilayer hard-faced specimens. Welding International, 2016. – 30 – № 4. – С. 305-309.

●# 1831

Ученые нашли способ сварки металла и стекла

Ученые из Университета Хериот-Ватт (Эдинбург, Шотландия) сварили стекло и металл вместе с помощью сверхбыстрой лазерной системы – это настоящая революция в промышленности!

Благодаря новой лазерной системе специалистов из Хериот-Ватта, различные оптические материалы, такие как кварц, боросиликатное стекло и даже сапфир, были успешно приварены к металлам – алюминию, титану и нержавеющей стали. Оборудование обеспечивает очень короткие (пикосекундные) импульсы инфракрасного света на стыке материалов, что и помогает эффективно сплавить их вместе. Ученые уже отметили колоссальный потенциал такой сварки для всей производственной базы ближайшего будущего. Этот процесс может найти применение в аэрокосмической, оборонной, оптической сфере и даже в здравоохранении.

Профессор Дункан Хэнд, директор Центра инновационного производства EPSRC при университете Хериот-Ватт, поясняет, что традиционно разнородные материалы очень сложно сваривать друг с другом из-за разной температуры плавления. Высокие температуры и структурные изменения, возникающие

вследствие теплового расширения, приводят к разрушению таких хрупких материалов, как стекло.

В его собственной методике весь процесс основан на невероятно кратких лазерных импульсах. Каждый импульс длится всего несколько пикосекунд.

«Чтобы понять, как это мало – сравните обычную секунду с временным промежутком в 30 000 лет!» – поясняет он.

Предназначенные для сварки детали располагаются в тесном контакте, а лазер фокусируется через оптику, чтобы обеспечить маленькую область действия и высокую интенсивность на границе стыка. Так, во время испытаний пиковая мощность составила один мегаватт – и это на площади всего в несколько микрон. Так внутри области расплава возникает микроплазма, крошечная сфера-молния, которая и сплавляет материалы. Швы были испытаны на прочность в диапазоне от – 50 до + 90 °С и остались невредимыми – это отличная гарантия того, что они не подведут в экстремальных условиях, таких как открытый космос.

www.facenews.ua

●# 1832

Структурная схема ремонтной сварки

В.И. Панов, УрФУ им. Б.Н. Ельцина, **С.В. Кандалов**, ПАО «Уралмашзавод» (Екатеринбург)

В машиностроительном производстве изготовление металлоконструкций осуществляется путем обработки заготовок в ходе технологических процессов металлургического, механического, сварочного и сборочного производств. Особенности технологических переделов оказывают влияние на свойства металлов, их пороки могут появляться еще в металлургическом производстве и сохраняться вплоть до эксплуатации конструкции. Учет этапов жизненного цикла конструкции позволяет уменьшить издержки на ее доработку или даже предотвратить возможную катастрофу вследствие действия «непредусмотренных» обстоятельств.

Ремонтная сварка изделий тяжелого машиностроения практически возможна в процессе изготовления металлической конструкции или изделия, при монтаже, последующей эксплуатации. Технология ее выполнения включает в себя очистку места расположения дефекта, как правило, подлежащего удалению, сам процесс удаления дефекта, последующая ремонтная сварка, зачистка (слесарная или механическая) места сварки.

В качестве основных структурных составляющих схемы технологических процессов при ремонтной сварке выделены источник энергии, инструмент, предмет обработки (изделие), среда, в которой осуществляется ремонтная сварка. Источником термической энергии выступают резец (фреза, сверло), тепловой источник резака (пламя, плазма, луч лазера), наждачный круг, электрическая дуга, теплоноситель при термической обработке.

Специалистами в области проектирования, изготовления и эксплуатации различных тяжело нагруженных конструкций осознан факт влияния стадий жизненного цикла подобных изделий на состояние их металла как в процессе их изготовления, монтажа, так и в период последующей эксплуатации. Габариты изделий и другие факторы делают невозможным 100% контроль качества основного металла. При изготовлении крупногабаритной конструкции, ее монтаже, в первые годы эксплуатации оборудования выявляется множество дефектов, проявляются неучтенные факторы, приводящие в определенных условиях к возможному снижению долговечности и преждевременной утрате работоспособности.

Рассмотрение технологических процессов изготовления заготовок изделий тяжело нагруженного оборудования позволяет установить причины брака, который надо устранять с помощью ремонтной сварки. Ремонтной сварке наиболее часто подвергаются

фасонные отливки и толстостенные поковки, изделия из проката, поэтому при их изготовлении используются множество соответствующих технологий. В технической литературе (теория и практика литейного дела, обработка металлов давлением, механическая обработка, усталостная прочность, механика разрушения и др.) это явление обычно называют технологической наследственностью (ТН).

Современное металлургическое производство представляет собой замкнутый цикл разнообразных технологических процессов, объединенных в единый комплекс: шихтовый двор, чугуно-плавильное и сталеплавильное производства. Большое значение имеют исходный химический состав, размер кусков скрапа, тип футеровок плавильных агрегатов (кислая или основная), ведение плавки металла, процессы легирования, раскисления и др., регулирование температуры, удаление продуктов окисления, температура металла перед разливкой, способ разливки (струйный, сифонный и др.), величина слитков (их структура, величина усадочной рыхлоты) для последующейковки или прокатки. При большой толщине стенок сложно выдержать химический состав, равномерность механических свойств. Они могут отличаться в зависимости от вида заготовок – отливка, поковка, прокат. В процессе многочисленных технологических процессов возможно образование разнообразных дефектов. Опасность этих дефектов обусловлена тем, что они являются концентраторами напряжений, приводящим к значительному локальному перенапряжению конструкции.

Роль технологического наследования свойств металла в течение ЖЦК можно трактовать как процесс накопления повреждений, приводящем при определенном сочетании напряженно-деформированного состояния (НДС) к выходу конструкции (изделия, базовой детали) из строя [1].

ТН сопровождается такими сопутствующими явлениями, как образование несплошностей, временных и остаточных напряжений, изменение фазового и структурного состава, возникновение новых химических соединений, внедрение инородных веществ и элементов, изменение исходной геометрической формы, развитие анизотропии свойств и многое др. ТН следует рассматривать как функцию, во многом влияющую на жизненный цикл конструкции (ЖЦК), существующие взаимосвязи между ЖЦК и ТН металла конструкции носят сложный характер. Конструктору и технологу (металлургу, специалистам по холодной обработке материалов, сварке и т. д.) важно учитывать, как технологические

процессы связаны с формированиями конкретного НДС. В процессе изготовления конструкции возможно изменение (особенно при технологических операциях отделки фасонных отливок), это может привести к тому, что НДС изделия в любой момент времени может отличаться от состояния в другой момент времени. В зависимости от воздействия на материал технологического процесса в разных частях крупногабаритной массивной заготовки могут возникать разные по величине и по знаку напряжения.

Для ремонтной сварки существенным фактором является установление общих закономерностей проявления ТН металла. Для этого требуется изучение физических механизмов наследственности для управления ею в каждом отдельном случае. В качестве примера можно привести конус засыпного аппарата доменной печи. В ходе механической обработки эта деталь, имеющая разнотолщинность рабочей поверхности, получает неравновесное состояние (часть поверхности остается необработанной), что приводит к ползучести металла и отрыву ребер жесткости от внутренней поверхности конуса. Обработка наплавленного металла абразивным инструментом создает в выступах неровностей поверхности шва тепловые удары, вызывающие мгновенный нагрев и структурные изменения металла поверхностного слоя. На участках обработанной поверхности, расположенных под выступами микронеровностей, возникают зоны отпущенного металла, имеющие пониженную твердость. На границах разных структур возникают значительные остаточные напряжения, вызывающие появление трещин типа шлифовочных.

При производстве конструкций и изделий широко используются технологические операции, приводящие к предварительной пластической деформации (ППД) материалов. К этим операциям относятся электрогидравлическая очистка поверхности литых заготовок (ЭГОЛ) или дробеструйная очистка, правка, механическая обработка крупногабаритных изделий, совмещение кольцевых стыков достаточно тонких крупногабаритных обечаек при их сборке под сварку и др. Как известно, ППД может значительно увеличить предел текучести σ_T материала и снизить его пластические свойства. Кроме того, ППД может сопровождаться деформационным старением, повышающим временное сопротивление σ_B . Изменение механических характеристик может существенно изменить вероятность разрушения конструкции [1].

На крупных литейных деталях (корпуса гидравлических генераторов) под влиянием технологических напряжений механической обработки возможно деформационное изменение детали. Такие процессы деформационного изменения, как гибка, отбортовка, окантовка, вытяжка, обжатие, также вызывают пластические деформации, что изменяет характер поведения материала.

В процессе стадий изготовления изделия могут происходить отклонение формы и размеров конструктивных элементов от проектных значений. Заготовки, имеющие различную степень жесткости или температурную деформацию, в различных точках под действием сил резания [2] или нагрева [3] могут иметь неодинаковые перемещения.

Металлические материалы могут стареть под влиянием термических, термодформационных и деформационных нагрузок. Для ремонтной сварки немаловажным фактором является возраст металла конструкции (изделия, базовой детали и т. п.). Старение металла влияет на повышение его прочности (до 30%) и снижение сопротивления хрупкому разрушению и порога хладноломкости.

Как показали наши исследования, в процессе ремонтной сварки корень многопроходного шва с односторонней разделкой подвержен термодформационному старению. Аналогичный участок – участок синеломкости, нагреваемый до интервала температур 200–450 °С, имеется и в зоне термического влияния сварного соединения. На обоих участках наблюдаются снижение пластических свойств и ударной вязкости.

Наследование свойств металла в течение ЖЦК является как вероятностным, так и детерминированным процессом. Флуктуации механических свойств конструкционных материалов и местных напряжений, как правило, носят случайный характер, поэтому есть вероятность неблагоприятного сочетания «нагрузки» (напряжений) и «прочности» (механических свойств), что может привести к локальному перенапряжению и образованию несплошности (повреждения).

Параметры ТН могут характеризоваться неопределенностью, носить случайный характер (неизбежное изменение режима механической обработки крупногабаритного изделия под влиянием токовой нагрузки, износ режущего инструмента или технологической оснастки и др.). Поэтому распределение дефектов и НДС может носить стохастический характер.

При выполнении ремонтной сварки должна учитываться окружающая среда, которая может быть различной – от цеховых условий производителя до полевых условий.

Подводя итоги сказанному выше, следует отметить, что перед разработкой стратегии и тактики выполнения восстановительных работ надо знать предысторию изготовления изделия, подвергаемого ремонтной сварке, поскольку наследование свойств металла в течение ЖЦК является как детерминированным, так и вероятностным процессом. Дефекты (овальность заготовок, непровары и др.) могут носить случайный характер, и к учету их влияния на ресурс оборудования также может быть применен вероятностный подход. Важным

этапом успешного выполнения ремонтной сварки является прогнозирование развития событий с учетом ТН еще на стадии проектирования технологии ремонтной сварки. При ремонтной сварке массивных конструкций для восстановления работоспособности одной детали может использоваться несколько источников энергии, при этом может происходить сочетание энергий разных видов (резец, фреза, сверло, газокислородное пламя, плазма, луч лазера, электрическая дуга). Поэтому нужна дополнительная информация о технических и технологических возможностях предприятия, где будет выполняться ремонтная сварка. При создании технологического процесса ремонтной сварки необходима оценка энергетических характеристик (оценка технических и технологических возможностей предприятия, выполняющего восстановительные работы). Необходимо учитывать, что часть энергии тратится на устранение несоответствия, часть вводимой энергии поглощается внутри изделия (базовой детали), частично преобразуясь в потенциальную энергию внутренних напряжений, другая часть выделяется в виде тепла в окружающее пространство. Учитывая последний фактор, при проведении ремонтной сварки следует избегать сквозняков, место выполнения восстановительных работ надо ограждать от внешних осадков и т. д. Знание особенностей технологической наследственности в течение жизненного цикла позволяет сформировать

принципиальное решение выполнения ремонтной сварки, разработать модели и чертежи, выполнить необходимые расчеты, смоделировать процессы выполнения восстановительных работ, определить их оптимизацию и т.п., что позволяет управлять процессом ремонтной сварки массивных изделий.

Настоящая работа является продолжением статьи [4]. Ориентированный граф ремонтной сварки также имеет вид $G = (V, E)$, схемы технологического процесса металлообработки, вершинами которого являются составляющие технологического процесса восстановительных работ:

$$V = \{v1, v2, v3, v4\},$$

а дуги между ними: $E = \{e1, e2, e3, e4\}$ - характеризуют энергетическое взаимодействие между ними.

Литература

1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением: Учебник для ВУЗ-ов. – М.: Металлургия. – 1986. – 688 с.
2. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: «Машиностроение». – 2002. – 684 с.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Металловедение: Учебник – 2 изд., перераб. и доп. / М.: Металлургия. – 1980. – 493 с.
4. Лашенко Г.И. Структурные схемы технологических процессов изготовления сварных конструкций. / Автомат. сварка. – 1996. – № 4. – С. 32-35, 47.

● # 1833

Международная конференция «Сварка в России – 2019: Современное состояние и перспективы», посвященная 100-летию со дня рождения Б.Е. Патона

С 3 по 7 сентября 2019 г. в Томске состоится Международная конференция «Сварка в России – 2019: Современное состояние и перспективы», посвященная 100-летию со дня рождения Б.Е. Патона. Это первая на постсоветском пространстве научно-техническая конференция, которая охватывает все направления развития сварочного производства, в т. ч. международного сотрудничества, направленного на укрепление связей между ведущими учеными и специалистами в области сварки и родственных технологий.

На конференции планируется обсудить широкий спектр научно-технических вопросов, в т. ч. создания нового класса материалов, предназначенных для производства и ремонта высокоответственных конструкций, техники специального назначения, эксплуатируемых в условиях экстремальных нагрузок и низких климатических температур Крайнего Севера и Арктики, нового поколения сварочного оборудования и инновационных технологий монтажа и ремонта. Большое внимание будет уделено вопросам надежности конструкций и техники при ее эксплуатации в условиях низких климатических температур.

Тематика конференции: современное состояние и перспективы развития сварочного производства России; физика и механика прочности материалов при низких температурах, надежность и ресурс конструкций в условиях холодного климата, механизмы де-

формации и разрушения твердых тел при статических, циклических и динамических нагрузках; фундаментальные и прикладные аспекты создания новых материалов и критических технологий для повышения эксплуатационной надежности неразъемных соединений высокоответственных конструкций и техники специального назначения при эксплуатации в экстремальных условиях и низких температурах, как основы развития промышленного потенциала и безопасности РФ; лазерные технологии и оборудование: фундаментальные исследования, разработка технологий и оборудования, опыт промышленного применения; технологии и оборудование для электронно-лучевой обработки; новые методы исследования структуры, механических и специальных свойств неразъемных соединений материалов; сварочно-технологические свойства материалов и оборудования: методы регистрации, оценка достоверности, экспертная оценка; перспективные материалы, их производство, технологии и оборудование для сварки и родственных технологий; инновационные аспекты применения новых технологий для развития промышленных производств: в судостроении, энергетике и транспорте, машиностроении.

Регистрация участников: <http://www.ispms.ru>
 т.: +7 (3822) 286-833, 492-942, ф.: 492-576;
 e-mail: mv_perovskaya@inbox.ru; litsin@ispms.tsc.ru

● # 1834

Ремонт ручных горелок и резаков

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

1. Виды ремонта.

Техническое обслуживание при использовании осуществляется газосварщиком (газорезчиком) и включает в себя работы, выполняющиеся во время перерывов без нарушения процесса производства и при возникновении необходимости в них, а именно:

- очистка различных поверхностей резаков и горелок от загрязнений, брызг, окалины;
- продувка и прочистка внутренних каналов;
- проверка герметичности соединений;
- замена вышедших из строя быстроизнашивающихся деталей;
- проверка правильности функционирования аппаратуры.

Регламентированное техническое обслуживание осуществляется в плановом порядке в сроки, установленные инструкциями по эксплуатации предприятий – изготовителей аппаратуры. Оно включает в себя работы, предусмотренные техническим обслуживанием при использовании, а также осмотры, промывку, обезжиривание, испытание аппаратуры, а при необходимости – ее разборку и дефектацию.

Текущий ремонт представляет собой ремонт, выполняемый для обеспечения и восстановления работоспособности аппаратуры, и состоящий в замене или в восстановлении отдельных частей. При текущем ремонте может производиться частичная или полная разборка аппаратуры. Текущий ремонт предусматривает выполнение всех работ, предусмотренных регламентированным техническим обслуживанием.

Капитальный ремонт – комплекс мероприятий по восстановлению ресурса аппаратуры с заменой или восстановлением любых частей, включая базовые. Капитальный ремонт предусматривает полную разборку аппаратуры, устранение дефектов посадочных и уплотняющих поверхностей, пайку соединений, восстановление резьбы, полный объем испытаний и проверок аппаратуры после ремонта.

Вид ремонта аппаратуры определяется на стадии регламентированного технического обслуживания. Находящиеся в эксплуатации горелки и резаки должны подвергаться регламентированному техническому обслуживанию (осмотру и испытанию) не реже одного раза в месяц.

2. Приемка резаков и горелок в ремонт и порядок его проведения.

Аппаратура, требующая ремонта или предназначенная для списания, должна поступать в ремонтную мастерскую. Приемка аппаратуры в ремонт сопровождается записью в журнале учета газопламенной аппаратуры.

Неисправная аппаратура должна поступать в ремонт с сопроводительным документом (актом) с указанием конкретной неисправности (например, утечка в газовом вентиле; неравномерное горение пламени; отсутствие инжекции; нарушение пайки деталей головки и т. д.).

В мастерской аппаратуру подвергают визуальному осмотру, очищают от загрязнений и продувают каналы сухим очищенным воздухом или азотом. Затем аппаратуру разбирают и с помощью калибров проверяют основные размеры деталей, непосредственно влияющих на технические характеристики и безопасность работы, а именно диаметры деталей:

- выходного канала инжектора;
- цилиндрической части канала смесительной камеры;
- выходного канала мундштука - для горелок;
- внутренний диаметр наружного и наружный диаметр внутреннего мундштуков - для резаков;
- отверстий многосопловых мундштуков.

Результаты измерений должны быть зафиксированы в журнале. Здесь же следует указать состояние поверхности проверяемых деталей (нарушение формы канала, наличие забоин, царапин и заусенцев, состояние выходной кромки каналов).

При необходимости должны быть проведены предварительные испытания неисправной аппаратуры с целью уточнения характера неисправностей.

Общая схема технологического процесса ремонта представлена на *рис. 1*.

3. Хранение и выдача горелок и резаков в эксплуатацию.

Контроль за хранением и выдачей горелок и резаков в эксплуатацию должен быть возложен на лицо из числа ИТР, ответственное за проведение газосварочных и газорезательных работ, назначенное распоряжением начальника цеха или главного инженера и аттестованное квалификационной комиссией предприятия.

Хранить горелки и резаки разрешается в определенных местах (как правило, в инструментальной кладовой) на специально оборудованных стеллажах или в шкафах, отдельно от другого инструмента. Категорически запрещается вместе с газопламенной аппаратурой хранить ветошь, горючие и смазочные материалы, жиры, щелочи и кислоты.

Аппаратура в комплекте – резак (горелка), рукава, редуктор – должна храниться в подвешенном состоянии на спаренных крюках или в отдельных ячейках.

Находящаяся в эксплуатации аппаратура должна быть закреплена за конкретным рабочим, име-



Рис. 1. Схема технологического процесса ремонта ющим допуск к выполнению газорезательных или газосварочных работ.

Выдача рабочему аппаратуры из инструментальной кладовой должна производиться в установленном на предприятии порядке. Запрещается выдавать закрепленную за рабочим газопламенную аппаратуру другому лицу. В случае отсутствия газосварщика (газорезчика) на работе, как исключение, по письменному указанию начальника цеха аппаратура может быть выдана другому лицу, имеющему удостоверение на право выполнения газопламенных работ.

4. Состав и организационная структура ремонтной мастерской.

В состав ремонтной мастерской должны входить:

- механический участок, оснащенный токарным станком с высотой центров до 150 мм, настольным сверлильным станком с наибольшим диаметром сверления 12 мм и числом оборотов до 4000 об/мин, сверлильным высокооборотным станком (более 5000 об/мин) для сверления отверстий от 0,2 до 1,5 мм, универсальным фрезерным станком;
- участок сборки, укомплектованный верстаком со слесарными тисками, гаечными ключами (от 6 мм до 36 мм), плоскогубцами, напильниками, молотками, цилиндрическими и коническими развертками, чугуными притирами, зенкерами. На участке должны находиться защитные очки открытого типа;
- рабочее место пайки, оснащенное оборудованием, применяемым для газовой пайки, сварки и резки;
- участок для испытания газопламенного оборудования, включающий специальный стенд для проверки аппаратуры после ремонта.

Организация ремонта автогенной аппаратуры зависит от объема применения газовой сварки и резки на предприятии, структуры и возможностей ремонтных служб. На машиностроительных заводах, при наличии крупных заготовительных (раскрой металлопроката) и литейных цехов (резка заготовок и прибылей), а также значительном объеме операций по кислородной резке, сварке, пайке и гибке с применением газопламенного нагрева, ремонт горелок и резаков организуется централизованно в ремонтных мастерских при отделе главного сварщика или в ремонтно-механическом цехе.

Структура ремонтной мастерской представлена на рис. 2.

5. Порядок разборки основных узлов горелок и резаков.

При разборке горелок (резаков), чтобы не повредить медные и латунные детали, не погнуть или скрутить трубки наконечников, необходимо обязательно использовать слесарные тиски с алюминиевыми или медными прокладками для губок и комплект новых, не прослабленных гаечных ключей и накидных головок.

Вентильные узлы.

Закрепляют резак или горелку в тисках. Отворачивают сначала гайки или винты со шпинделя вентиля и снимают маховички; затем сальниковые гайки, выворачивают шпиндели и снимают сальниковые уплотнители и кольца.

Наконечник горелки.

От ствола горелки отсоединяют наконечник, отворачивают мундштук, инжектор, снимают накидную гайку и уплотнительное резиновое кольцо, если оно повреждено.

Наконечник инжекторного резака.

Откручивают две накидные гайки от ствола и



Рис. 2. Организационная структура ремонтной мастерской

отсоединяют наконечник. Закрепляют головку резака в тисках, отворачивают мундштуки, инжектор и снимают уплотнительное резиновое кольцо.

6. Описание дефектов деталей горелок и резаков.

После разборки изделия производят дефектацию и сортировку деталей с целью определения степени их износа и целесообразности восстановления. К изношенным деталям, прежде всего, относятся детали, имеющие разрушения (прожог и поломка трубок горелок и резаков, отрыв резьбовой части мундштуков, износ резьбы и лысок под ключ), а также детали, имеющие недопустимые повреждения формы (мундштуки, штуцеры, головка, трубки и т. д.). Методом дефектации, в этом случае, является визуальный осмотр.

Другая группа дефектов связана с повреждением поверхностей сопряжения деталей, по которым происходит герметизация соединений (поверхности уплотнения). Например, соединения «нипель - штуцер»; соединения мундштуков с головкой резака и др. Дефекты поверхностей уплотнения могут быть обнаружены еще до разборки изделия или при частичной его разборке методом проверки на герметичность разъемных соединений изделия. Другим эффективным методом дефектации является метод следовых отпечатков. Сопрягаемые поверхности при этом покрывают сажей или тонким слоем быстросохнущего красителя, кратковременно соединяют и после разъединения подвергают визуальному осмотру. Нарушение непрерывности отпечатка свидетельствует о наличии дефекта (забоина, искажение поверхности и пр.).

Дефекты, обусловленные изменением геометрических размеров деталей в процессе эксплуатации (диаметры каналов инжектора, мундштуков и цилиндрического отверстия смесительной камеры и др.), выявляют с помощью измерительного инструмента (калибры, штангенциркуль и пр.).

При дефектации деталей следует иметь в виду, что дефект может быть устранен, если величина повреждения не слишком велика.

Ремонтопригодность основных деталей горелок и резаков в зависимости от характера их неисправности можно определить из *табл. 1*.

7. Технологические рекомендации при проведении ремонта.

В номенклатуру ремонта включены наиболее часто изнашивающиеся части горелок и резаков: мундштуки, детали вентильных узлов, каркас ствола и др. детали. Возможность восстановления деталей посредством ремонта или необходимость замены их новыми деталями определяется с помощью *табл. 1*.

Ниже приведены конкретные технологические рекомендации, а также детали, инструмент и оснастка, необходимые для проведения ремонта.

Следует отметить, что аналогичные по назначению детали (например, смесительные узлы) в составе изделий, изготовленных различными производителями автогенной аппаратуры, отличаются по своим геометрическим параметрам. Указанные отличия геометрических параметров, как правило, практически не влияют на технические характеристики изделий и обусловлены особенностями технологии на конкретном предприятии. Такое разнообразие однотипных деталей усложняет ремонт в условиях промышлен-

Таблица 1. Ремонтопригодность основных деталей горелок и резаков

Деталь	Ремонтопригодность	Неисправность
1	2	3
Мундштук горелки	нет	Увеличение размеров, изменение формы выходного канала
	да	Засорение выходного канала
	да	Царапины и задиры на уплотняющей поверхности
	да	Срыв меньше двух витков резьбы
	да	Оплавление или механическое повреждение торца менее, чем на 0,5 мм
Мундштуки резака	нет	Эллипсность
	нет	Деформация выходного канала
	да	Царапины и задиры на уплотняющей поверхности
	да	Срыв меньше двух витков резьбы
	да	Оплавление или механическое повреждение торца менее, чем на 0,5 мм
Головка горелки	да	Дефекты уплотняющей поверхности (царапины, забоины)
	да	Срыв меньше двух витков резьбы
	нет	Износ резьбы
Головка резака	да	Дефекты уплотняющих поверхностей для наружного и внутреннего мундштуков
	да	Срыв меньше двух витков резьбы
	нет	Износ резьбы
	нет	Деформация головки (смятие, оплавление)

1	2	3
Смесительная камера	нет	Прогорание при обратных ударах пламени
	да	Засорение канала
	нет	Деформация входной части с радиальными отверстиями
	да	Дефекты резьбы
Инжектор	нет	Износ выходного канала
	да	Засорение выходного канала
	да	Дефекты уплотняющей поверхности (царапины, забоины)
	нет	Износ резьбы
Главный корпус и корпус вентиля	да	Износ кромки седла вентиля
	да	Дефекты на седле (царапины, вмятины)
	да	Износ в главном корпусе посадочного места под инжектор
	да	Срыв меньше двух витков резьбы
Шпиндель	да	Дефекты уплотняющей поверхности (царапины, задиры)
	да	Срыв меньше двух витков основной резьбы
	нет	Срыв резьбы на хвостовике (для крепления маховичка)
	нет	Износ лысок на хвостовике
	нет	Изгиб шпинделя
Трубки	нет	Прогорание при обратных ударах пламени
Штуцеры для присоединения рукавов	нет	Деформация конусной части
	да	Дефекты уплотняющей поверхности (царапины, задиры)
	да	Деформация резьбы
	да	Срыв меньше двух витков резьбы
Ниппели	да	Дефекты сферической поверхности
	нет	Смятие, изгиб, излом корпуса
Накидные гайки	да	Срыв меньше двух витков резьбы
	нет	Смятие граней под ключ
Уплотнительное кольцо	нет	Потеря пластичности
	нет	Срез, разрыв

ного предприятия, где обычно эксплуатируются горелки и резак, как различных производителей, так и различных периодов их изготовления.

Все операции ремонта должны выполняться слесарем высокой квалификации, имеющим на его проведение разрешение руководства предприятия.

После ремонта в обязательном порядке производится испытание горелки (резака) и делается отметка в журнале (приложение 1), удостоверяющая пригодность оборудования к эксплуатации.

Мундштуки горелок.

Износ мундштуков происходит по наружной поверхности конусной части и торца, на которые налипают брызги металла, окалина и воздействуют пламя и газообразный кислород, флюсы и вода (при охлаждении горелки).

В процессе работы необходимо удалять с мундштука нагар и брызги металла напильником с мелкой насечкой, зачищать его наждачной бумагой и полировать сукном, натертым мелом.

Поверхность выходного отверстия следует очищать от копоти и нагара деревянной иглой диаметром 4 мм, заточенной на конус. Затем выходное

отверстие следует полировать деревянной иглой с нанесенным на нее мелом.

Во избежание преждевременного износа отверстий мундштуков, их следует прочищать и полировать только со стороны резьбы, иначе форма отверстия постепенно изменяется, принимая форму конуса, что недопустимо.

При обнаружении небольшой конусности у выходного канала, мундштук следует осадить или подрезать торец. Для подрезки торца мундштук необходимо зажать цилиндрической частью в разрезную оправку, а затем - в патрон токарного станка и подрезать резцом.

После этого обязательна зачистка торца мундштука наждачной бумагой и калибровка выходного отверстия.

Ремонт мундштуков не должен приводить к уменьшению длины цилиндрической части выходного отверстия менее, чем $3d$ (d - диаметр выходного отверстия).

При работе с мундштуками следует предохранять уплотняющую поверхность от забоин, царапин и задигов. В случае появления на этих по-

верхностях дефектов глубиной до 0,2 мм, их следует устранять шлифованием с помощью наждачного мелкозернистого полотна. Если глубина не более 0,8 мм, то мундштук зажимают в патрон токарного станка и производят проточку торца мундштука со стороны резьбы.

После всех проведенных операций мундштуки промывают, протирают чистой ветошью и продувают чистым сухим воздухом или азотом для удаления стружки, абразива.

Мундштуки резаков.

Комплект мундштуков резаков состоит из наружного и внутреннего мундштуков. Износ наружного мундштука происходит по торцевой и конусной поверхности, на которые налипают брызги металла, окалина и воздействуют пламя и вода (при охлаждении резака), а также по внутренней поверхности.

При ремонте наружных мундштуков для удаления нагара со стенок выходного канала следует использовать деревянный стержень с последующей протиркой ветошью, смоченной бензином.

Если нагар не удаляется деревянным стержнем, или поверхность выходного канала деформирована, то его снимают цилиндрической или конической разверткой такого же диаметра, как у выходного канала мундштука.

При наличии на уплотняющей поверхности мундштука забоин, царапин и задиров не более 0,8 мм, мундштук зажимают в патрон токарного станка и при вращении зачищают дефектную поверхность с помощью наждачного мелкозернистого полотна. Аналогично зачищают торцевую и коническую поверхности наружного мундштука.

Износ внутреннего мундштука происходит по торцевой и наружной поверхности. Канал режущего кислорода необходимо прочищать медной или алюминиевой иглой такого же диаметра с последующей промывкой бензином и продувкой азотом или воздухом.

Для зачистки уплотняющей поверхности при наличии неглубоких царапин, забоин, задиров до 0,1 мм, мундштук следует установить в патрон токарного станка и при вращении зачистить мелкозернистой наждачной бумагой.

При утоплении внутреннего мундштука (для ацетиленового резака) в наружный, необходимо: замерить глубину утопления, затем отвернуть наружный мундштук, зажать его в патрон токарного станка и проточить торец на глубину утопления, но не более чем на 0,5 мм. В случае выступа внутреннего мундштука необходимо замерить высоту выступа, отвернуть мундштуки, зажать внутренний мундштук в патрон токарного станка и проточить его на высоту выступа. При сборке торцы мундштуков ацетиленового резака должны быть на одном уровне.

В случае выхода из строя мундштуков (оплавлен-

ние, износ каналов, деформация и т. д.) необходимо изготовить новые.

Головки горелок.

При обнаружении задиров, забоин, царапин на уплотняющей поверхности головки горелок глубиной 0,2 мм производят притирку поверхности с помощью чугунных притиров. В случае, если невозможно устранить дефекты уплотняющей поверхности головок, их выпаивают и заменяют новыми. Перед пайкой новой головки конец трубки зачищают от старого припоя.

Головки резаков.

Дефекты на уплотняющих поверхностях головки резаков (риски, забоины) глубиной не более 0,2 мм могут быть устранены с помощью притиров.

Дефекты поверхности сопряжения с внутренним мундштуком также устраняются с помощью притиров.

В случае деформации поверхностей сопряжения (эллипсность) - головка резака восстановлению не подлежит.

Деформация резьбы устраняется с помощью необходимых метчиков. При этом надо следить за тем, чтобы при восстановлении резьбы для наружного мундштука не повредилась торцом метчика поверхность сопряжения с внутренним мундштуком.

В случае деформации или износа головка резака должна быть заменена новой. Поврежденную головку следует отпаять или отрезать. Трубки перед пайкой новой головки необходимо очистить от старого припоя. В процессе пайки головка резака должна быть освобождена от механических нагрузок, которые при нагреве головки могут привести к ее деформации. Например, при пайке в вертикальном положении резак не должен опираться на головку. Недопустимо также закреплять головку при пайке в тисках.

После пайки головка резака должна быть тщательно очищена от окалины и остатков флюса.

Смесительные камеры.

В процессе эксплуатации смесительные камеры могут выходить из строя только в результате обратного удара или повреждения резьбы. В этих случаях смесительные камеры подлежат замене.

При засорении цилиндрического канала смесительной камеры чистку производят медной иглой такого же диаметра и продувкой чистым воздухом или азотом. После обратного удара камеру чистят, промывают и продувают чистым воздухом или азотом. Дефекты резьбы (задиры, небольшие забоины и др.) устраняют, прогоняя резьбу подходящим метчиком.

В случае замены вышедшей из строя смесительной камеры, ее выпаивают, а трубку зачищают от старого припоя и спаивают с новой камерой.

Инжекторы.

В результате обратного удара пламени или попадания в кислород загрязнений, выходной канал инжек-

тора может засориться. Для прочистки канала используется медная проволока такого же диаметра. В случае деформации выходного канала необходимо поправить его сверлом такого же диаметра со стороны посадочного места и отверстия большего диаметра.

В случае износа выходного канала инжектор нужно заменить новым. Изношенный инжектор можно рассверлить на больший диаметр и использовать для наконечника большей мощности.

Для устранения дефектов на уплотняющей поверхности (риски, забоины и пр.) инжектора, нужно установить его в разрезную оправку (цангу) и патрон токарного станка и притереть мелкозернистой наждачной бумагой конусную (торцевую) уплотняющую поверхность.

Главный корпус и корпуса вентиля.

Наиболее подверженным износу элементом корпуса является седло, выполненное в корпусе вентиля. Для устранения небольших дефектов седла глубиной до 0,2 мм рекомендуется использовать чугунный притир. При притирании следует применять абразивный порошок с грануляцией 30-40 мкм.

При более значительных дефектах или износе седла (до 1 мм) уплотняющая кромка седла может быть восстановлена зенкованием с применением цилиндрического зенкера с направляющей цапфой. Размеры режущей части зенкера и цапфы выбираются в соответствии с геометрическими размерами восстанавливаемого седла (диаметр отверстия измеряется при помощи специальных калибров или сверл). После устранения дефекта вентиль следует промыть в керосине и просушить азотом или воздухом.

Седло под посадку инжектора в главном корпусе при эксплуатации горелок (инжекторных резаков) сминается, а его канал деформируется. Восстановление седла и канала производят аналогичным образом.

При неисправимых дефектах седла под посадку инжектора или седла вентиля, главный корпус ствола или неисправный корпус вентиля горелки (резака) подлежит замене или изделие подлежит списанию.

Дефекты резьбы в корпусе для присоединения шпинделей следует устранять с помощью метчика или плашки подходящего размера. Эту операцию следует выполнять осторожно, чтобы не повредить торцом метчика кромку седла вентиля.

Шпиндели.

Для проведения технологических операций по восстановлению шпинделя следует установить его с минимальными биениями в патрон токарного станка. При этом в качестве опорной поверхности следует использовать часть цилиндрической поверхности шпинделя (5-6 мм по длине со стороны крепления маховичка).

В первую очередь должны быть устранены дефекты резьбы шпинделя с помощью плашки подходящего размера.

Затем с помощью мелкозернистой наждачной бумаги (с зерном 30-40 мкм) следует устранить дефекты на цилиндрической поверхности шпинделя. Такая обработка необходима и в том случае, когда величина шероховатости поверхности цилиндрической части шпинделя не соответствует требованиям чертежа и обуславливает быстрый износ уплотняющего элемента сальника.

Аналогичным образом устраняются дефекты на уплотняющей поверхности запорно-регулирующего элемента шпинделя конической формы.

Трубки.

Для замены трубки наконечника горелки или трубки для горючей смеси в резаках ее необходимо выпаять из головки и смесительной камеры. Трубку для режущего кислорода выпаявают из сопрягаемых деталей.

При изготовлении новой трубки рекомендуется гнуть ее с помощью специального трубогибного приспособления или при помощи подогрева места сгиба. Отверстия в деталях, в которые впаивается новая трубка, рекомендуется перед пайкой очистить от старого припоя или засверлить под посадку трубки.

Штуцеры для присоединения рукавов.

Вмятины и забоины на резьбах газоподводящих штуцеров могут быть устранены с помощью специальных трубчатых плашек. При отсутствии таких штуцеры следует отпаять или отрезать и заменить новыми.

Задиры и забоины на конических поверхностях сопряжения следует удалять чугунными притирами с применением масла и абразивного порошка с размером зерна 30-40 мкм. После устранения дефектов штуцеры необходимо промыть в керосине и продуть азотом или воздухом.

Ниппели.

Дефекты сферической поверхности сопряжения съемного ниппеля глубиной до 0,1 мм можно устранить с помощью наждачной бумаги с размером зерна 30-40 мкм. При этом ниппель следует установить в патрон токарного станка и шлифовать вручную при вращении патрона.

Дефекты глубиной более 0,1 мм целесообразно устранять протачиванием сферической поверхности фигурным резцом, режущая кромка которого выполнена с радиусом, равным радиусу сферической поверхности.

Гайки.

Дефекты резьбы гаек можно устранять с помощью подходящих метчиков или плашек.

Термообработка и промывка.

Для очистки внутренних и наружных поверхностей деталей горелок и резаков, бывших в эксплуатации, производится термическая обработка с последующей промывкой.

Предназначенные для термообработки детали загружаются в печь. При температуре 450 °С детали

Таблица 2. Номенклатура материалов, применяемых при ремонте горелок и резаков

Материал	Профиль	Примечание
Латунь ЛС59-1	Пруток круглый, шестигранный	Инжектор, смесительная камера, корпус, шпindelь, гайка, штуцер и др.
Латунь Л 63	Лист	Сальниковые кольца
	Труба	Трубки
Бронза БрХ0,5	Круг, шестигранник	Мундштук
Медь М 3	Круг, шестигранник	Мундштук
Сплав Д16Т	Круг, шестигранник	Гайки, ниппели
Припой ПСр25	Пластина, проволока	Пайка ответственных соединений
Припой ПМФОЦр 6-4- 0,03	Пруток	Пайка трубок, штуцеров, корпусов
Фторопласт Ф4	Круг	Сальниковые уплотнения
Кожа «шорно» седельная	Пластины	Сальниковые уплотнения
Флюс ПВ 284, 209	Порошок	Пайка
Парафин	Кусковой	Парафинирование кожаных сальниковых прокладок
Кислород	Газ	Пайка, испытания
Ацетилен, пропан, природный газ	Газ	Пайка, испытания

выдерживаются в течение 5 мин. При такой температуре происходит частичное выгорание сажи и жиров. Корка сажи на поверхностях деталей становится сухой и пористой. После этого детали выгружаются из печи и подаются к водяной ванне. Горячие детали промываются водой с температурой около 70 °С. В результате того, что коэффициент теплового расширения латуни отличается от коэффициента теплового расширения окислов меди и цинка, при промывке корка окислов на поверхности деталей растрескивается и отскакивает. Промывку деталей следует производить под вытяжным устройством. Опускать в воду детали, имеющие внутренние полости, следует постепенно, под небольшим углом, чтобы все полости заполнились водой.

Обезжиривание.

Восстановленные и вновь изготовленные детали перед сборкой должны быть обезжирены. От того, насколько тщательно проведена операция обезжиривания, зависит не только внешний вид изделия, но и безопасная его эксплуатация.

Процесс обезжиривания состоит из следующих операций: подготовка деталей к обезжириванию, обезжиривание, сушка деталей.

Для обезжиривания деталей горелок и резаков рекомендуется применять бензин марки Б-70 по ГОСТ 1012 и бензин «Галоша» по ГОСТ 443. Применение бензина других марок для обезжиривания запрещается.

Детали, подлежащие обезжириванию, очищаются от грязи, стружки, нагара и продуваются воздухом.

Обезжиривание может проводиться двумя методами. Первый метод - заполнение внутренних полостей деталей и узлов бензином или погружением их в ванны с бензином. Второй метод заключается

в протирке загрязненных мест деталей и узлов волосяными щетками или чистыми тряпками, смоченными бензином. Если детали сильно загрязнены, их рекомендуется обезжирить в двух ваннах с бензином. После обезжиривания детали осушают продувкой азотом, нагретым до температуры 40-50 °С, или на открытом воздухе до полного удаления запаха бензина.

8. Материалы, применяемые при ремонте горелок и резаков.

Номенклатура материалов, применяемых при ремонте горелок и резаков, включает в себя цветные металлы и сплавы, припой, кожу, фторопласт, парафин и др.

Основным материалом, используемым при ремонте аппаратуры, является латунь. Это обусловлено тем, что один из газов, применяемых при сварке и резке (кислород) активно окисляет железо и его сплавы. Поэтому эти материалы не используются для деталей и узлов аппаратуры, соприкасающихся при работе с кислородом.

Детали горелок и резаков, контактирующие с ацетиленом, не должны изготавливаться из сплавов, содержащих более 65% меди, во избежание образования взрывоопасных соединений (за исключением мундштуков и наконечников горелок и резаков). Перечень материалов для ремонта приведен в *табл. 2.*

● # 1835

Электрошлаковая сварка заготовки корпуса тягового электродвигателя на ЧАО НПО «Днепропресс»

Ю.Н. Ланкин, д.т.н., Ю.В. Демченко, к.т.н., А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, ИЭС им. Е.О. Патона (Киев), С.А. Тонкошкур, В.Н. Панибратец, ЧАО НПО «Днепропресс» (Днепр)

Тяговый электродвигатель, по сути, представляет собой электродвигатель транспортного средства с передачей вращающего момента на колесо. Предназначен он для приведения в движение транспортных средств, например, электровозов, электропоездов и др. (рис. 1). Корпус тягового электродвигателя представляет собой стальную цилиндрическую обечайку диаметром 1 105 мм и высотой 1 000 мм. Заготовки подготавливаются вальцовкой листового проката стали толщиной 80 мм марки 09Г2С ГОСТ 19281. Проектом предусмотрен один продольный стыковой шов, выполняемый электрошлаковой сваркой (ЭШС). Тяговые электродвигатели с корпусами такой конструкции многие годы, в больших количествах выпускает ГП завод «Электротяжмаш» (Харьков), используя для ЭШС продольного шва тяжелый стационарный аппарат А-535.

Для ЧАО НПО «Днепропресс» (Днепр), это был новый вид продукции, поэтому, получив в 2015 г. заказ на изготовление подобных корпусов, обратились в ИЭС им. Е.О. Патона за помощью в осуществлении комплекса мероприятий по освоению технологии и техники ЭШС. В сжатые сроки предстояло организовать участок ЭШС, осуществить подбор сварочного и вспомогательного оборудования, спроектировать и изготовить специализированную установку для ЭШС, разработать технологию сварки, обучить персонал и начать выпуск продукции.

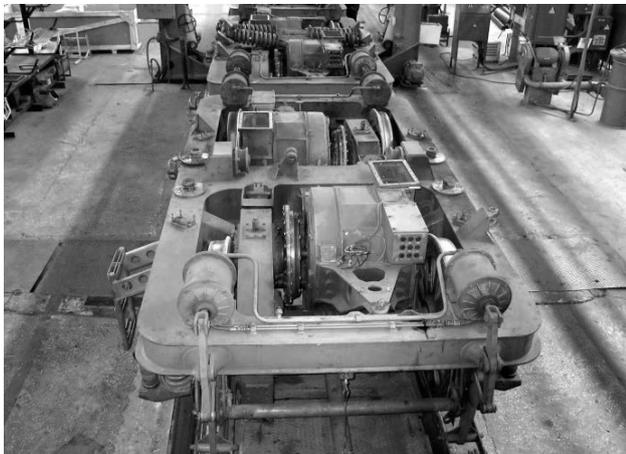


Рис. 1. Внешний вид тягового двигателя в составе тележки электровоза

С учетом марки стали и конструктивных особенностей заготовки корпуса, протяженности шва, толщины металла, типа сварного соединения, наиболее целесообразным представлялось использование ЭШС проволочными электродами. Опираясь на наш предыдущий опыт и технические характеристики, выпускаемых в Украине аппаратов для ЭШС проволочным электродом (А-535, А-820, АД-381Ш), а также их стоимость, для практических задач сварки корпусов предприятию был предложен аппарат АД-381Ш. Это специализированный двухэлектродный аппарат для автоматической ЭШС металла толщиной 30-100 мм, разработанный и выпускаемый с 2003 г. в ИЭС им. Е.О. Патона. Он состоит из четырех быстромонтируемых модулей, оснащен двумя подающими механизмами с независимым плавным регулированием подачи каждой из проволок. На то время аппарат АД-381Ш прошел производственные испытания и хорошо зарекомендовал себя при ремонте домны ОАО «Миттал Стил Кривой Рог» и ЕМЗ (Енакиево) в 2008-2012 гг., а также сварке специальных металлоконструкций на ОАО «Балтийский завод» (Санкт-Петербург) – 2010 г.

Промышленная установка для ЭШС заготовок корпусов тяговых электродвигателей была спроектирована и изготовлена сотрудниками ЧАО НПО «Днепропресс» и представляла собой стойку для размещения и перемещения по ней аппарата АД-381Ш, а также тележки для размещения свариваемого изделия, передвигающейся по рельсовому пути.

Организованный в условиях предприятия участок для ЭШС размещался в зоне действия цехового крана и включал в себя собственно сварочную установку, источники питания типа КИУ-1201 (2 шт.), кассеты с подставками для сварочной проволоки (2 шт.), систему автономного водоохлаждения, обеспечивающую расход не менее 20 л/мин при давлении не ниже 1,5 атм., посты ручной электродуговой сварки и газокислородной резки. Были созданы рабочие места для намотки и очистки сварочной проволоки, а также прокалки сварочного флюса. Электрическое питание участка осуществлялось от отдельного щита мощностью 500 кВА. Вся компоновка участка осуществлялась согласно требованиям ДСТУ 3490. Для выполнения работ Межотраслевым учебным центром ИЭС им. Е.О. Патона под-

готовлены и аттестованы по специализации ЭШС специалисты ЧАО НПО «Днепропресс». Общий вид участка, сварочной установки, а также рабочий момент сварки и обучения технического персонала представлены на *рис. 2*.

Подготовка к сварке включала установку входных карманов глубиной 100 мм и выводных планок высотой 100 мм. Согласно ДСТУ 3480-96 был принят расчетный зазор – 28 мм, сборочный зазор – 30 мм. Общий вид заготовки перед сваркой представлен на *рис. 3*. Процесс ЭШС производился двумя электродными проволоками диаметром 3 мм на режиме: напряжение сварки – 38-40 В; сварочный ток – 880-960 А; ток – постоянный обратной полярности; глубина шлаковой ванны – 40-50 мм; скорость сварки – 1 м/час. В качестве сварочных материалов использовались: сварочная проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246 и флюс АН-8 ГОСТ 9087. Аппарат АД-381Ш в работе представлен на *рис. 4*. Качество швов контролировалось визуально-



Рис. 2. Рабочий момент сварки и обучения технического персонала в условиях ЧАО НПО «Днепропресс»



Рис. 3. Общий вид заготовки корпуса тягового электродвигателя перед сваркой

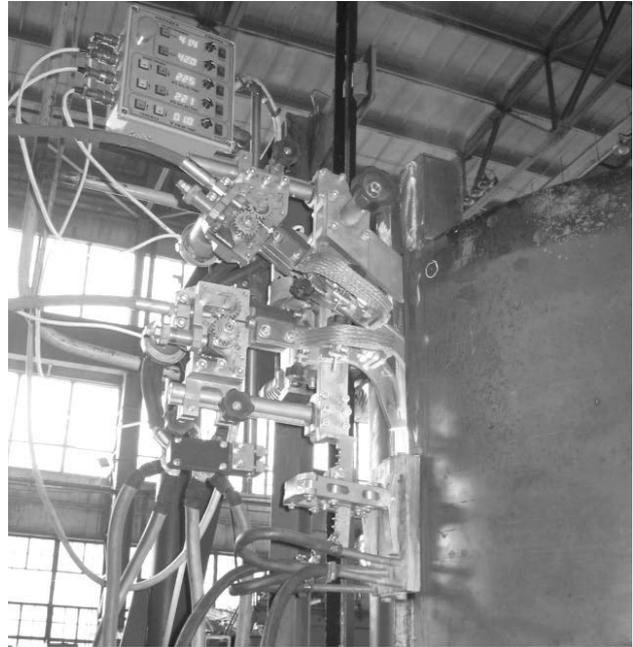


Рис. 4. Аппарат АД-381Ш в работе (заварено 2/3 шва)



Рис. 5. Внешний вид корпуса тягового двигателя после ЭШС

оптическим методом, а также 100 % ультразвуковой дефектоскопией. Принятая технология ЭШС обеспечила получение сварного соединения корпуса без дефектов наружной поверхности шва, отсутствия несплавлений, подрезов, а также трещин, пор и шлаковых включений в сварном шве. Сваренные заготовки были приняты с первого предъявления, после срезания входных карманов и выводных планок – отправлялись на механическую обработку. Внешний вид заготовки представлен на *рис. 5*.

Правильный выбор способа сварки и соответствующего сварочного оборудования, тщательная подготовка и отработка технологии и техники выполнения работ и методика обучения технического персонала позволили ЧАО НПО «Днепропресс» успешно, в установленные сроки, освоить ЭШС корпусов тяговых электродвигателей.

Спустя год, на соседнем предприятии ПАО «Днепрополимермаш» (Днепр), нами была внедрена аналогичная технология ЭШС.

● # 1836



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

Расскажите, пожалуйста, о сварке пластмасс нагретым газом.

Жук А., г. Кривой Рог

Сварка нагретым газом (НГ) это разновидность диффузионного способа сварки пластмасс. Отличительной характеристикой способа является подвод тепла непосредственно к соединяемым поверхностям и последовательно от одного участка шва к другому. Наряду с последовательной сваркой возможна также сварка по всей поверхности шва за один прием. Сварку НГ можно осуществлять с применением и без присадочного материала (прутка).

Сваркой НГ можно соединять детали любых размеров и конфигураций, из поливинилхлорида, полиолефинов, полистирола, олиамидов, пентапласта, полиформальдегида и др. в любых условиях сварочного производства. В применяемых при сварке нагревательных устройствах газ-теплоноситель нагревают при помощи электроэнергии или газового пламени. В качестве газа-теплоносителя чаще всего служит воздух, а при сварке термопластов, подверженных сильной термоокислительной деструкции – инертные газы (азот).

К недостаткам способа сварки пластмасс НГ можно отнести: низкую производительность; высокую стоимость работ; сложность поддержания постоянных режимов сварки и обеспечения стабильности качества сварных соединений.

При изготовлении химической аппаратуры и емкостей, сварке линолеума, облицовке хранилищ для агрессивных жидкостей широко применяется сварка НГ с применением присадочного материала (рис. 1).

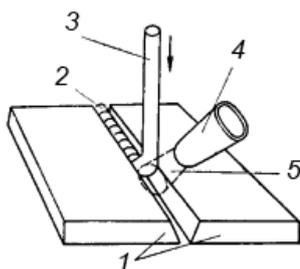


Рис. 1. Схема сварки пластмасс нагретым газом с применением присадочного материала: 1 – свариваемые изделия, 2 – сварочный шов, 3 – присадочный материал, 4 – наконечник нагревателя, 5 – струя нагретого газа

Сварка нагретым газом с применением присадочного материала. Основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений листов из поливинилхлорида и полиэтилена толщиной от 2 до 20 мм (рис. 2), их размеры, размеры швов и их предельные отклонения должны соответствовать ГОСТ 16310-80.

Выбор типа шва обусловлен главным образом толщиной и свойствами свариваемых материалов, особенностями свариваемых конструкций и условиями нагружения в процессе эксплуатации.

Качество сварных соединений существенно зависит от: типа сварного шва; подготовки изделия к сварке; положения нагревателя в процессе сварки; угла наклона прутка при подаче в шов; температуры; расхода и давления газа-теплоносителя; скорости и порядка укладки прутка в шов; расстояния от наконечника нагревателя до свариваемых поверхностей; усилия вдавливания размягченного прутка; диаметра присадочного прутка; диаметра отверстия наконечника нагревателя; от соблюдения сварщиком технологических приемов и режимов сварочного процесса.

Сварка швов стыковых соединений деталей толщиной до 4 мм возможна без подготовки кромок, однако для обеспечения равномерного провара рекомендуется оставлять зазор в вершине шва шириной до 1 мм. С этой же целью при сварке стыковых, тавровых и угловых соединений деталей толщиной свыше 4 мм между краями деталей оставляют в вершине шва зазор 0,5-1,5 мм. При сварке стыковых, угловых и тавровых соединений, особенно при толщине вертикальной стенки свыше 4 мм, для повышения прочности соединения производит-

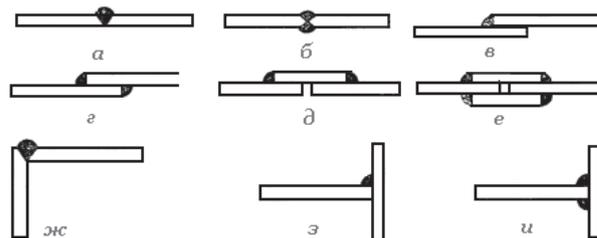


Рис. 2. Основные типы сварочных соединений: а – стыковое с односторонним скосом кромок, б – стыковое с двусторонним скосом кромок, в – нахлесточное с одним швом, г – нахлесточное с двумя швами, д – стыковое с накладкой, е – стыковое с двумя накладками, ж – угловое, з – тавровое с одним швом, и – тавровое с двумя швами

Таблица 1. Подготовка листовых термопластов при стыковой сварке нагретым газом

Термопласты	Толщина свариваемого материала, мм		Угол скашивания стыкуемых кромок, °
	V-образный шов	X-образный шов	
ПЭ, ПП	≤ 5	≥ 3	25-30
ПММА	≤ 4	≥ 4	25-30
ПА	≤ 6	≥ 4	20-25
ПВХ-Ж	≤ 5	≥ 5	25 / (30-35)*

* В числителе указан угол скашивания при механизированной сварке, в знаменателе – при ручной. Скос кромок одного либо обоих свариваемых листов с одной (V-образный шов) или с двух сторон (X-образный шов) (табл. 1). X-образные швы более прочные, чем V-образные, т. к. благодаря их симметричному строению при воздействии растягивающих и изгибающих нагрузок в них не возникают дополнительные изгибающие моменты, кроме того, они требуют в 1,6-1,7 раза меньше расхода присадочного материала, следовательно, могут быть выполнены за меньшее число проходов. При сварке нахлесточных и стыковых соединений с накладкой кромки не скашивают.

Наибольшей прочностью обладают стыковые соединения. Нахлесточные соединения применять не рекомендуется, т. к. при одной и той же толщине изделий прочность этих соединений в 6 раз меньше, чем стыковых.

В процессе сварки очень важно обеспечить правильное положение присадочного материала по отношению к поверхностям шва. Для непластифицированного поливинилхлорида, полиэтилена низкого давления и пентапласта присадочный материал рекомендуется держать под углом 90° к поверхности шва. Если угол наклона меньше 90°, присадочный материал нагревается на участке большей длины, расход его в результате осадки увеличивается, а в шве из-за продольного сжатия прутки изгибаются. Если угол наклона больше 90°, то прутки, уложенный в шов, удлиняется, вследствие чего при охлаждении может разорваться. При сварке мягких пластмасс (пластифицированный поливинилхлорид, полиэтилен высокого давления) лучшие результаты достигаются, если угол между прутком и поверхностью равен 120°. В процессе укладки в шов сварочный прутки не должен увеличивать свою длину более чем на 15% по сравнению с исходной.

Угол подвода наконечника нагревателя к поверхности сварного шва должен составлять (26 ± 6)° при толщине свариваемых деталей до 5 мм и (39 ± 6)° при толщине деталей более 5 мм.

Температура газа на выходе из наконечника нагревателя должна быть на 50-100°С выше, чем температура текучести полимера, т. к. на участке между наконечником и свариваемой поверхностью теплоноситель охлаждается. Давление газа может изменяться в пределах 0,035-0,1 МПа.

Струю газа, нагретого до необходимой температуры, направляют колебательными движениями нагревателя на свариваемые кромки деталей и прутки. Скорость укладки прутка (0,1-0,2 м/мин), зависящая от температуры газа, с увеличением диаметра прутка уменьшается, но общая скорость заполнения шва (скорость сварки) при этом возрастает. Повышению производительности процесса в 3-4 раза и более способствует предварительный подогрев основного и присадочного материалов. Такая сварка называется скоростной и применяется для соединения плоских и цилиндрических изделий, имеющих швы большой протяженности. При скоростной сварке возможен прижим прутка роликом или насадкой, установленными на нагревателе. При использовании предварительно подогретого прутка, сечение которого совпадает с профилем шва, возможна сварка за один проход, т. е. отпадает необходимость в укладке нескольких прутков.

Расстояние от наконечника нагревателя до свариваемых поверхностей должно составлять (5 ± 2) мм, расход газа-теплоносителя через 1 мм² площади сечения наконечника – (5 ± 1,5) л/мин. Усилие вдавливания прутка в шов на 1 мм² площади сечения прутка для полиэтилена низкого давления, пентапласта и др. составляет (3 ± 1) Н, а для полиэтилена высокого давления – (2 ± 1) Н. Для мягких присадочных прутков, не выдерживающих осевого давления, применяют прикаточные ролики, усилие вдавливания которых в сварной шов составляет (20 ± 10) Н.

Для уменьшения коробления изделий при сварке присадочный материал укладывают в шов в определенном порядке (рис. 3). Каждый последующий ряд укладывают после естественного охлаждения предыдущего до температуры не выше 40°С. Число рядов проходов на практике принимается на один больше, чем толщина основного материала в мм.

При выполнении V-образного стыкового и углового шва в конце сварки делают проход с обратной стороны шва (со стороны корня шва), предупреждая этим «непровар» отдельных участков шва.

Применяемый для сварки присадочный материал выпускается в виде прутков круглого сечения Ø 2; 2,5; 3; 4; 6 мм, а также в виде спаренных прутков толщиной 2; 2,5; 3 мм по ТУ 6-05-1160-75 «Прутки сварочные из непластифицированного поливинилхлорида» и ТУ 6-05-1698-74 «Прутки сварочные из полиолефинов». Выбор присадочных прутков осуществляется в соответствии с требованиями

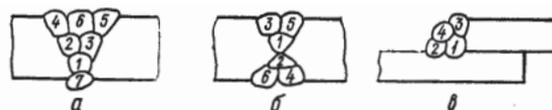


Рис. 3. Порядок укладки сварочных прутков в шов: а – стыковой V-образный шов, б – стыковой X-образный шов, в – нахлесточное соединение

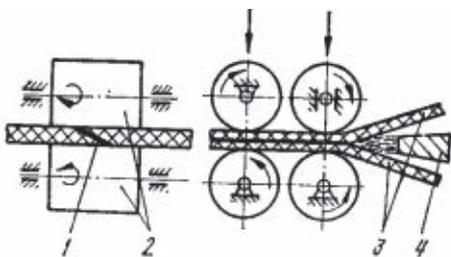


Рис. 4. Схема сварки нагретым газом листов термопласта без присадочного материала: 1 – сварной шов, 2 – прижимные ролики, 3 – свариваемые листы, 4 – наконечник нагревателя

нормативно-технической документации на производство сварочных работ.

Диаметр прутка подбирается в зависимости от толщины свариваемого материала, геометрии сварочного шва, скорости сварки и требуемой прочности соединения. С увеличением диаметра прутка сокращается время, необходимое для заполнения разделки, и увеличивается прочность сварного соединения. Применение прутков \varnothing более 4-5 мм нежелательно, т. к. обеспечить их равномерный прогрев при сварке невозможно. Корень шва заполняют прутком \varnothing 2 мм, далее при толщине свариваемого материала до 4 мм шов заполняют прутком \varnothing 3 мм, а при толщине материала $>$ 4 мм – прутком \varnothing 4 мм.

Диаметр наконечника на выходе теплоносителя должен превышать диаметр одинарного прутка или ширину двойного прутка на $(0,5 \pm 0,25)$ мм.

Сварка без присадочного материала. Выполняется по непрерывной или периодической схеме. В первом случае соединяемые поверхности нагревают последовательно отдельными участками, во втором – одновременно. Прочность соединений, получаемых без применения присадочного материала, выше, чем с его применением, и достигает 80-90 % прочности основного материала, при этом удельная ударная вязкость материала почти не снижается. Данный способ сварки используется для соединения плоских изделий прямолинейным швом. Температура сварки такая же, как и с присадочным материалом, а скорость сварки повышается в 10-15 раз.

Сварка листовых термопластов осуществляется преимущественно соединением на «ус» (рис. 4), для чего кромки листов перед сваркой срезают под углом $20-25^\circ$ (при этом сварное изделие имеет одинаковую толщину во всех сечениях). Нагреватель устанавливают таким образом, чтобы газовая струя попа-

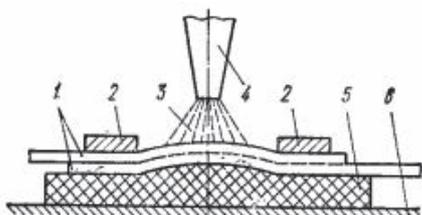


Рис. 5. Схема сварки нагретым газом пленочных материалов: 1 – свариваемые пленки, 2 – ограничительные ленты, 3 – струя газа, 4 – наконечник нагревателя, 5 – упругая подложка, 6 – жесткое основание

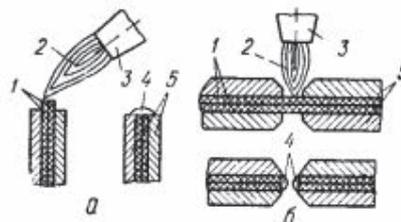


Рис. 6. Схема сварки пленок оплавлением кромок: с подготовкой свариваемых кромок (а) и без подготовки свариваемых кромок (б): 1 – свариваемые пленки, 2 – струя газа, 3 – наконечник нагревателя, 4 – сварной шов, 5 – зажимные губки

дала в створ угла, образуемого свариваемыми листами, и направлялась на срезы кромок шва. Для равномерного нагрева материала наконечник нагревателя должен иметь прямоугольное сечение. Давление сварки осуществляется двумя последовательно расположенными парами роликов, с их помощью происходит равномерное перемещение свариваемых листов.

Существует три способа сварки пленочных термопластов: нагревом соединяемых поверхностей пленок (прямым нагревом); односторонним нагревом внешней поверхности пленок по месту шва (косвенным нагревом); оплавлением пленок по месту их соединения.

При прямом нагреве струя газа попадает в створ угла, образуемого свариваемыми пленками, которые после нагрева свариваемых поверхностей прикатываются друг к другу специальными роликами.

При косвенном нагреве свариваемых поверхностей пленок струя газа создает одновременно и давление, необходимое для их сварки (рис. 5). Для исключения разрывов нагрев пленок производится на упругой подложке, а зона разогрева ограничивается двумя натянутыми на роликах длинными стальными лентами, расстояние между которыми определяет ширину сварного шва.

При прямом и косвенном нагреве качество сварных соединений и скорость зависят от расстояния между наконечником нагревательного устройства и нагреваемой поверхностью свариваемых пленок, расхода и температуры газа-теплоносителя.

При сварке оплавлением соединяемые пленки накладывают друг на друга и зажимают между двумя ограничительными губками (пленки свариваются по оплавляемым кромкам) или двумя парами губок (пленки свариваются двумя швами с разделением по линии их оплавления между губками) (рис. 6). Такой способ пригоден для соединения пленок из материалов, которые при нагревании становятся жидкотекучими и сплавляются без приложения давления и др.). На практике для оплавления кромок часто применяют источник открытого пламени. В этом случае сварные швы характеризуются высокой прочностью, но обладают низкой морозостойкостью.

Ответ подготовлен по справочным материалам «Энциклопедия по сварке пластмасс»

● # 1837

Электроды Hyundai Welding S-7016.0 – подходящие для сварки труб

Использование сварочного оборудования для соединения изделий требует владения определенными навыками и умениями. Для выполнения этой процедуры важно учитывать разные нюансы и параметры. Чтобы получить качественный, долговечный и прочный сварной шов необходимо применять подходящие сварочные материалы, позволяющие обеспечить такой шов, благодаря своему специальному составу. Именно электроды влияют на режим сварки, внешний вид шва и его свойства. Однако, самое большое влияние они оказывают на прочность соединения. Особенно, если речь идет о сварке труб, которые в дальнейшем будут подвергаться высокому давлению и выдерживать большие нагрузки при эксплуатации.

Выполняя любое соединение, следует учитывать характеристики материала, т. к. каждому виду электродов для сварки труб присущи индивидуальные особенности. Это значит, что каждое конкретное соединение выполняется определенными электродами и нужно изучить все их разновидности, чтобы определить их соответствие конкретному процессу.

В нашем материале речь пойдет о электродах южнокорейского производителя Hyundai Welding; в частности – о S-7016.0. Это покрытый электрод основного типа, разработанный для односторонней сварки труб и конструкций общего назначения из углеродистых или высокопрочных сталей. Он относится к классу низководородных электродов, применение которых не способствует образованию трещин в металле шва. Используется при сварке трубопроводов и отлично подходит для тщательной проварки корневого прохода, а если корень шва проварен отлично, то это значит, что дальнейшее сваривание будет успешным.

Кроме того, их применяют в качестве заполняющего материала, а также для сварки облицовочного слоя, который будет на виду. Электроды S-7016.0, не уступая в качестве своим главным конкурентам -

электродам ESAB марки ОК 53.70 и BÖHLER FOX EV PIPE, отличаются большей глубиной проплавления и дают плоский шов с легко удаляемым шлаком. В свою очередь, независимо от сложности поставленной задачи, они позволяют проводить процесс сварки во всех пространственных положениях. Еще одно существенное преимущество S-7016.0 перед вышеуказанными аналогами - это стоимость электродов Hyundai, которая ниже в 1,5-2 раза!

Технологические особенности сварки электродов S-7016.0:

- сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз;
- процесс сварки отличается мягкой и стабильной дугой, шлак обладает хорошей текучестью и легко отделяется после застывания;
- шов имеет красивый внешний вид;
- металл шва стоек к образованию трещин;
- сварка переменным или постоянным током прямой полярности;
- электроды перед сваркой надо просушить при температуре 300-350°C в течении 60 мин.;
- при сварке лучше использовать минимальную длину дуги;
- останавливать сварку следует уводя пятно дуги на разделку кромок.

Типичный химический состав наплавленного металла, %

C	Si	Mn	P	S
0,05	0,53	0,93	0,017	0,010

Типичные механические свойства наплавленного металла

Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Удлинение, %	Ударная вязкость, Дж при t, °C
511	597	31,2	157 (0)

Рекомендованные сварочные токи, А

Диаметр, мм Положение	2.6	3.2	4.0	5.0
Нижнее	60-90	90-130	130-190	180-240
Вертикаль и потолок	50-80	80-120	110-180	150-210

Публикуется на правах рекламы

● # 1838



Рис. 1. Электроды S-7016.0 изготавливаются диаметром: 2,6, 3,2, 4,0, 5,0 мм в упаковках весом 5 кг. Сертификаты: KR, ABS, LR, DNV, NK

SAMMIT Welding Technologies

ООО «Саммит»

KEMPMI

официальный представитель Kemppi OY
49089, г. Днепр, ул. Суворова, 35
Тел./факс: +38 (056) 767-15-77, т. (067) 561-32-24
e-mail: office@sammit.dp.ua, dnepr@kemppi.in.ua
www.sammit.dp.ua, www.kemppi.in.ua

Fronius расширяет возможности своей сварочной системы TPS/i с помощью новой серии Steel Edition

Компания Fronius запускает новую серию сварочных систем на основе источника питания - TPS/i Steel Edition. Новая версия Steel Edition оптимизирована для сварки стали вручную. Она имеет исключительное качество и доступна по привлекательной цене. Пользователи могут выбрать различные характеристики стандартной и импульсной сварки, а также воспользоваться пакетом программ WPS, который содержит спецификации процесса сварки, сертифицированных в соответствии со стандартом DIN EN 1090.

Основной новой серии TPS/i Steel Edition компании Fronius является текущая версия источника питания TPS/i. Сварочные системы имеют модульную конструкцию, а также расширенные возможности подключения к сети и комплексные функции связи. Кроме того, их можно адаптировать к индивидуальным потребностям. Благодаря мощным процессорам они могут анализировать и контролировать процессы сварки с чрезвычайной точностью, что обеспечивает оптимальные результаты для различных задач сварки. Версия Steel Edition разработана специально для



Рис. 1. Версия TPS/i Steel Edition охватывает различные характеристики стали как для стандартных, так и импульсных дуг

сварки стали вручную. Она предлагает перечень характеристик стали для сварки как стандартных, так и импульсных дуг. Таким образом, пользователи могут выполнять задачи по сварке со стальными деталями толщиной в один мм и более.

Особенностью новой версии Steel Edition является характеристика PCS (Pulse Controlled Spray Arc), которая обеспечивает особое преимущество в диапазоне промежуточной дуги: плавный переход от импульсной к струйной дуге создает гораздо меньше сварочных брызг, в свою очередь, значительно уменьшает необходимость доработки. Кроме того, эта характеристика имеет сфокусированную дугу, гарантирующую глубокое проникновение. Она прекрасно подходит для небольших зазоров, угловых швов и корневых проходов.

Пакет программ WPS, который входит в состав версии TPS/i Steel Edition, содержит спецификации процедуры сварки для различных марок стали, толщины свариваемых металлов. Пакет WPS упрощает трудоемкий и дорогостоящий процесс создания спецификаций процедуры сварки. Это особенно полезно для компаний, продукция которых должна соответствовать европейскому стандарту DIN EN 1090. Например, производители стальных конструкций обязаны соблюдать спецификации, содержащиеся в пакете WPS, согласно европейским стандартам.

Версия TPS/i Steel Edition оснащена также системой записи и анализа данных WeldCube Light, что позволяет задокументировать процесс и показать, что сварные швы получены согласно сертифицированным спецификациям сварки. TPS/i фикс



Рис. 2. Мощный процессор TPS/i позволяет анализировать и контролировать процессы сварки с чрезвычайной точностью, обеспечивая оптимальные результаты для различных задач сварки



Рис. 3. Основой TPS/i Steel Edition является модульная и индивидуально настраиваемая платформа источника питания TPS/i

сирует большое количество информации о каждом сварном шве, например, время и продолжительность сварки, средние значения тока, напряжения, мощности, скорости подачи проволоки, и сохраняет данные во внутренней памяти TPS/i. Пользователи могут просматривать данные с помощью программы TPS/i SmartManager и экспортировать их в PDF. Благодаря этому легко документировать все операции, касающиеся сварных швов. Пользователи могут в любое время перейти на комплексные функции управления данными с помощью WeldCube Basic или WeldCube Premium.

Версия TPS/i Steel Edition доступна для различных мощностей – от 270 до 600 А. Многочисленные функции обеспечивают простоту ее использования, например, высококачественный сенсорный дисплей гарантирует упрощенное интуитивное управление.



Рис. 5. Характеристика PCS имеет сфокусированную дугу, которая гарантирует глубокое проникновение. Она прекрасно подходит для небольших зазоров, угловых швов и корневых проходов



Рис. 4. Характеристика PCS (Pulse Controlled Spray Arc) позволяет выполнить плавный переход от импульсной к струйной дуге, чтобы создавать меньше сварочных брызг

Система может быть также оснащена сварочной горелкой Fronius JobMaster. На ручке сварочной горелки JobMaster представлены важнейшие параметры сварки. Пользователь может регулировать настройки на самой ручке. Кроме того, управление пользователями с помощью карточек или брелоков дает возможность создавать индивидуальные решения, чтобы уменьшить количество ошибок, возникающих вследствие неправильной эксплуатации. Steel Edition может также поставляться вместе с горелкой с дымоотводом K4, который удаляет сварочный дым прямо на месте возникновения. Дополнительный пылевой фильтр облегчает использование сварочной системы в суровых условиях окружающей среды. Фильтр защищает систему, предотвращая попадание в корпус загрязняющих веществ, нарушающих функционирование устройства.

Fronius International – австрийское предприятие с главным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме, Штайнхаусе и Заттледте. Предприятие специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Всего штат компании насчитывает 4550 сотрудников. Доля экспорта составляет 91 %, что достигается благодаря 30 дочерним компаниям, а также международным партнерам по сбыту и представителям Fronius более чем в 60 странах. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 1 242 действующим патентам, Fronius является лидером в этой области технологий на мировом рынке.

Публикуется на правах рекламы
● # 1839

Fronius

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

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

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

ХVІІІ МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2019

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ



МЕТАЛО-
ОБРОБКА



УКРЗВАРЮВАННЯ



УКРВТОР
TPEX



УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦІЯ



БЕЗПЕКА
ВИРОБНИЦТВА



ГІДРАВЛІКА
ПНЕВМАТИКА



ПІДШИПНИКИ



УКРЛІТВО



ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ
ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ



ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ
СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ



ОРГАНІЗАТОР:

Міжнародний виставковий центр

Генеральний
інформаційний партнер:



Ексклюзивний
медіа партнер:

ЖУРНАЛ
ГОЛОВНОГО
ІНЖЕНЕРА

Технічний
партнер:



19-22
Листопада



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр
www.tech-expo.com.ua

МІЖНАРОДНИЙ
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР
Україна, Київ, Броварський пр-т, 15
М "Лівобережна"

Опыт сотрудничества специалистов Крюковского вагоностроительного завода и Высшего профессионального училища № 7 г. Кременчуг

А.А. Петров, глав. сварщик ПАО «КВСЗ», **Н.В. Высоколян**, зам. глав. сварщика ПАО «КВСЗ», **Н.Г. Несен**, директор ВПУ № 7 (Кременчуг), **П.П. Проценко**, директор МУАЦ ИЭС им. Е.О. Патона (Киев)

ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» является одним из ведущих предприятий по производству железнодорожной техники в Украине. На предприятии освоены почти все модели грузовых вагонов, которые эксплуатируются на путях «Укрзалізниці» и в др. странах постсоветского пространства.

За короткий период на предприятии освоено около 30 моделей пассажирских вагонов локомотивной тяги, а также созданы и освоены металлоконструкции для современных электропоездов и дизель-поездов. На многих станциях метрополитена эксплуатируются вагоны-метро и эскалаторы с маркой «Крюковский вагоностроительный завод».

Для изготовления металлоконструкций вагонов используются углеродистые, нержавеющие стали и алюминиевые сплавы. Все сварные конструкции, которые изготавливает предприятие, должны отвечать уровню качества сварки группам «С» или «В» согласно ДСТУ ISO 5817. Система качества сварочных процессов сертифицирована в системах ДСТУ ISO 3834 «Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов» и EN ISO 15085 «Сварка железнодорожных транспортных средств и их компонентов».

Для обеспечения выполнения высоких требований к сварке на предприятии разработан стандарт «Управление процессами сварки» который регламентирует все процедуры управления процессами

сварки включая аттестацию технологии сварки и персонала. Производство высокотехнологической техники предъявляет специфические требования к профессиональной квалификации персонала по сварке, их способности эффективно использовать приобретенные знания и умения, быстро адаптироваться к изменениям технологических процессов и организации производства. На предприятии работает 5 специалистов, имеющих дипломы Международного инженера по сварке, и специалисты по различным методам неразрушающего контроля. Для подготовки и аттестации сварщиков создан учебно-производственный центр (УПЦ), который оснащен 15-ю кабинами сварщиков и различными моделями оборудования, которое эксплуатируется в цехах завода. На предприятии созданы и работают 2 комиссии по аттестации сварщиков Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС). В учебном центре завода ежегодно проходит подготовку и аттестацию от 350 до 400 сварщиков. Особое внимание уделяется сварщикам, которым необходима первичная аттестация после окончания профтехучилищ и тем, которые ранее не проходили аттестацию в соответствии с Правилами аттестации сварщиков НПАОП 0.00-1.16-96 или стандартом ДСТУ EN ISO 9606-1:2018 «Кваліфікаційні випробування зварників плавленням. Частина 1. Сталі». Для таких сварщиков процесс перед аттестационной подготовкой занимает около месяца, а может быть и больше в зависимости от уровня их квалификации.



Участок сборки кузова зерновоза ПАО «КВСЗ»



Межрегиональные пассажирские вагоны производства ПАО «КВСЗ»

Потребность в квалифицированных сварщиках существует постоянно и это связано с оттоком квалифицированных специалистов за рубеж, а также нестабильностью заказов на продукцию вагоностроения. Одним из источников пополнения сварщиков являются выпускники ПТУ.

В Кременчуге имеется 3 училища, которые готовят сварщиков: № 6, № 7 и № 26. Как правило, из-за слабой материально-технической базы и устаревших подходов к организации учебного процесса уровень подготовки выпускников очень низкий и в итоге выпускник с дипломом «Электрогазосварщик» имеет очень слабые знания и уровень практической подготовки. Некоторые выпускники за период обучения имели возможность использовать для сварки всего несколько электродов. Как правило, для сварщиков не имеющих практического опыта, процесс перед аттестационной подготовкой на заводской базе в УПЦ длился 3-4 месяца, поэтому такая система и уровень подготовки сварщиков не устраивала работодателей, и дирекция училища понимала, что систему подготовки необходимо менять.

Чтобы изменить ситуацию с качеством подготовки сварщиков по инициативе директора Высшего профессионального училища (ВПУ) № 7 Несе на Н.Г. в 2012 г. началась подготовка сварщиков по новому стандарту ДСПТО 7219:2011 – профессия «Сварщик». Совместно с Межотраслевым учебно-аттестационным центром (МУАЦ) Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины (директор Проценко П.П.) был разработан пакет учебных программ, которые коренным образом меняют систему подготовки квалифицированных сварщиков.

Для внедрения новой системы преподаватели и мастера производственного обучения училища в соответствии с новой программой прошли подготовку в МУАЦ ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ.

В училище была сформирована экспериментальная группа учеников, в которой теоретическую и практическую подготовку вели по новой программе. Новая программа предусматривает независимую оценку теоретических знаний и практической подготовки. Для независимой оценки подготовки сварщиков приказом по Министерству образования и науки была назначена комиссия от УАКС, которая работает на Крюковском вагоностроительном заводе. Срок полномочия комиссии до одного года.

При оценке уровня квалификации сварщиков комиссия руководствуется Положением: «Порядок незалежної кваліфікаційної атестації та присвоєння професійно кваліфікаційного рівня особам, які здобувають професійно-технічну освіту за державним стандартом професійно-технічної освіти на професію «Зварник», утвердженим совместным решением Министерства образования и науки и НАН Украины.

Квалификационные экзамены профессионально-теоретической подготовки проводятся в виде тестовых заданий, составленных на основании учебных программ профессионального цикла дисциплин:

- для уровня аттестации Е-1 - 60 вопросов;
- для уровня аттестации Е-2 - 90 вопросов;
- для уровня аттестации Е-3 - 120 вопросов.

Для успешной сдачи необходимо правильно ответить не менее чем на 60 % тестовых экзаменационных вопросов. Ученики, которые не подтвердили необходимого уровня теоретических знаний, к выполнению пробных работ не допускаются.

Условия для выполнения квалификационных пробных работ и критерии их оценки регламентируются действующими в сварочном производстве стандартами, оценка качества проводится визуальным контролем в соответствии с ДСТУ ISO 5817 класс «D». Оценка результатов выполнения пробных работ дают члены аттестационной комиссии в присутствии учеников и мастера производственного обучения, анализируются и классифицируются дефекты сварки и ошибки, которые были допущены при выполнении тестового образца. Сварщики, образцы которых имеют дефекты превышающие нормы ДСТУ ISO 5817 классу «D», подлежат повторной аттестации через 1 месяц.

Результаты тестирования и квалификационных испытаний оформляются протоколами и по результатам аттестационной квалификации выпускники получают Диплом квалифицированного работника по профессии «Сварщик» и в соответствии с регламентом ДСТУ EN ISO 9606-1 квалификационный «СЕРТИФИКАТ СВАРЩИКА», который определяет уровень распространения аттестации в соответствии с требованиями Международных норм.

Учебные мастерские ВПУ № 7, имеющие площадь около 400 м² и оснащенные 24 сварочными постами, позволяют готовить сварщиков ручной дуговой сварки (111), сварщиков на полуавтоматических машинах в среде защитных газов (135) и сварщиков для сварки неплавящимся электродом в среде аргона (141). Кроме того, лаборатория сварки училища оснащена 4-я компьютерными тренажерами ДТС-02 для отработки приемов сварки.

В 2018 г. за счет государственных средств было закуплено 10 шт. сварочных аппаратов с мультисис-



Учебная мастерская подготовки сварщиков ПТУ № 7, Кременчуг



Мастер Котенко Д.В. дает рекомендации по сварке ученику темами для ручной дуговой сварки, полуавтоматической сварки в среде защитных газов и сварки неплавящимся электродом в инертных газах, кроме того, мастерская имеет гильотинные ножницы, машину для снятия фасок и ручную установку для плазменной резки.

Сварочные материалы училище покупает, а листовой прокат для тренировочного процесса и сварки образцов обеспечивает вагоностроительный завод в обмен за металлолом (отработанные сваренные образцы), такой обмен осуществляется регулярно по мере необходимости. Аналогичную помощь училищу оказывают предприятия Кременчуга – колесный и автомобильный заводы.

За счет повышения уровня подготовки выпускников училище обеспечило их 100 % трудоустройством. Значительно повысился интерес предприятий к выпускникам училища. На церемонию выпуска сварщиков приглашаются представители многих предприятий для трудоустройства выпускников на работу. Для отбора специалистов приезжают представители предприятий Харькова, Днепра, Горишни Плавни и др.

Начиная с 2015 г. учащиеся ВПУ № 7 ежегодно принимают участие в международном конкур-

се молодых сварщиков (до 20 лет) «Золотой кубок Линде», при содействии Министерства образования Чехии, конкурс профессионального мастерства Worldskills который проводится в 72 странах мира, включая Украину, выпускник училища Григораш В. представлял Украину на международном конкурсе в Китае. Как правило, представители от ВПУ № 7 входили в призовую тройку или занимали места не ниже пятого.

Внедрение новых программ и системы подготовки сварщиков в ВПУ № 7 позволило значительно поднять престижность профессии «Сварщик» среди молодежи: если до 2011 г. для учебы в училище по специальности сварочного производства набирали абитуриентов с трудом 25-30 человек, то после 2012 г. для учебы зачисляется 60-90 учащихся (2-3 группы) ежегодно и важным фактором в подготовке является то, что выпускники училища получили диплом квалифицированного работника по профессии «Сварщик».

Для распространения положительного опыта приказом Министерства образования и науки Украины на базе ВПУ № 7 организована учеба и повышение квалификации педагогов сварочного направления. Только за последние годы прошли учебу около 100 мастеров производственного обучения из 18 областей Украины.

На основании полученного положительного опыта подготовки сварщиков в 2018 г. приказом Министерства образования и науки в Украине создано 25 региональных центров для подготовки, аттестации и переаттестации сварщиков. Для качественной подготовки специалистов центрам необходима поддержка и внимание от специалистов и экспертов УАКС-а, а также от предприятий, которые желают получить квалифицированных специалистов.

● # 1840

Gamma устанавливает новый стандарт безопасности сварки

С 1 мая 2019 г. в продаже появились новые средства индивидуальной защиты (СИЗОД) для сварщиков – Gamma от компании Kemppi. Маски и др. СИЗОД этой серии снижают утомляемость сварщиков и минимизируют влияние негативных факторов на здоровье. Маски Gamma обеспечивают также дополнительное рабочее освещение, благодаря которому улучшается обзор и повышается безопасность сварочных работ. Gamma установил новый стандарт безопасности и защиты для сварщиков во всем мире. Вредные производственные факторы в сварочных цехах представляют серьезную проблему для работодателей и работников. Помимо очевидных угроз, таких как яркий свет и высокая температура сварочной и режущей дуги, есть загрязнение воздуха в производственном помещении. Как правило, сварщики вдыхают 4000 литров воздуха за 8-часовую рабочую смену, и если дыхательная система не защищена, загрязненный воздух представляет серьезную опасность для здоровья.

«Новая продукция серии Gamma задала новый стандарт уровня защиты и соответствует наивысшей европейской классификации (класс ТН3) по коэффициенту проникновения для средств защиты органов дыхания, обеспечивая защиту от 99,8 % находящихся в воздухе газообразных и механических загрязнений» – говорит начальник производства средств индивидуальной защиты компании Kemppi Oy.

www.kemppi.com

● #1841

Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Линде 2019»

С 15 по 17 апреля 2019 г. в г. Фридек-Мистек (Чешская Республика) состоялся 23-й Международный конкурс молодых сварщиков (в возрасте до 20 лет) «Золотой кубок Линде 2019» (Zlatý pohár Linde 2019). Традиционно организатором конкурса выступила средняя профессиональная школа г. Фридек-Мистек, директор – Павел Ржезничек в сотрудничестве с генеральным партнером фирмой Linde Gas a.s. Конкурс был рекомендован Министерством образования Чешской Республики.

В конкурсе приняли участие 117 молодых сварщиков из 60 учебных заведений Чехии, Словакии, Украины, Германии и Болгарии. По номинациям количество участников составило: метод 111 – 29, метод 135 – 48, метод 141 – 15, метод 311 – 25 конкурсантов.

Номинации конкурса:

- метод 111 (ручная дуговая сварка покрытым электродом),
- метод 135 (дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах),
- метод 141 (дуговая сварка неплавящимся электродом в инертных газах),
- метод 311 (газовая сварка),
- сварка на тренажере SALDAMATIC методом 135.

Спонсорами команды сварщиков Украины выступили: ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмбХ», Киев, генеральный директор – **Дидус Ю.А.**; ООО «Интерхим-БТВ», Киев, директор – **Чернецкий В.И.**; ООО «Саммит», Днепр, директор – **Феденко В.В.**; ЧП «Идель», Одесса, директор – **Кравченко Н.А.**

Состав делегации Украины: руководитель делегации – Воробьев А.Н., председатель Одесского филиала ОО «Общества сварщиков Украины» (ОООСУ), Южный, Одесская область; Попов А.Н., старший мастер производственного обучения (ПО) Высшего профессионального училища (ВПУ) № 7, Кременчуг, Полтавская область; Позначкий В.И., мастер ПО ВПУ № 21, Ивано-Франковск; Радецкий В.В., мастер ПО Ярмолинского аграрно-промышленного центра профессионального образования (АПЦПО), пгт. Ярмолинцы, Хмельницкая область.

Конкурсанты: в номинации 111 (ММА) – Виталий Касаинов, 2000 г. р., учащийся ВПУ № 7, Кременчуг, Полтавская обл.;

в номинации 135 (MAG) – Юрий Гавриленко, 1999 г. р., учащийся Государственного учебного заведения (ГУЗ) Межрегиональное ВПУ автомобильного транспорта и строительной механизации (МВПУАТСМ), Киев;

в номинации 141 (WIG) – Тарас Гридзин,

2001 г. р., учащийся ВПУ № 21, Ивано-Франковск; в номинации 311 (OAW) – Ян Радзиевский, 2001 г. р., учащийся Ярмолинского АПЦПО, пгт. Ярмолинцы, Хмельницкая обл.

Международный конкурс проводился только по практическим работам. Одновременно для чешских участников проходил национальный конкурс по практическим навыкам и теоретическим знаниям. Три лучших результата по практическим навыкам были включены в международный конкурс.

Практическая часть конкурса проходила на учебно-производственной базе школы в соответствии с заявленной программой и условиями проведения конкурса по номинациям.

Конкурсные задания участникам были сообщены за месяц до начала конкурса. В каждой номинации необходимо было выполнить сварку только одного стыкового (BW) сварного соединения пластин (P) из углеродистой стали S 235 (1.1) в положении вертикально-неповоротном (PF), односторонняя сварка с полным проплавлением на весу (ss nb):

- метод 111 – P BW 1.1 B s10 PF ss nb (ČSN EN ISO 9692-1), длина шва 300 мм. Сварочный источник Pico 180 puls фирмы EWM Hightec Welding, s.r.o. Сварочные электроды группы FM1, фирмы ESAB Vamberg, s.r.o., марка OK 48.00 тип по EN ISO 2560-A: E 42 4 B 42 H 5, Ø 2,5 мм;
- метод 135 – P BW 1.1 S s12 PF ss nb (ČSN EN ISO 9692-1), длина шва 300 мм. Сварочный источник Phoenix 355 Progress puls, EWM Hightec Welding, s.r.o. Защитный газ фирмы Linde Gas a.s. – Corgon 18, ISO 14175: M21 (82 % Аргон и 18 % CO₂). Сварочная проволока группы FM1, фирмы ESAB Vamberg, s.r.o., марка OK Aristo-Rod 12.50, тип по ISO 14341-A: G3Si1, Ø 1,0 мм;
- метод 141 – P BW 1.1 S s4 PF ss nb, длина шва 150 мм, 2 образца. Сварочный источник Trans Tig 1750 puls, FRONIUS Česká republika, s.r.o. Защитный газ фирмы Linde Gas a.s. – Argon 4.6 EN ISO 14175: I1. Сварочные прутки группы FM1, фирмы ESAB Vamberg, s.r.o., марка OK Tigrod 12.61, тип по EN ISO 636-A: W3Si, Ø 2,0 и 2,4 мм;
- метод 311 – P BW 1.1 S s4 PF ss nb gw, длина шва 150 мм, 2 образца. Пост газовой сварки оборудован сварочными комплектами фирмы GCE Trade s.r.o. Сварочные газы фирмы Linde Gas a.s. – ацетилен и кислород. Сварочные прутки группы FM1, фирмы ESAB Vamberg, s.r.o., марка: G 104, EN12536: OIII, Ø 2,0 и 2,5 мм;
- тренажер Soldamatic – выполнение трех заданий, сварка методом 135 пластин: стыковое со-



Команда сварщиков Украины. Слева направо: Воробьев А.Н., Попов А.Н., Касаинов Виталий (111), Гриджин Тарас (141), Гавриленко Юрий (135), Радзиевский Ян (311), Познацкий В.А., Радецкий В.В.

единение в положение вертикальном (РF), нижнем (РА) и углового соединения в положении РВ.

За день до начала конкурса в сварочных мастерских нашим участникам была предоставлена возможность познакомиться с рабочим местом, оборудованием и выполнить пробную работу.

Во время выполнения практических заданий к конкурсантам предъявлялись требования по соблюдению режимов сварки в соответствии с технологической инструкцией (WPS), последовательности сварки, соблюдению правил безопасности. Одним из важных требований было выполнение принудительной остановки при наложении корневого и облицовочного швов (Стоп-Старт). Подготовка пластин под сварку должна была выполняться по нормам CSN EN ISO 9692-1. Время на сварку конкурсного задания составляло 60 минут.

Жюри практической части конкурса было сформировано из представителей международных команд. Председатель жюри – инженер Иржи Шинделка (Dom – ZO 13 s.r.o., Острава, Чехия), от Украины в состав жюри был включен Воробьев А.Н. Оценку сварных швов жюри осуществляло по балльной системе согласно нормам CSN EN ISO 5817 только методом визуального осмотра.

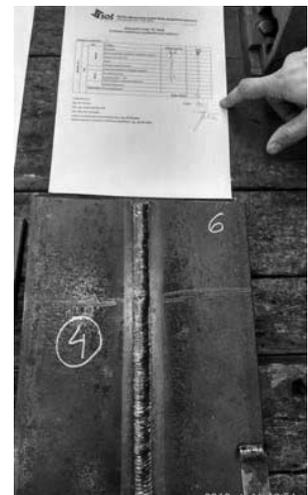
Для соблюдения конфиденциальности участников, их номера на образцах были заварены пласти-

нами. Номера конкурсантам присваивались при регистрации; на руке был закреплен браслет с личным номером. Жюри, при проведении контроля качества сварного соединения, выполняло свою нумерацию образцов и под этими номерами вносило результаты в рабочий протокол. Оценку швов проводили по балльной системе отдельно для корня шва и облицовочного шва. Для пяти образцов с лучшими результатами по условиям конкурса должен был проводиться последующий контроль методом визуального осмотра и измерения сварных швов по разработанным оргкомитетом оценочным нормам. Фактически, для контроля было отобрано по номинациям разное количество образцов, что отражено в сводной таблице результатов. Этот результат был окончательным. Вскрытие номеров участников производил оргкомитет при отсутствии членов жюри. Такие методы позволили в полной мере обеспечить объективную оценку конкурсных заданий.

По рекомендации команды Украины в оценочную таблицу в этом году был дополнительно включен контроль ширины шва.

Сварные образцы конкурсантов были выставлены для ознакомления перед зданием школы; все желающие могли посмотреть и сравнить работы соперников. По итогам конкурса победители и призеры были награждены дипломами и ценными подарками от спонсоров соревнований. Остальные участники получили почетные грамоты от организаторов конкурса.

В этом году команда Украины смогла показать высокие результаты подготовки сварщиков. Об этом красноречиво говорят итоговые таблицы результатов. Лучший результат смог показать **Виталий Касаинов**, ученик ВПУ № 7, Кременчуг, в номинации 111 – 2 место. Наш конкурсант отстал всего на 2 балла от победителя в этой номинации. Хочется отметить и участников нашей команды в номинациях 135 и 141, которые не смогли преодолеть призовой барьер и остались на 4-м и 5-м местах.



Лучшие образцы и протоколы измерений. Метод 135



Пьедестал почёта в номинации 111

В целом хочется отметить возросший за эти годы уровень подготовки всех участников в т. ч. наших учеников сварщиков. Перед нашей командой в этом году ставилась одна важная цель – побороться за первое место в номинации 111 – метод, в котором нам многие годы не удавалось добиться хороших результатов. Для этого на старшего мастера ПО ВПУ № 7, Кременчуг, Попова А. Н. была возложена обязанность за подготовку ученика к конкурсу, с которой он успешно справился. Подготовка его ученика велась в тесном сотрудничестве с ОСУ. Невозможно было осуществить свои планы без поддержки директора ВПУ № 7 – **Несена Н.Г.**, особая ему за это благодарность.

Без благодарности и признания личного вклада в подготовку учеников нельзя оставить и руководителей всех учебных заведений, принимавших участие в формировании состава команды сварщиков Украины: **Мельника В.М.**, директора Ярмолинцевского АПЦПО, пгт. Ярмолинцы, Хмельницкой обл.; **Бабяка М.М.**, директора ВПУ № 21, Ивано-Франковск; **Коваленко В.М.**, директора ГУЗ МВПУАТСМ, Киев.

Хочется также напомнить, что сварщики в этом году отбирались в состав команды по результатам Всеукраинского конкурса профессионального мастерства «WORLD SKILLS UKRAINE 2018», который



Призер конкурса Виталий Касаинов и его педагог Попов А.Н.

прошел в 2018 г., и многие учебные заведения, которые тесно сотрудничают с ОСУ и являются потенциальными претендентами на формирование команды Украины, не смогли попасть в ее состав. Это говорит о повышении конкуренции в Украине среди учебных заведений и возросшей роли конкурсного отбора. Поэтому благодарим всех руководителей и преподавателей ПТНЗ, которые вносят непосредственный вклад в улучшение подготовки сварщиков, отказываются от старых формальных методов обучения сварщиков и откликаются на сотрудничество с ОСУ.

Остальные учебные заведения, принимавшие участие в конкурсе, самостоятельно вели подготовку без корректировок с нашей стороны. Это говорит о том, что сотрудничество необходимо и в «свободное плавание» учебные заведения отпускать рано. Неудача в номинации 311 связана с теми же причинами и еще с отсутствием конкуренции в этом методе сварки в Украине; да и сам метод сварки не сильно востребован в производстве.

В завершение отметим, что при правильном подходе к обучению сварщиков, наша страна в полной мере может конкурировать на международной арене, подготавливая высококвалифицированных сварщиков. Но, к сожалению, сегодня остается фактом то, что государство тратит деньги на неквалифицированную подготовку сварщиков. Этому можно посвятить много статей, если в этом есть у государства и ответственных лиц хоть какая-то заинтересованность. В прошлом году и сейчас мы наблюдаем изменения, происходящие в Украине, касающиеся обучения сварщиков. Пока это только обновление производственной базы, но и тут много вопросов о целесообразности комплектации рабочих мест. Это решение только одного из трех факторов, влияющих на обучение профессии сварщик, и которые не работают по отдельности, т. е. эффективность действий государства пока остается низкой. Остается загадкой, кто проводит со стороны специалистов консультации правительства, если таковые есть.

Что касается международного конкурса молодых сварщиков «Золотой кубок Линде 2019», необходимо отметить, что конкурс был организован и проведен на высоком уровне. Организаторами делается большой вклад в популяризацию профессии сварщика и поднятия ее престижа. В свободное время участникам были предложены экскурсионные и культурные мероприятия. Конкурс освещался местными средствами массовой информации. Результаты конкурса опубликованы на сайте школы-организатора: www.sosfm.cz и Одесского филиала ОО «ОСУ»: www.tzu.od.ua

*Руководитель Одесского филиала ОО «ОСУ»,
Воробьев А.Н.*

● # 1842

Календарь выставок на II-е полугодие 2019 г.
Украина

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
11.09-13.09	Одесса, ВК Одесского морского торгового порта	Электроника и энергетика	19-я специализированная техническая выставка	Центр выставочных технологий www.expo-odessa.com
19.11-22.11	Киев, Международный выставочный центр	XVIII Международный промышленный форум – 2019	Металлообработка УкрЛитье УкрСварка	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua

Международные

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
04.06-07.06	Познань, Польша	ITM Poland 2019	Международная выставка промышленных технологий и оборудования для сварки	www.itm-polska.pl
17.09-20.09	Минск, Беларусь	Белорусский промышленный форум 2019	23-я международная специализированная выставка	Республика Беларусь, пр. Победителей, 20/2, Футбольный манеж.
15.10-18.10	Москва, КВЦ «Сокольники»	Weldex/Россварка – 2019	19-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	Группа компаний ITE www.weldex.ru
19.11-21.11	Екатеринбург, РФ	Сварка. Контроль и диагностика 2018	Специализированная выставка	ЗАО «Уральские выставки» т. +7 343 385 35 35 www.uv66.ru

В рамках международного выставочного проекта

БЕЛОРУССКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ФОРУМ



XV КОНКУРС СВАРЩИКОВ БЕЛАРУСИ
с международным участием

PROFSVARKA.BY

Футбольный манеж
пр. Победителей, 20/2
Минск, Беларусь

17-20 СЕНТЯБРЯ 2019

3-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ПРОФСВАРКА

Унитарное предприятие "Экспофорум", УНП 100702781

☎ (+375 17) 314 34 38
@ alexdas@expoforum.by



ЭКСПОФОРУМ
выставочное предприятие

IX спеціалізована виставка «Метал. Обладнання. Інструмент»

9-11 квітня 2019 р. у Львові у ВЦ «Південний-Експо» відбулася IX спеціалізована виставка «Метал. Обладнання. Інструмент 2019». Вона була спрямована на об'єднання фахівців в галузі машинобудування, їх взаємодію для покращення технологічних процесів та якості, а також на популяризацію існуючих досягнень вітчизняних та зарубіжних фірм. Тематичні розділи виставки є достатньо широкими та охоплюють практично все машинобудування: обладнання для обробки металу; металорізальні верстати та оснастка; лазерне, плазмове обладнання і технології; обладнання для розкрою листа і прокату; металорізальні інструменти; зварювальне обладнання; ковальське обладнання та виробу; ручний електроінструмент; абразивний, алмазний, прецизійний інструмент; пневматичний і гідравлічний інструмент; слюсарний та монтажний інструмент; металовироби, виробу для з'єднання та кріплення; засоби захисту.

Серед компаній, які взяли участь у роботі виставки слід відмітити наступні: ТОВ Фроніус Україна; ТОВ Джейсік Україна; ТОВ 2-Дельфін Інжиніринг; KIPR POLSKA Sp. z o.o.; Абпланал Україна; ТОВ ВЕКТОРТУЛ; ТОВ Атон; ТОВ ВаріУс Інженерно-Технічний Центр; ТОВ Гюрінг; ТОВ Дельта – Сучасні технології; ТОВ Експерт Тулс; ПМП Експрестехпостач; Завод підйомно-транспортного устаткування «Віра-Сервіс Інтермаш»; Калафат; ТОВ Кверб; ТОВ КМА ЮКРЕЙН; ТОВ Форсаж-Україна; ТОВ Фрактальність; ТОВ Тріада-Зварка; ТОВ НТМА; ТОВ ПОЛТЕГ МЕТ; ТОВ Промислова компанія «ЗОЛОТЕ РУНО, УКРАЇНА»; ТД ТОВ ПРОМИСЛОВІ ОЛИВИ І.Л.С.; ТОВ Роллері Україна; ТОВ СПЕЦПОРІЗ; ТОВ СТАНКОПРОМІМПОРТ НВГ; ТОВ ТЕХМАШ ТД; тощо.

При цьому значна частина виставки була виділена для представлення зварювальних процесів, обладнання і споріднених технологій. Тут були присутні не лише відомі фірми-виробники типу «Фроніус Україна», «Джейсік Україна», а також регіональні підприємства, що працюють в напрямку зварювальних технологій. Останні практикують поєднання існуючого обладнання із власними технологічними розробками, а тому заслуговують на особливу увагу. Зокрема ТОВ «НТМА» із м. Івано-Франківськ розробляє верстати із ЧПК для плазмового різання металу, керованого зварювання на спеціалізованих верстатах із використанням обладнання фірми «Фроніус Україна» тощо.

Під егідою ГО «Товариство зварників України» виставку відвідали майбутні фахівці даної галузі,



Рис. 1. Обговорення особливостей реалізації керованих процесів зварювання на обладнанні фірми «Фроніус Україна»



Рис. 2. Зварювальна техніка фірми «Джейсік Україна» зацікавили не лише майбутніх інженерів

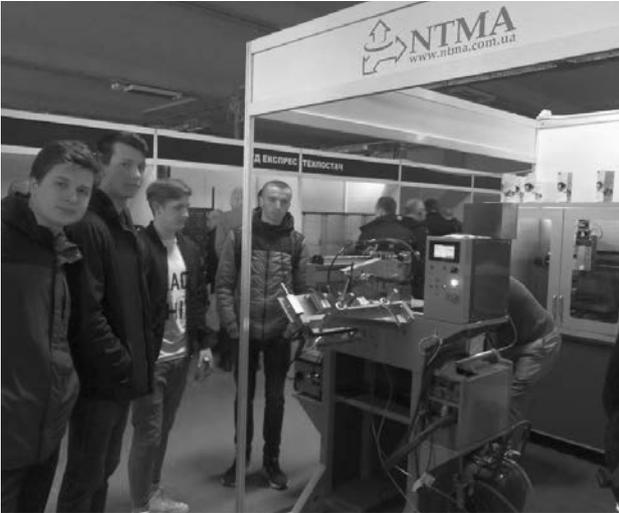


Рис. 3. Обладнання для автоматизованого зварювання тонколистового металу ТОВ «НТМА»



Рис. 4. ТОВ «2-Дельфін Інжиніринг»



Рис. 5. ТОВ «Форсаж»

а саме студенти Інституту інженерної механіки та транспорту Національного університету «Львівська політехніка». Вони ознайомилися із особливостями технологічних процесів зварювання та обладнання для його реалізації. Зважаючи на те, що зварювання часто охоплює практично усі супутні проце-



Рис. 6. Стенд журналу «Сварщик», НТК ІЕЗ ім. Е.О. Патона НАНУ

си металообробки, студенти отримали змогу побачити наочно усі тенденції ринку в галузі машинобудування, що мають застосування зараз або отримають розвиток в найближчому майбутньому.

Окремі фірми відгукнулися на пропозицію викладачів кафедри зварювального виробництва, діагностики та відновлення металоконструкцій НУ «Львівська політехніка», доцентів Дзюбика А.Р. та Білобородченка В.І. щодо більш ґрунтовної співпраці із ВУЗом. Зокрема фірма ТОВ «Джейсік Україна» погодилась розглянути питання щодо відкриття спільного навчально-наукового центру у Львівській політехніці із застосуванням власного зварювального обладнання. Такий центр буде корисний не лише для студентів і набуття ними практичного досвіду роботи. Тут планується реалізувати постійно діючу виставку обладнання фірми «Джейсік Україна» та здійснювати його післягарантійний ремонт. Про ефективну маркетингову політику при цьому, годі й говорити ...

Інформаційними спонсорами виставки були: Сварщик, Автоматическая сварка, Машинобудування України, Метал України, Устаткування і інструмент для професіоналів, Промисловість у фокусі та інші.

Наступна ювілейна Х спеціалізована виставка пройде у квітні 2020 р. у Львові також у ВЦ «ПівденнийЕкспо».

А.Р. Дзюбик,
керівник Львівського філіалу ГО «ТЗУ»

● # 1843

Наименование

Ед. изм. Цена, грн.

Телефон

Предприятие

I. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

I.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

I.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

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

I.0120. Выпрямители сварочные

ВДМ-630, 1202, 1601, 2001	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверторы для MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккумулят.	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW - 333 («Семонт»)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

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

I.0130. Трансформаторы сварочные

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

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

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø 0,8-3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. комплекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверт. свар. комплексы HC 500D, HC350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø 0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ТР-1100, 1500 малагаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10-150 А	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
П/а промышл. «Варио Стар» (160-400 А) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
Инверторные п/а, 160-350 А, горелки к п/а и расходные материалы	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216	к/шт.	от 10 800	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
П/автомат FAN MIG 404 GP (Synergy) 400 А, сварка всех сталей и 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 ТС-18М, ТС-77А, А-1698, ТС-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Аппараты для дуговой сварки Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

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

PLASMA

Витратні деталі, що є сумісні більш ніж з 100 системами плазмової різки відомих світових виробників таких як HYPER THERM®, ESAB®, KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN® и т. д.

LASER

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



THERMACUT®
THE CUTTING COMPANY®



OXY-FUEL

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

АПАРАТИ ПЛАЗМОВОГО РІЗАННЯ

- EX-TRAFIRE®30H
- EX-TRAFIRE®30SC
- EX-TRAFIRE®40SD
- EX-TRAFIRE®55SD
- EX-TRAFIRE®75SD
- EX-TRAFIRE®105SD.

Плазмотрони FHT-EX розробки THERMACUT.

ТОВ «Термакат Україна ГмбХ»
вул. Петропавлівська, 24
08130, с. Петропавлівська Борщагівка
тел./факс: (044) 403-16-99
e-mail: info@thermacut.ua

www.thermacut.com

м. Київ: (050) 336-33-91
(050) 444-22-45
м. Миколаїв: (050) 333-81-61
м. Харків: (050) 417-60-68
м. Львів (050) 382-46-68

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

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

Плазмотроны ВПР-9, ВПР-15, ПВР-402, расход. материалы, комплект. (Binzel) 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 Fanuc	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Системы автоматизации сварки Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО

I.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель	шт.	58,20	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС 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. - АI (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогабарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Ремонт и восстановление машин контактной сварки, купим машины контактные	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС 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 ИЭС им. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.0320. Комплексы для электродуговой металлизации

I.0330. Горелки и резаки газокислородные

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

I.0340. Генераторы ацетиленовые

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

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

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

I.0360. Установки для газотермического напыления

I.0370. Карбид кальция

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

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
<ul style="list-style-type: none"> Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO₂ и смесях (MB EVO PRO, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60-750 А, газовое и жидкостное охлаждение) Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80-500 А, газовое и жидкостное охлаждение). Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200-2800 / 200-800 А). Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOOL L1000, ABICOOL L1250). Редукторы газовые. 	<p>ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмБХ»</p> <p>Тел./факс: (044) 290-90-89, 403-13-99 (044) 403-14-99, 403-15-99</p> <p>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</p>  <p>www.binzel-abicor.com</p>			
<ul style="list-style-type: none"> 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. 				

I.0380. Рукава и шланги

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

I.0390. Баллоны газовые

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

	шт.	от 144	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	-----	--------	--------------------------	------------------------------

I.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления

I.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию

I.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки

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

I.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним

Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Горелки для 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 ООО
---------------------	-----	------------	--------------------------------	------------

I.0540. Инструменты

Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0550. Электроинструменты

I.0560. Кабельно-проводниковая продукция

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

I.0570 Прочие комплектующие

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

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

II. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

II.0100. Электроды покрытые металлические

II.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочные электроды Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
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 ООО
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 ООО

II.0120. Для сварки нержавеющей сталей

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

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 ООО
-------------	----	--------	--------------------------	----------------------

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 ООО
---	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0160. Для резки

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

II.0200. Электроды неплавящиеся

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

II.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

II.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

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

II.0320. Для сварки нержавеющей сталей

Сварочная проволока Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Св-07Х25Н13 Ø 1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8С3Б (ЭП-305) Ø 2,0 мм, Св-08Х20Н9Г7Т Ø 1,6, 3,0, 4,0 мм	кг	69-75	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО

II.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

Проволоки д/сварки алюминия на кат., в бухтах, прутках, Ø 0,8-4,0 мм	кг	от 87	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
--	----	-------	--------------------------	----------------------

II.0340. Для сварки чугуна

ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø 1,2-3,0 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
-----------------------------	----	------------	--------------------------	----------------------



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!

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

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 ООО
ПП-АН1 Ø 2,8 мм, ППР - ЭК1 (для подводной сварки)	кг	договорная	(044) 200-8088, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

II.0420. Для наплавки

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

II.0430. Для резки

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

II.0500. Флюсы плавные и керамические

II.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей

АН-47, АН-348А, АН-26	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
-----------------------	----	------------	--------------------------	----------------------

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 ООО
-----------------------------	-------	------------	----------------	----------------------

III.0300. Газовые смеси

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

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 ООО
--	-----	-------	--------------------------	----------------------

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 ООО
---	-----	-------	--------------------------	----------------------

IV.0300. Средства индивидуальной защиты

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

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 ООО
Любые приборы контроля и диагностики под заказ	шт.	договорная	(044) 248-7336, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

VI. УСЛУГИ

VI.0100. Услуги

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

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

Амити 000	т. (0512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Бинцель Украина ГмбХ ПИИ 000	т./ф. (044) 290 90 89, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
Велдотерм-Україна ТОВ.....	т./ф. (03472) 60 330, weldotherm@ukr.net
Велтек ТМ 000	т./ф. (044) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09, 200 87 27
Джейсик Украина 000	т. (044) 200 16 55, м. (067) 486 96 37
Запорожстеклофлюс ЧАО	т./ф. (061) 239 70 61, 239 70 70, 239 70 77
Интерхим-БТВ 000.....	т. (044) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62
Линде Газ Украина ЧАО.....	т./ф. (0562) 35 12 25, 35 12 28, (056) 790 03 33, (0 800) 30 51 51
МВЦ 000.....	т. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
Мигатехиндустрия 000.....	т. (044) 360 25 21, 500 58 59
НАВКО – ТЕХ НПФ 000.....	т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53
Промавтосварка НТЦ ЧП.....	т./ф. (0629) 37 97 31, (044) 222 90 26, м. (067) 627 41 51,
Рентстор 000.....	т. (044) 383 18 12, м. (095) 899 18 22
Саммит 000.....	т./ф. (056) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24
СЕВИД ЧП КП.....	т. (0552) 32 84 31, 32 84 35, м. (067) 550 11 87
Термакат Украина Гмбх 000.....	т./ф. (044) 403 16 99, м. (050) 336 33 91
Технолазер-Сварка 000.....	т./ф. (0512) 50 10 01, 57 21 27, т. 36 91 20
Технопарк ІЗС ім. Е.О. Патона 000	т. (044) 287 27 16, 200 80 42
Фрониус Украина 000	т. (044) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44
Экотехнология ДП 000.....	т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.) 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36
Энергия Сварка ГмбХ 000.....	т. (0612) 96 72 45, 96 49 45, ф. 95 06 81

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

Город	Название подписного агентства	Телефон
Днепр	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Киев	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Николаев	ООО «Ню Хау»	(0512) 47-20-03
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«ФорТ» Издательство	(0572) 14-09-08



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги Цена (грн.)*

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко. Кислородная резка и внепечной нагрев в тяжелом машиностроении. 2017.— 368 с.	120
В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004.— 196 с.	70
А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004.— 260 с. ...	70
О. С. Осика та ін. Англо-український та українсько- англійський словник зварювальної термінології. 2005.— 256 с.	70
В. М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005.— 196 с.	70
В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005.— 208 с.	70
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006.— 368 с.	100
А. Я. Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в современ- ных сварных конструкциях. 2006.— 112 с.	70
П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006.— 176 с.	70
А. Е. Анохов, П. М. Корольков. Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006.— 320 с.	70
Г. И. Лашенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006.— 384 с.	70
А. А. Кайдалов. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с. ...	70
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с.	70
А. Г. Потатьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с.	70
Г. И. Лашенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с.	70
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с.	70
З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с.	120
В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009.— 400 с.	100
В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 — 194 с. ...	70
**Г. И. Лашенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с.	80

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки

** Продается только в электронной версии.

Электронные версии книг стоят в два раза дешевле.

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

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

Для получения дополнительной информации о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

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

1826	1827	1828	1829	1830	1831	1832
1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839
1840	1841	1842	1843	1844	1845	1846
1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853
1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860
1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867
1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2019 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 2019 г.

На внутренних страницах		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1 полоса	210×295	5000
1/2 полосы	180×125	2600
1/4 полосы	88×125	1300
На страницах основной обложки		
Страница	Размер, мм	Грн.*
1 (первая)	215×175	12000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки)	8000
2 и 7	205×285)	7000
На страницах внутренней обложки		
Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*
3-4 (1 полоса)	210×295	6000
5-6 (1 полоса)	210×295	5500
5-6 (1/2 полосы)	180×125	2800
Визитка или микромодульная реклама		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1/16	90×26	360

* (все цены в грн. с НДС):

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

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

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

Строчные ч-б позиции

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

Прогрессивная система скидок

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

Требования к оригинал-макетам

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

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

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 4 — до 15.07)

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

Ред., зам. рук. ред., **О. А. Трофимец**:
тел.: (044) **200-80-18**
e-mail: trofimets.welder@gmail.com

www.welder.stc-paton.com