

Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона

научно-технический журнал

# Мир сварки

№ 1 (55) 2021

Тема номера: Сварка в судостроении

## ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ 2021



**21-24 СЕНТЯБРЯ**  
РОССИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

# НЕВА 2021

16-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ГРАЖДАНСКОМУ СУДОСТРОЕНИЮ,  
СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ,  
ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА



**30 000 м<sup>2</sup>**  
ПЛОЩАДЕЙ



**24 720**  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



**64**  
РОССИЙСКИХ  
И ЗАРУБЕЖНЫХ СМИ



**29**  
СТРАН-  
УЧАСТНИКОВ



**654**  
ЭКСПОНЕНТА



**39**  
ТЕМАТИЧЕСКИХ  
МЕРОПРИЯТИЙ



Учебный центр «Специалист» является коллективным членом «Альянса сварщиков». Центр создан для подготовки специалистов и демонстрации новых технологий и оборудования. Создан специальный «Мастер-класс». Обучение проводится на оборудовании ведущих отечественных и западных фирм, разрабатывающих и выпускающих сварочное оборудование.

*Руководитель центра :*

*Заслуженный технолог России,*

**Кляровский Артур Васильевич.**

Учебный центр «Специалист» организует аттестацию сварщиков по правилам

Ростехнадзора РФ ПБ 03-273-99, РД 03-495-02 по:

1) следующим маркам свариваемых материалов:

- углеродистым и низколегированным конструкционным сталям перлитного класса (M01; M03);

- низколегированным теплоустойчивым сталям перлитного класса (M02);

- высоколегированным сталям различных классов (M04; M11);

- алюминию и его сплавам (M21; M22);

- меди и её сплавам (M31; M32; M34);

- титану и его сплавам (M41);

2) следующим методам сварки:

- ручной дуговой покрытыми электродами (РД);

- ручной аргодуговой неплавящимся электродом (РАД);

- механизированной плавящимся электродом в среде активных газов и смесях (МП);

- автоматической под флюсом (АФ);

- газовой (Г);



*Обучение производится по специальностям:*

*Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (РД)*

*Сварщик дуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах (РАД)*

*Сварщик частично механизированной сварки плавлением (МП)*

*Сварщик дуговой сварки самозащитной проволокой*

*Сварщик дуговой сварки под флюсом(АФ)*

*Сварщик дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах*

*Сварщик газовой сварки (Г)*

*Резчик ручной кислородной резки*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА:

Главный сварщик АО «ПО»Севмаш» **Аввакумов Ю.В.**

Герой России, д.т.н., почетный гражданин Санкт-Петербурга, Президент Ассоциации судостроителей **Александров В.Л.**

Президент Российского союза выставок и ярмарок, Член Совета Санкт-Петербургской ТПП **Алексеев С.П.**

Главный сварщик НИЦ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей», д.т.н. наук **Горбач В.Д.**

Профессор Санкт-Петербургский политехнический университета Петра Великого (Политех), д.т.н. **Кархин В.А.**

Директор ООО «РСЗ МАЦ», доцент Санкт Петербургского политехнического университета Петра Великого (Политех), к.т.н. **Левченко А.М.**

Директор департамента технического развития АО «ОСК» **Ляшенко С.М.**

Зав.кафедрой «Теория и технология сварки», профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (Политех), д.т.н. **Паршин С.Г.**

ИЗДАТЕЛЬ: «ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона»

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор **Рубцова Н.Н.**

Заместитель главного редактора **Кляровский А.В.**

Верстка **Корниенко О.И.**

Адрес редакции: Санкт-Петербург, ул Софийская,66  
Тел.: (812) 3090368,4483775 www.welding.spb.ru

Редакция не несет ответственности за неточности в материалах, предоставленных авторами.

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ:

Вронская Н.А. тел.(812) 3090368

E-mail:ac@welding.spb.ru

СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ

ПИ №ФС28428 от 26 декабря 2006 г.

Тираж 3000 экз.



НОВОСТИ И ОТЧЕТЫ

«Сварка/Welding 2020»

«Актуальные проблемы повышения эффективности сварочного производства» в рамках выставки 4

Санкт-петербургский Клуб моряков-подводников при поддержке ООО «ЦТС Выборг» передал в дар учебному кораблю «Перекоп» сварочный аппарат 8

16-я международная специализированная выставка и конференция по гражданскому судостроению, судоходству, деятельности портов, освоению океана и шельфа «НЕВА 2021». 9

«Инновационные сварочные технологии в судостроении, производстве морской техники и строительстве береговых объектов - 2021» 10

Итоги первой «Российской промышленной недели-2020» 12

Сварка в германии 15

Задачи сварочной отрасли и индустрия 4.0 15

ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ

Подводная сварка и резка для арктических и оффшорных конструкций 18

Состояние и перспективы развития электронно-лучевых технологий 21

Стенд для механизированной подводной сварки самозащитной порошковой проволокой 31

Диффузия водорода в разнородном сварном соединении 33

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Разносторонняя подготовка специалистов сварочного производства 35

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Состояние вопроса о подтверждении соответствия объектов сварочного производства в РФ и в ЕАЭС 37

ОТ РЕДАКТОРА

*Здравствуйте, коллеги.*

*Выпуск этого номера журнала, посвящен сварки в судостроительной отрасли.*

*Что нового мы ждем от современной промышленности?!!!*

*Мы вошли в эру нового формата- Индустрия - 4.0.*

*Впервые этот термин появился в 2011 году. Тогда на одна из промышленных выставок в Ганновере правительство Германии заговорило о необходимости более широкого применения информационных технологий в процессе производства и развития современных так называемых «умных заводов». Термин 4.0, уже в 2014 году вошел в массовое употребление и стал синонимом «Четвертой промышленной революции». Правительство РФ разработала в 2019 году программу: «Цифровая экономика Российской Федерации», где прописаны основные шаги по внедрению цифровых технологий в промышленности и социальной сфере.*

*Дан ясный вектор к движению и наша общая задача, найти пути для ее реализации.*

*Коллектив редакции журнала.*

## «СВАРКА/WELDING 2020» СОСТОЯЛАСЬ В ГИБРИДНОМ ФОРМАТЕ

С 18 ПО 20 НОЯБРЯ 2020 ГОДА В КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ «ЭКСПОФОРУМ» СОСТОЯЛАСЬ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «СВАРКА/WELDING 2020», НА КОТОРОЙ УЧАСТНИКИ МЕРОПРИЯТИЯ ПОДЕЛИЛИСЬ ПОСЛЕДНИМИ НОВОСТЯМИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

*Ключевым событием прошедшего мероприятия стала деловая программа выставки, которая проходила в гибридном формате (классическое офлайн-мероприятие с онлайн-включениями). В рамках деловой программы состоялась традиционная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы повышения эффективности сварочного производства» и семинар «Применение технических регламентов. Новое в идеологии технического регулирования». Было заслушано и обсуждено 11 докладов по различным направлениям научной и производственной тематики, а также по вопросам развития сварки и управлением ею, как важнейшей межотраслевой технологией в Российской Федерации.*

*Пленарное заседание научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения эффективности сварочного производства» было посвящено обсуждению вопросов развития и модернизации отрасли, а также тенденциям, формирующимся на мировом рынке сварочного оборудования, мероприятию прошло при поддержке Минпромторга России. Семинар «Применение технических регламентов. Новое в идеологии технического регулирования», затронул тему стандартизации в сварочной отрасли.*

### РЕШЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА» В РАМКАХ ВЫСТАВКИ «СВАРКА/WELDING 2020», Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, КВЦ «ЭКСПОФОРУМ», 18 – 19 НОЯБРЯ 2020 Г.

Активное участие в организации и проведении конференции приняли:

НИЦ «Курчатовский институт» ЦНИИМК «Прометей» им. И.В. Горынина (Санкт-Петербург), Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ Петра Великого), АО «Корпорация «Уралвагонзавод» - АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» (Санкт-Петербург), Институт сварки АО «НПО «ЦНИИТМАШ» (Москва), Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск), Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона, ОАО «ММК-Метиз» (Магнитогорск), СЦ АНТЦ «Энергомонтаж» (Санкт-Петербург), ООО «НУЦ «Качество» (Москва), ООО «ЭкспоФорум-Интернэшнл» (Санкт-Петербург), Фирма «КЕМРРІ» Финляндия (представительство в Москве).

В работе конференции также участвовали представители ряда предприятий и организаций:

- из Санкт-Петербурга: ЗАО «Адмиралтейские верфи», АО «Балтийский завод», АО «Средне-Невский судостроительный завод», АО «ЦТСС», ПАО «Силовые машины», ООО «Ижорские сварочные материалы», ОАО «Стройметаллконструкция», ООО «Ладожский транспортный завод»;

- из Москвы: ПАО «Транснефть», ТД «Арсенал-Метиз»;

- из Нижнего Новгорода: ООО «Славянов»;

- из Магнитогорска: ЗАО «Магнитогорский завод прокатных валков»;

- из Рязани: ООО «Завод точного литья»;

- из Челябинска: АО «Транснефть Нефтяные Насосы».

#### **Тематика докладов и обсуждавшиеся вопросы**

На конференции было заслушано и обсуждено 11 докладов по различным направлениям научной и производственной тематики, а также по вопросам развития сварки и управлением ею, как важнейшей межотраслевой технологией в Российской Федерации:

- Концепция развития сварки и родственных технологий в судостроении;
- Применение компьютерного моделирования металлургических процессов сварки и наплавки для их инновационного развития в интересах производства;
- Фундаментальные и прикладные аспекты создания новых материалов и критических технологий для повышения эксплуатационной надежности неразъемных соединений высокоответственных конструкций и техники специального назначения;
- Цифровая трансформация сварочного производства;
- Перспективы развития технологий оборудования для электронно-лучевой обработки;

- Новые методы исследования структуры, механических и специальных свойств неразъемных соединений материалов;
- Сварочно-технологические свойства материалов и оборудование: методы регистрации, экспертная оценка;
- Инновационные аспекты применения новых технологий для развития промышленных производств: в судостроении, энергетике и транспорте, машиностроении;
- Особенности развития сварочного производства в современных условиях и необходимость консолидации сварочного сообщества.



С сообщением о деятельности Департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Минпромторга РФ в области сварки выступил начальник отдела развития современных высокотехнологичных средств производства И.А. Кугоев. При обсуждении состояния сварки и родственных технологий отмечено:

1. Сварочное производство, являющееся в недалеком прошлом важнейшей компонентой индустриальной основы в развитии отечественной промышленности, сегодня не относится приоритетным направлением научно-технического и экономического развития.

Деятельность существующих в стране организаций, в т.ч. РНТСО, Научно-координационного совета развития сварки и родственных технологий, созданного в 2015 г. при Минпромторге РФ и др., не отвечает в полной мере тем требованиям и вызовам, которые стоят перед отечественной наукой и промышленностью в указанной сфере.

В РФ отсутствует скоординированная политика в области проведения научно-исследовательских и экспериментальных работ в области сварки и смежных технологий, разработке и внедрению новых технологий и современного оборудования, практически отсутствуют работы в области создания и освоения IT-технологий в сварочном производстве и т.д.

2. На сегодняшний день характерен катастрофически низкий уровень использования в России сварочного оборудования отечественного производства. Вопреки программам импортозамещения постоянно увеличивается зависимость практически всех отраслей промышленности от зарубежных поставок технологий, сварочных материалов и оборудования.

Серьезную опасность представляет экспансия на отечественный рынок сварочного оборудования и материалов со стороны южноазиатских стран производителей, которые предлагают продукцию не самого лучшего

качества, в большинстве случаев скопированную с зарубежных аналогов. Все это привело к существенному сокращению производства сварочных материалов и оборудования в стране, наносит ущерб экономической безопасности Российской Федерации.

3. За последние годы существенно снизился уровень подготовки специалистов сварочного производства в ВУЗах и колледжах, как в профессиональном плане, так и основным дисциплинам, необходимым в сварочном производстве, программы обучения и практических занятий не соответствуют современным требованиям промышленности. К сожалению, продолжается сокращение учебных кафедр по сварке и смежным технологиям в ВУЗах. Практически все предприятия промышленности испытывают острый недостаток в ИТР и рабочих сварочных специальностей.

4. Участники конференции считают, что дальнейшее сосредоточение полномочий в сфере диагностики и контроля сварных конструкций, а также выполнения сварочных работ при производстве промышленно опасных объектов и изделий в руках коммерческих организаций противоречит государственным интересам повышения промышленной безопасности опасных производственных объектов, целям и требованиям федерального закона №184-ФЗ «О техническом регулировании», ведет к усилению коммерциализации услуг в этой области, созданию условий недобросовестной конкуренции и коррупции.

5. Несовершенство патентного законодательства девальвирует ценности изобретений, поскольку общий диапазон, обозначенных в формулярах изобретений мысленных и не мысленных диапазонов изменений элементарных составов материалов делает невозможным патентование новых материалов и технологий их применения. Это наносит непоправимый вред предприятиям, особенно малых форм собственности, выпу-

скающие инновационную продукцию, незащищенную патентами Российской Федерации.

В ходе обсуждения докладов были высказаны предложения по координации работ в области сварки и родственных технологий, как магистрального направления повышения эффективности промышленного производства в Российской Федерации. Обсуждены вопросы, связанные с созданием междисциплинарных научных групп для выполнения исследований, направленных на изыскание путей ускорения создания и внедрения современных технологий, снижения себестоимости исследований и экспериментальных работ, повышения надежности конструкций ответственного назначения, в т.п. работающих в условиях Крайнего Севера и Арктики. В рамках конференции проведен семинар на тему «Применение технических регламентов, новое в идеологии технического регулирования». Участники семинара получили необходимые рекомендации по изучению системы технического регулирования и правильного применения соответствующих стандартов на производстве.

#### **Решение конференции**

Отмечая значимость направления «Сварка, родственные процессы и технологии» для развития промышленного производства в Российской Федерации участники конференции считают необходимым:

1. Поддержат деятельность рабочей группы «Сварка» и ее обращение в Минпромторг РФ о необходимости решения следующих актуальных вопросов развития сварки и смежных технологий в нашей стране:
  - по разработке Государственной программы «Развитие сварочного производства России на основе внедрения в производстве результатов фундаментальных, ориентированных и прикладных исследований, новых импортозамещающих материалов, оборудования и перспективных технологий», обеспечивающей достижение мирового уровня в научно-техническом развитии, исследованиях и разработках, глобальной конкурентоспособности и независимости Российской Федерации;
  - по разработке концепции и положения о Национальном институте сварки России и возможности его создания, в качестве базовых предприятий могут быть рекомендованы: Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В.Горынина НИЦ «Курчатовский институт» (Санкт-Петербург), и Научно-производственное объединение «ЦНИИТМАШ» (Москва) или консорциум на базе ведущих научно-исследовательских организаций, производителей сварочного оборудования и сварочных материалов;
  - по созданию региональных центров в стране для решения важнейших задач сварочной отрасли и их объединению под общим коллегиальным руководством со стороны Национального института сварки России;
  - по созданию компетентного подразделения (отдела

или сектора сварки) в составе Департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Минпромторга РФ.

2. Поддержать инициативу АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов», входящий в состав АО «Корпорация «Уралвагонзавод», о создании на его базе регионального центра электронно-лучевых технологий. Просить Департамент станкостроения и инвестиционного машиностроения Минпромторга РФ ускорить рассмотрение Проекта комплексной программы развития электронно-лучевой сварки в Российской Федерации с последующим ее включением в качестве раздела Государственной программы в области сварки и смежных технологий.

3. При президиуме РАН возродить деятельность Национального Комитета по Сварке, с обязательным участием производственных организаций.

4. Просить Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Министерство промышленности и торговли, а также Российский Фонд Фундаментальных Исследований, Российский научный фонд, Фонд перспективных исследований оказывать финансовую и организационную поддержку при проведении выставок и конференций по сварке и смежным технологиям на территории России и за рубежом.

5. Доклады и решение конференции опубликовать в отдельном выпуске научно-технического журнала «Мир сварки». Информацию о конференции и ее решении опубликовать также в журналах «Сварочное производство», «Обработка металлов», «Автоматическая сварка», «Ритм машиностроения».

6. Отметить высокий уровень организации и проведения Международной конференции «Актуальные проблемы повышения эффективности сварочного производства» проходящая в рамках выставки «Сварка/Welding 2020» в Санкт-Петербурге.

7. Выразить благодарность организаторам конференции, принявшим участие в работе, информационным спонсорам выставки «Сварка/Welding 2020» и конференции: журналам «МИР СВАРКИ», «Сварочное производство», «Обработка металлов», «Автоматическая сварка», «Ритм машиностроения», а также руководству «Альянса сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона» и ООО «ЭкспоФорум-Интернэшнл», за большую организационную работу и рекламно-информационное сопровождение Международной выставки «Сварка/Welding 2020» и конференции. От имени участников конференции:

Председатель Конференции Главный сварщик  
НИЦ «Курчатовский институт» -  
ЦНИИ КМ «Прометей» В.Д.Горбач  
Секретарь Конференции Директор Альянса  
сварщиков Санкт-Петербурга и  
Северо-Западного региона Н.Н.Рубцова

**15-17  
НОЯБРЯ 2022**



# **СВАРКА/ WELDING 2022**

**21-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ПО СВАРКЕ, РЕЗКЕ  
И РОДСТВЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ**



**Ufi**  
Approved  
Event

ПАРТНЕР



**ГАЗПРОМБАНК**

**WELDING.EXPOFORUM.RU**

**12+**

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

+7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2275, 2207)  
WELDING@EXPOFORUM.RU

## САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ КЛУБ МОРЯКОВ-ПОДВОДНИКОВ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ООО «ЦТС ВЫБОРГ» 28 ОКТЯБРЯ ПЕРЕДАЛ В ДАР УЧЕБНОМУ КОРАБЛЮ «ПЕРЕКОП» СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ТЕКУЩИХ НУЖД

*В течение последних лет Клуб шефствует над двумя кораблями — крейсером «Аврора» и учебным кораблем «Перекоп», который базируется в Кронштадте. 12 ноября 2020 года УК «Перекоп» исполняется 43 года. Корабль прошел более 450000 миль в рамках морских и океанских походов с более чем 16000 курсантами на борту, совершил визиты в порты множества стран. Только с 2018 года УК «Перекоп» совершил два кругосветных похода через 4 океана и по Северному морскому пути. Несмотря на возраст корабля, экипаж поддерживает его в полной боевой готовности и хорошем техническом состоянии.*



*На фото: директор «ЦТС Выборг» Александр Михайлович Ардашников, Председатель Совета Клуба Игорь Курддин, зам. командира УК «Перекоп», капитан 3 ранга Евгений Филиппов и старшина трюмно-котельной команды БЧ-5 УК «Перекоп» старший мичман Анатолий Кузнецов.*

Для проведения качественных ремонтных работ в условиях дальнего плавания УК «Перекоп» нуждался в аппарате для ручной сварки. И с просьбой оказать помощь в приобретении аппарата в начале октября командование корабля обратилось к своим шефам - в Клуб.

Благодаря поддержке ООО «ЦТС Выборг» аппарат был приобретен. Передача сварочного аппарата состоялась 28 октября в Клубе моряков-подводников. В мероприятии приняли участие директор ООО «ЦТС Выборг» Александр Ардашников, председатель Совета Клуба Игорь Курддин, зам. командира УК «Перекоп», старшина 3 ранга Евгений Филиппов и старшина трюмно-котельной команды электромеханической боевой части корабля,

старший мичман Анатолий Кузнецов.

28 октября 2020 года в Клубе подводников директор «ЦТС Выборг» Александр Михайлович Ардашников передал экипажу сварочный аппарат «Минарк 150» для проведения качественных ремонтных работ в условиях дальнего плавания

От имени командира УК «Перекоп» капитана 2 ранга Романа Пахомова и от Клуба подводников выражаем глубокую благодарность «ЦТС Выборг» и лично директору Александру Михайловичу Ардашникову, а также Наталье Николаевне Рубцовой, директору «Альянс Сварщиков Северо-Западного Региона» за реальную помощь ВМФ России!



## **С 21 ПО 24 СЕНТЯБРЯ 2021 ГОДА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ НА ТЕРРИТОРИИ КВЦ «ЭКСПОФОРУМ» СОСТОИТСЯ 16-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ГРАЖДАНСКОМУ СУДОСТРОЕНИЮ, СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ, ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА «НЕВА 2021». КЛЮЧЕВОЕ ОТРАСЛЕВОЕ МЕРОПРИЯТИЕ 2021 ГОДА**

*Традиционно «НЕВА» проходит при поддержке официальных ведомств – Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства транспорта РФ, Министерства иностранных дел РФ, а также государственных институтов и общественных организаций, которые содействуют предпринимательству, развитию экспорта и укреплению международного сотрудничества.*

Деловая программа «НЕВА» сформирована с учетом самых актуальных отраслевых трендов. В пленарной сессии выступят руководители ключевых министерств, ведущих предприятий и международных структур. Всего состоится более 30 конференций, панельных дискуссий, круглых столов и семинаров с участием свыше 1500 делегатов и спикеров, представляющих лидирующие российские и международные корпорации, верфи, КБ, научные и образовательные учреждения, профильные ассоциации. Параллельно основной деловой программе традиционно пройдут мероприятия партнеров и экспонентов, в том числе при организационной поддержке ведущих российских и международных институтов и компаний, обладающих передовыми компетенциями в сфере судостроения, судоходства и освоения мирового океана.

В повестку деловой программы включены наиболее важные вопросы развития отрасли, среди них:

- Состояние и перспективы судостроения в России, планы по локализации иностранных производств и импортозамещению
- Судоремонт и обслуживание судового оборудования
- Международное сотрудничество в судоходстве
- Арктические проекты
- Развитие и внедрение новых технологий в производство и эксплуатацию судов
- Экология на водном транспорте
- Кадровое обеспечение отрасли
- Конференция по развитию маломерного и малотоннажного судостроения и др.

Экспоненты выставки – крупные судостроительные и судоремонтные предприятия, производители оборудования, лизинговые и консалтинговые фирмы. При сотрудничестве с зарубежными партнерами сформированы национальные павильоны. На стендах по традиции будут представлены современные достижения судостроительной промышленности, проектирования и инжиниринга, передовые технологии и оборудование для судостроения и эксплуатации судов, освоения и добычи минерально-сырьевых ресурсов океана и шельфа. Также на площадке выставки предусмотрены специальные зоны для проведения переговоров и

заключения партнерских соглашений и контрактов.

В условиях пандемии коронавирусной инфекции «НЕВА» будет проходить с соблюдением всех санитарных мер. Организатор выставки, компания «НЕВА-Интернэшнл» имеет специальный QR-код, подтверждающий безопасность и выполнение рекомендаций Роспотребнадзора.

### **Справка**

Выставка и конференция «НЕВА» основана в 1990 году по совместному Распоряжению Минсудпрома и Минморфлота СССР и непрерывно проводится с 1991 года.

В 2013 году вышло Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1910-р от 21 октября 2013 г. «О проведении выставки «НЕВА». В настоящее время это крупнейшая гражданская судостроительная выставка в Восточной Европе и на всем постсоветском пространстве, а также первая в России выставка, входящая в топ-10 крупнейших мировых выставок в отрасли судостроения.

«НЕВА» стала общепризнанной международной площадкой для делового сотрудничества и экспертного диалога специалистов сферы производства гражданских судов различного назначения, создания морских технических средств для освоения океана и его шельфа, включая Арктическую зону и Северный морской путь, развития судоходства на внутренних водных путях, модернизации рыбопромыслового и специализированного флота, обновления парка портовой техники.

Ключевые направления:

- Судостроительная промышленность
- Проектирование и инжиниринг
- Судовое оборудование
- Технологии и оборудование для судостроения
- Двигательные установки, генераторы
- Оборудование для эксплуатации судов, освоения и добычи минерально-сырьевых ресурсов океана и шельфа
- Порты и портовые технологии
- Системы обработки грузов
- Электротехника и электроника
- Материалы и компоненты
- Навигационные системы
- Безопасность в мореплавании

- Судовладение, брокерская деятельность, фрахтование
- Банковское обслуживание, лизинг, страхование

#### Цели выставки:

- Представление широкого спектра достижений морской индустрии. Демонстрация перспектив в области разработки, производства, поставки, обслуживания, ремонта и модернизации морской и речной техники гражданского назначения, содействие международному трансферу технологий и производственной локализации продукции судостроения, производства судового и портового оборудования и систем.
- Презентация инновационных проектов в области развития судостроительной промышленности, внедрения новых технологий в производство судов гражданского назначения и морской техники, а также в области модернизации портов и совершенствования безопасности и судоходства.
- Содействие интеграции в судостроении между региональными судостроительными и отраслевыми промышленными кластерами для повышения их конкурентоспособности.
- Создание эффективной площадки для налаживания новых деловых связей и партнерства, стимулирование построения межрегиональных и транснациональных производственных цепочек для долговременного и плодотворного сотрудничества.

#### Аудитория выставки:

- Количество посетителей – 25 000 человек (по данным 2019 года)
- Более 600 экспонентов со всего мира на территории 30 000 кв. м
- Федеральные и региональные органы власти
- Руководители регионов
- Региональные комитеты и транспортные ведомства
- Представители международных и российских отраслевых ассоциаций и некоммерческих организаций
- Руководители и топ-менеджеры ведущих отраслевых российских и зарубежных корпораций
- Предприниматели и бизнесмены из нескольких десятков стран
- Юристы и аналитики
- Сотрудники государственных научно-исследовательских учреждений
- Студенты государственных вузов
- Деловая и отраслевая пресса

Место проведения:

Санкт-Петербург, Петербургское ш., 64/1,  
КВЦ «Экспофорум», пав. F, G, H

Организатор: ООО «НЕВА-Интернэшнл»

Устроитель: ООО «Экспофорум-Интернэшнл»

СЕКЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО СУДОСТРОЕНИЮ, СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ И ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

## «ИННОВАЦИОННЫЕ СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СУДОСТРОЕНИИ, ПРОИЗВОДСТВЕ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЕРЕГОВЫХ ОБЪЕКТОВ - 2021»

Генеральный информационный спонсор:

г. Санкт-Петербург. 21 сентября 2021 г.

### 1. Общая информация

Секция посвящена последним разработкам в этой области. Предполагается рассмотреть как вопросы теории, так и прикладные аспекты внедрения сварочных технологий. Особое внимание будет уделено состоянию, проблемам разработки и перспективам применения технических регламентов на продукцию, безопасность которой определяется процессами сварки, а также внедрению передовых российских технологий, оборудования и материалов, модернизации сварочных участков на судостроительных предприятиях, вопросам подготовки кадров.

### 2. Тематика конференции

1. Вопросы стандартизации и технического регулирования в сварочном производстве

• Техническое регулирование и объекты технического регулирования

• Технические стандарты и регламенты

• Состояние вопроса о подтверждении соответствия объектов сварочного производства в Российской Федерации и в Евразийском экономическом союзе.

• Таможенный союз, Евразийский экономический союз, Директивы ЕС, оценка соответствия

2. Подготовка кадров для судостроительной промышленности

• Организация процесса практического обучения специалистов Высшей школы

• Подготовка кадров в образовательных учреждениях начального и среднего профессионального образования

• Организация обучения и повышения квалификации кадров на предприятии

• Международный опыт обучения и подготовки кадров

3. Технологии сварки и оборудование сварочного производства

• Автоматизация сварочных процессов

• Роботизированная сварка

• Инновационные сварочные технологии для судостроения

• Контроль качества

• Проектирование и изготовление сварных конструкций в судостроении

4. Сварочные материалы в судостроении

5. Производство морской техники и строительство береговых объектов

6. Безопасность и охрана труда в судостроительном сварочном производстве

### 3. Представление докладов

Предварительно зарегистрироваться и получить информацию о подготовке докладов на конференцию можно по тел. (812) 309-03-68 и по e-mail: ac@welding.spb.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-КОНФЕРЕНЦИЯ «НЕВА 2021»



**21-24 СЕНТЯБРЯ**  
РОССИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

**НЕВА** 2021

## ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА 2021

«СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ  
СУДОСТРОЕНИИ, ПРОИЗВОДСТВЕ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ  
И СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЕРЕГОВЫХ ОБЪЕКТОВ»



**30 000 м<sup>2</sup>**  
ПЛОЩАДЕЙ



**24 720**  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



**654**  
ЭКСПОНЕНТА



**64**  
РОССИЙСКИХ  
И ЗАРУБЕЖНЫХ СМИ



**29**  
СТРАН-  
УЧАСТНИКОВ



**39**  
ТЕМАТИЧЕСКИХ  
МЕРОПРИЯТИЙ

## КОНТАКТЫ:

Тел.: +7 (812) 321-26-76, 321-28-17

сайт: [www.nevainter.com](http://www.nevainter.com)

электронная почта: [info@nevainter.com](mailto:info@nevainter.com)

ПОСТ-РЕЛИЗ

# ИТОГИ ПЕРВОЙ «РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ-2020»

Более 250 компаний из 17 стран: Австрия, Великобритания, Германия, Дания, Израиль, Испания, Италия, Китай, Республика Беларусь, Россия, Словения, США, Турция, Финляндия, Франция, Швеция, Япония.

• 7 544 посещения. 31 мероприятие деловой программы. 20 000 кв. м общая площадь

С 19 по 22 октября 2020 г. в ЦВК «Экспоцентр» состоялась первая «Российская промышленная неделя-2020», в составе которой прошли:

- Международная политехническая выставка «Оборудование и технологии обработки конструкционных материалов» «Технофорум-2020»,
- Международная специализированная выставка оборудования, технологий и материалов для процессов сварки и резки Rusweld 2020,
- Международная выставка машин, оборудования и технологий для лесозаготовительной, деревообрабатывающей и мебельной промышленности «Лесдревмаш-2020».

## Генеральный директор АО «Экспоцентр» Сергей Беднов:

– «Российская промышленная неделя» – это поиск новых комплексных решений технологических и инженерных задач промышленности. Я уверен, что за этим проектом будущее. Несмотря на сложные условия подготовки, Неделя прошла активно. Были представлены интересные инновационные разработки, действующее оборудование, выставки сопровождала обширная деловая программа. С уверенностью можно сказать, что успешно стартовал наш новый проект – выставка Rusweld. Нам удалось собрать интересную экспозицию. Радует, что подавляющее большинство экспонентов уже подтвердили свое желание участвовать в следующей выставке 2021 года. На официальном открытии с приветственными словами к участникам и организаторам «Российской промышленной недели» обратились: Председатель Оргкомитета «НТИ Экспо», Депутат Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации Владимир Конов, заместитель министра промышленности и торговли Михаил Иванов, заместитель руководителя Федерального агентства лесного хозяйства Иван Советников, заместитель министра науки и высшего образования РФ Андрей Омельчук, президент Торгово-промышленной палаты России Сергей Катырин, вице-президент ПАО «ГМК «Норильский никель» Дмитрий Пристансков, генеральный директор АО «Экспоцентр» Сергей Беднов, руководители отраслевых ассоциаций, учебных и научных заведений.

В этот же день прошла церемония официального открытия новой выставки Rusweld 2020, в котором приняли участие президент Национального агентства контроля сварки, академик Российской Академии Наук Николай Алёшин, генеральный директор НАКС Андрей Прилуцкий, генеральный директор АО «Экспоцентр» Сергей Беднов, Управляющий директор «ESAB» в России и СНГ Дмитрий

## Куракса и другие официальные лица и почетные гости. Rusweld 2020

Передовые решения и мировые практики в сфере сварочного оборудования, материалов и технологий сваривания и резки металлов были продемонстрированы в действии в рамках нового выставочного проекта «Экспоцентра» – Rusweld 2020.

## Президент Национального агентства контроля сварки, академик РАН Николай Алёшин:

– Сегодня у нас в России есть такие технологии, которых нет в странах, занимающих сильные позиции на сварочном рынке. Например, запатентованная нами лазерная сварка с подачей проволоки – в настоящее время никто в мире такой технологией не располагает. На рынке аддитивных технологий, который составляет более 8 миллиардов долларов, пока в лидерах США, однако и нам есть что показать: мы первыми создали двигатель летающего аппарата полностью на основе аддитивных технологий. Хочу отметить, что на следующей выставке мы представим нашим приглашенным зарубежным коллегам достижения отечественного сварочного производства и сварочной науки во всей красе.

## Управляющий директор компании ЭСАБ Дмитрий Куракса:

– Мы искренне рады, что появилась еще одна серьезная площадка, на базе которой все компании, которые занимаются сварочными технологиями, производством сварочных материалов и оборудования, цифровизацией и роботизацией сварочных процессов, получили возможность в рамках круглых столов, открытых столов и иных деловых мероприятий, проходящих в рамках выставки, обсудить актуальные вопросы, найти оптимальные решения и выстроить вектор своего дальнейшего развития.

3500 специалистов посетили выставку для решения задач, стоящих перед их бизнесом.

В тематику выставки вошли составляющие отрасли: сварочное оборудование, технологии сварки: промышленные роботы; оборудование и материалы для резки металла; инструменты и средства индивидуальной защиты для проведения сварочных работ.

Одной из важнейших тем на выставке Rusweld 2020 стал неразрушающий контроль рабочих свойств и параметров сварных соединений и изделий с целью выявления дефектов. Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике анонсировало на выставке перенос сроков проведения форума «Территория NDT» в рамках «Российской промышленной недели». Также РОНКТД принял участие в выставке Rusweld 2020 с коллективным стендом и представил обширную деловую программу.

На специальном демо-траке компании «ЭСАБ» были представлены сварочные материалы и новинки оборудования. Специалисты компании знакомили с технологиями сварки и особенностями разных сварочных аппаратов и материалов, а также дали возможность посетителям самостоятельно убедиться в их качествах. При поддержке «ЭСАБ» проходил ряд мероприятий деловой программы.

Выставка Rusweld 2020 проводилась при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Национального агентства контроля сварки (НАКС) – ключевой партнер выставки, АО «НПО ЦНИИТМАШ», под патронажем Торгово-промышленной палаты РФ.

#### **ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА**

Деловая программа «Российской промышленной недели» открылась пленарным заседанием «Цифровая трансформация промышленности: курс на устойчивое развитие». Организатор - АО «Экспоцентр» при содействии Экспертного совета по научно-технологическому развитию и интеллектуальной собственности Государственной Думы. Оператор - ООО «Приоритет».

В ходе обсуждения были рассмотрены источники стратегического развития обрабатывающей промышленности до 2035 года, эффективные инструменты максимальной адаптации производства в COVID-кризис, вопросы технологической революции в постпандемической экономике и аддитивного производства в условиях пандемии, успешные практики внедрения цифровых инструментов на предприятиях промышленности.

Участники Форума отметили большую работу Министерства промышленности и торговли РФ по поддержке промышленных предприятий в период пандемии для минимизации негативных последствий. Хороших результатов удалось достичь благодаря использованию цифровых платформ и сервисов.

С докладами выступили директор Департамента выставочной, ярмарочной и конгрессной деятельности ТПП РФ Сергей Селиванов, директор Департамента стратегического развития обрабатывающей промышленности Мин-

промторга РФ Алексей Ученов, председатель ТК Росстандарта 194 «Кибер-физические системы» Никита Уткин, первый проректор НИТУ «МИФИ» Сергей Салихов, генеральный директор Ассоциации предприятий мебельной и деревообрабатывающей промышленности России Тимур Иртуганов. Успешными практиками внедрения цифровых инструментов на предприятиях поделились представитель ГК «Норильский никель» Сергей Радьков, вице-президент по техническому развитию АО «Объединенная судостроительная компания» Василий Бойцов, заместитель директора по ИТ АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» Дмитрий Елисеев.

В рамках «Российской промышленной недели» прошла Международная научно-практическая конференция «ЦИФРАМАШ-2020», на которой рассматривались основные тенденции развития Индустрии 4.0 в мире, новые подходы и решения в области создания умных производств, проблемы обеспечения интеграции систем управления умным производством и многое другое.

Специфические проблемы сварочных технологий и перспективы применения сварки для изготовления ответственного оборудования машиностроения обсудили участники конференции «Переход от неразрушающего контроля к мониторингу состояния в условиях умных производств». Анализ отечественного и иностранного опыта, конференции «Сварка и аддитивные технологии для промышленного применения», круглого стола «Сварка как компонент цифрового производства».

В этом году большое внимание привлекли профессиональные конкурсы.

Лучшие практики по эффективной организации маркетинга во время подготовки и проведения выставок Российской промышленной недели продемонстрировали PR-службы компаний-участниц выставок на конкурсе PR - Battle. Победителям вручили дипломы и сертификаты на набор маркетинговых услуг, которыми можно воспользоваться на выставках в следующем году.

На выставке Rusweld были подведены итоги творческого конкурса «Искусство сварки» на самое оригинальное сварочное изделие. В конкурсе приняли участие мастера художественной сварки, создающие произведения искусства - от миниатюрных фигурок до архитектурных деталей и скульптурных композиций для украшения домов, парков, садов. Победителем в своей категории стал конкурсант, набравший максимальное количество лайков под постом с работой.

Более подробно с мероприятиями деловой программы РПН-2020 можно ознакомиться на сайте

<https://rusweld-expo.ru/>

Ждем вас на «Российской промышленной неделе-2021».

Событие пройдет с 18 по 21 октября 2021 года в ЦВК «Экспоцентр».

Пресс-служба АО «Экспоцентр»

# РОССИЙСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ НЕДЕЛЯ

## 18–21.10.2021

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



[www.technoforum-expo.ru](http://www.technoforum-expo.ru)



[www.rusweld-expo.ru](http://www.rusweld-expo.ru)



[www.expo.ronktd.ru](http://www.expo.ronktd.ru)



[www.reklama-expo.ru](http://www.reklama-expo.ru)

### 29 000+

посетителей

### 500+

компаний-участниц

### 28 000+

кв. м выставочной площади

Прогнозируемый результат «Российской промышленной недели-2021» на основании статистических данных выставок «Технофорум-2020», RusWeld 2020, «Реklama-2019» и форума «Территория NDT-2020».

# СВАРКА В ГЕРМАНИИ

*SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2021 - 20-я крупнейшая международная выставка сварки, резки и обработки поверхностей. Место проведения: Messe Essen*



Выставка проходит с 1952 года с периодичностью один раз в четыре года и является ведущим мировым событием в области сварочных технологий.

В 2017 году выставка прошла в Дюссельдорфе в качестве гостевого мероприятия и еще раз подчеркнула свою позицию в качестве наиболее важного форума отрасли. В 2017 году выставка проходила в Дюссельдорфе из-за модернизации Messe Essen. Здесь собралось около 50000 посетителей из более 120 стран. В течение пяти дней около 1035 экспонентов (в 2013 году: 1017) из 41 страны (в 2013 году: 40) представили свои инновации на SCHWEISSEN & SCHNEIDEN. В общей сложности иностранное участие составило почти 64% (в 2013 году: 61). 66,3% посетителей (в 2013 году: 47,6) прибыли из-за границы. Более того, доля лиц принимающих решений

была выше - 83,0% при уже очень хорошем показателе на предыдущей выставке (81,2%).

В сентябре 2021 года SCHWEISSEN & SCHNEIDEN вернется в New Messe Essen. Когда работа по модернизации ярмарки в Эссене будет завершена, экспоненты и посетители найдут там оптимальные условия - с открытой, функциональной архитектурой, простой ориентацией, гибкой логистикой и современными технологиями. Новое фойе площадью 2000 квадратных метров и новый зал 6 будут открыты уже в ноябре этого года. Модернизация будет завершена в 2019 году, так что 20-я международная выставка SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2021 переместится на одну из самых современных в Германии ярмарочных площадок и пройдет 13-17 сентября 2021 года.

## ЗАДАЧИ СВАРОЧНОЙ ОТРАСЛИ И ИНДУСТРИЯ 4,0

**В 2019 ГОДУ ВЫШЛО ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ О РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

*В свете данных задач, компания «Сварог» ставит конкретные цели – оснащение и переоснащение производств РФ современным, цифровым оборудованием. Здесь мы говорим уже о современных «умных заводах» и это уже сегодняшний день – ИНДУСТРИЯ 4.0.*

*Ежегодно компания «Сварог» представляет свои новые разработки, передовые технологии в сварочном оборудовании. Выстраивает четкую и отлаженную логистику во всех своих и дилерских подразделениях с целью эффективной работы и создания комфорта для работы с потребителем.*

Удается ли это компании? Согласно мнению многих предприятий – заказчиков, удается.

Особенно важно, что предлагаемое сварочное оборудование современно, профессионально и постоянно обновляется в соответствии с потребностями времени. Одной из сегодняшних новинок является современное и технологичное оборудование для аргонодуговой сварки (TIG).

Сварочный аппарат PRO TIG 315 P AC/DC MULTIWAVE (E202) предназначен для аргонодуговой и ручной дуговой сварки на постоянном и переменном токах, низкоуглеродистых, легированных, нержавеющей, разнородных сталей, а также алюминия, меди, латуни и других сплавов. Разработан в соответствии с потребностями профессиональных сварщиков.





Оборудование прекрасно подходит для эксплуатации на производственной площадке с длительной безопасной работой. Питание возможно от сети или от генератора даже при использовании очень длинных кабелей питания.

#### Преимущества и особенности:

1. Источник разработан для выполнения качественной TIG и MMA – сварки разных металлов.
2. Имеет 6 режимов TIG-сварки и 2 режима MMA, применяется для профессиональной сварки:
  - Режим TIG AC – переменный сварочный ток
  - Режим TIG AC Pulse – переменный импульсный сварочный ток
  - Режим TIG DC – постоянный сварочный ток
  - Режим TIG DC Pulse – постоянный импульсный сварочный ток
  - Режим MIX TIG со сменой формы волны
  - Режим TIG SPOT – точечная TIG сварка
  - Режим MMA DC – постоянный сварочный ток
  - Режим MMA AC – переменный сварочный ток
3. Оснащен отключаемым высокочастотным поджигом. Чтобы исключить влияние высоковольтного/высокочастотного поджига, возможно использовать поджиг касанием TIG LIFT.
4. Аппарат осуществляет сварку MMA на переменном и постоянном токах с широким набором регулируемых параметров:
  - Регулируемые время и ток Hot Start (Горячий старт)
  - Регулируемый Arc Force (Форсаж дуги)
  - Отключаемый VRD (Устройство для снижения напряжения) для работы в опасных условиях
  - Функция Antistick (Антиприлипание)
5. 5-ти летняя гарантия. Компания «Сварог» обеспечивает контроль системы качества поставляемого оборудования. При необходимости ремонт и диагности-

ку можно произвести в более 325 Сервисных Центрах по всей территории РФ.

6. Отдельное внимание заслуживает внутреннее исполнение инвертора. Он построен с применением современных и передовых решений, таких как интеллектуальная система охлаждения, возможность создать и поддерживать любую конфигурацию тока, туннельный обдув, плата 3-х фазного фильтра с защитой от электромагнитных помех (EMS) и многое другое

7. Богатая комплектация оборудования позволяет осуществлять сварку без дополнительных вложений. В комплект входит сварочная горелка TECH TS 18. Эта горелка имеет блок с 4-мя кнопками, что

позволяет производить любые регулировки циклограммы сварки, то есть использовать ее как пульт управления. При необходимости, этот блок можно заменить на одну кнопку.

8. Для удобства использования и простоты работы с большим количеством настроек предустановлены 40 готовых программ сварки, и при необходимости, их можно откорректировать под себя и сохранить, что востребовано на производствах со сменной работой:

- 35 программ для аргонодуговой сварки
- 5 программ для ручной дуговой сварки

#### Где может применяться такой тип оборудования:

Аппарат оснащен уникальным функционалом, который позволяет применять аппарат в любых сферах сварочного производства: профессиональный аппарат с широкими возможностями. Может использоваться как на большом производстве, так и в автомастерских и крупных металлообрабатывающих цехах.

В конструкции аппарата используются последние достижения инверторных технологий и инновационные решения в сфере сварочных технологий. Данное оборудование соответствует высоким критериям программы Индустрии 4.0, что позволит предприятиям использовать все современные технологические возможности для решения своих производственных задач.





# ЗАО "Электродный завод" г. Санкт-Петербург

## ЭЛЕКТРОДЫ СВАРОЧНЫЕ ФЛЮС КЕРАМИЧЕСКИЙ

Аттестация ОЦССМ НИЦ  
"Курчатовский институт"  
- ЦНИИ КМ "Прометей"

**ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ**

Вопросы, касающиеся выполнения требований стандарта, изложены в документе, прилагаемом к настоящему сертификату.

**СВИДЕТЕЛЬСТВО  
О ПРИЗНАНИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОВЕДЕНИЙ  
СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
М.2015.01.01**

Настоящим СЗАО "Электродный завод" (СЗАО "ЭЗ") признано, в соответствии с требованиями стандарта, что продукция, выпускаемая данным предприятием, удовлетворяет требованиям Российского Федерального стандарта ГОСТ Р ИСО 9001:2015, утвержденного в РФ.

**Владельцем сертификата является:** СЗАО "Электродный завод" (СЗАО "ЭЗ") - Российское предприятие

Адрес: 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 12  
ИНН: 78-0701003000, ОГРН: 102780701003000

Срок действия сертификата: бессрочно

Срок действия последнего периода: 30.06.2015

Директор СЗАО "ЭЗ"

М.П.

ЦНИИ КМ "Прометей"

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЗНАНИИ ИСПОЛНЕНИЯ  
РЕГИСТРАЦИОННОГО СЕРТИФИКАТА РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА**

Российский Морской Регистр Судоводства  
ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

СЗАО "Электродный завод" (СЗАО "ЭЗ") признано, в соответствии с требованиями стандарта, что продукция, выпускаемая данным предприятием, удовлетворяет требованиям Российского Федерального стандарта ГОСТ Р ИСО 9001:2015, утвержденного в РФ.

**Владельцем сертификата является:** СЗАО "Электродный завод" (СЗАО "ЭЗ") - Российское предприятие

Адрес: 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 12  
ИНН: 78-0701003000, ОГРН: 102780701003000

Срок действия сертификата: бессрочно

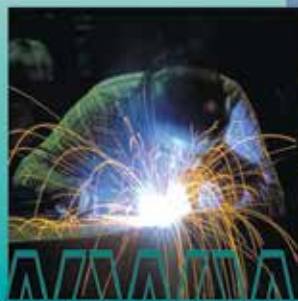
Срок действия последнего периода: 30.06.2015

Директор СЗАО "ЭЗ"

М.П.

Российский Морской Регистр Судоводства

Свидетельство об одобрении  
Российского Морского  
Регистра Судоводства



[www.elz.spb.ru](http://www.elz.spb.ru)

194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.12

т/ф +7(812) 295-06-85, 295-14-72, 596-31-72, 295-14-60, 295-02-59, 295-06-72

<http://www.elz.spb.ru>, [market@elz.spb.ru](mailto:market@elz.spb.ru), [td@elz.spb.ru](mailto:td@elz.spb.ru)

# ПОДВОДНАЯ СВАРКА И РЕЗКА ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ И ОФФШОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

д.т.н. С.Г. Паршин, к.т.н. А.М. Левченко, к.т.н. Г.Н. Вострецов, ООО «Региональный Северо-Западный Межотраслевой Аттестационный Центр» НАКС, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

*Подводная сварка в водной среде широко применяется в мире при монтаже и ремонте трубопроводов, нефтегазовых платформ, надводных и подводных речных и морских кораблей, причалов и прибрежных сооружений. Анализ мировой практики свидетельствует об усилении интереса к исследованиям в области подводной сварки оффшорных конструкций прежде всего в России, а также в Норвегии, Англии, Германии, Японии, Канаде, США и других странах. Создание сложной инфраструктуры при освоении богатых природными ископаемыми регионов нашей страны обуславливает важность исследований в области подводных технологий, разработке высокопроизводительного надежного сварочного оборудования и высокотехнологичных сварочных материалов специального назначения. Особенно это важно в условиях санкций зарубежных государств.*

*ООО «УНТЦ «Сварка», Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого и ООО «Балтийский проект» имеют не только существенный научный, но и практический потенциал в области изучения сварочных подводных технологий.*



## Лаборатория подводных технологий

Лаборатория подводных технологий создана совместно с СПбПУ в целях разработки инновационных сварочных материалов, технологий и оборудования для подводной мокрой и сухой гипербарической сварки.

Оборудование лаборатории включает участок сборки комплексов КОПС, два испытательных стенда для подводной сварки с резервуарами, гидрокамеру с давлением до 0,6 МПа, климатическую камеру, установку измерения диффузионного водорода, сварочные источники и приборы.

Гидрокамера для подводной сварки комплектуется комплексом для механизированной подводной сварки самозащитной порошковой проволокой «КОПС-М» ТУ 3441-001-83763787-2016 и предназначена:

1. Для начального обучения водолазов-сварщиков, повышения про-



*Гидрокамера для мокрой подводной сварки, и установка для определения диффузионного водорода*

фессиональных навыков и оценки их квалификации.

2. Для аттестации технологических процессов сварки и резки под водой, сварочных материалов и водолазов-сварщиков.



3. Для проведения исследований при разработке новых сварочных материалов и технологии подводной сварки «мокрым» способом различных материалов.

Гидрокамеру можно заполнять во-

допроводной, речной или морской водой. Контрольный образец закрепляют в специальном устройстве, находящимся в камере, и осуществляют процесс сварки. Все необходимые подготовительные и сварочные работы сварщик выполняет через специальные отверстия. Такие отверстия комплектуются герметическими перчатками, позволяющими достаточно свободно перемещать сварочный держатель в камере под водой. Технологический процесс сварки оператор контролирует через иллюминатор, снабженный светозащитным фильтром. Через дополнительный иллюминатор, находящийся рядом, инструктор или обучающийся наблюдает за процессом сварки. Очистка воды в процессе сварки осуществляется специальной промышленной фильтровальной установкой.



Испытание порошковых проволок для подводной сварки в лаборатории

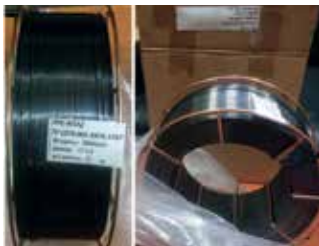


Вид комплекса «КОПС-М» для мокрой подводной сварки и резки порошковой проволокой по ТУ 441-001-83763787-2016: герметичный погружной механизм подачи порошковой проволоки, корабельный блок управления режимом сварки, сварочная горелка; электрические кабели, порошковая проволока

### Комплекс для мокрой подводной сварки и резки порошковой проволокой «КОПС-М»

#### Назначение

Подводная сварка и резка при монтаже и ремонте подводных стальных конструкций, трубопроводов, газопроводов, надводных и подводных кораблей, нефтегазовых платформ, плавучих сооружений, гидротехнических сооружений.



Порошковые проволоки, подводная сварка и вид стыкового многослойного шва труб толщиной 21,3 мм

#### Технические характеристики КОПС-М

Наименование параметра	Значение
Глубина погружения, м	до 400
Напряжение питающей сети переменного тока привода подачи проволоки, В	48
Номинальный сварочный ток при ПВ=60 %, А	500
Пределы регулирования напряжения на дуге, В	5-50
Потребляемая мощность, Вт, не более	600
Диаметр сварочной самозащитной проволоки, мм	1,6-2,0
Пределы регулирования скорости подачи проволоки, м/ч	0-40
Габаритные размеры устройства погружного и блока управления	400x350x100 320x200x120
Масса, кг, не более: устройства погружного с катушкой с проволокой и блока управления	20 4

#### Режимы мокрой подводной механизированной сварки и резки

Порошковая проволока	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/мин	Напряжение холостого хода, В, не менее
ППС-АПЛ2 диаметром 1,6 мм	140-240	37-45	3,5-6	60
ППР-АПЛ1 диаметром 2,0 мм	350-500	30-36	5-9	70



Патенты РФ на изобретения на 3 порошковые проволоки для подводной сварки сталей

### Свойства сварных соединений при подводной сварке

#### Химический состав наплавленного металла при мокрой подводной сварке с порошковой проволокой ПС-АПЛ2 диаметром 1,6 мм, %

C	Si	Mn	Ni	S	P
				не более	
0,02–0,1	0,05–0,3	0,3–0,6	0,8–1,2	0,03	0,03

#### Механические свойства сварного шва при мокрой подводной сварке с порошковой проволокой ПС-АПЛ2 диаметром 1,6 мм

Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, КСV+20, Дж/см <sup>2</sup>	Угол загиба, град	Твердость шва, HV
не более					не более
430	320	10	35	120	180



Вид сварного соединения из трубной стали К60 толщиной 21,3 мм после мокрой подводной сварки порошковой проволокой ПС-АПЛ2 на глубине 14 м. Справа - стальные пластины толщиной 8 мм после подводной резки проволокой ППР-АПЛ1 диаметром 2 мм



Макроструктура и микроструктура сварного соединения из трубной стали К60 толщиной 21,3 мм после мокрой подводной сварки порошковой проволокой ПС-АПЛ2

### Порошковые проволоки для мокрой подводной сварки и резки

**Назначение ППС-АПЛ2:** проволока порошковая марки ППС-АПЛ2 диаметром 1,6 мм, тип ПС 34-АКУ по ГОСТ 26271-84, ТУ 1274-001-83763787-2014 (ООО «УНТЦ «Сварка», г. Санкт-Петербург) предназначена для мокрой подводной механизированной сварки углеродистых и низколегированных сталей групп М01 (W01), М03 (W03) на глубинах до 60 м.

**Назначение ППР-АПЛ1:** проволока порошковая марки ППР-АПЛ1 диаметром 2,0 мм, тип ПС Д-АРН по ГОСТ 26271-84 (ООО «УНТЦ «Сварка», г. Санкт-Петербург) предназначена для мокрой подводной механизированной резки углеродистых и легированных сталей толщиной до 20 мм на глубинах до 60 м.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Паршин С.Г., Левченко А.М., Майстро А.С., Антипов И.С., Карпов В.М. Исследование порошковых проволок и сварных соединений при подводной механизированной сварке в водной среде // Сварка и диагностика, 2015 г., №3, С. 49-54.
2. Левченко А.М., Паршин С.Г., Антипов И.С. Порошковая проволока для подводной сварки мокрым способом. Патент РФ № 2536313 от 29.07.2013 г. Опубликовано 20.12.2014 г. Бюл. № 35.
3. Левченко А.М., Паршин С.Г., Вострецов Г.Н., Антипов И.С., Баранкевич А.И. Отечественная технология, сварочный комплекс и порошковая проволока для механизированной подводной сварки и резки «мокрым» способом // Мир сварки. -Санкт-Петербург, ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона», 2018, №1. -С18-21.
4. Паршин С.Г., Левченко А.М., Вострецов Г.Н. Майстро А.С., Переверзев А.Е. Подводная мокрая сварка и резка высокопрочной стали с автоматической подачей самозащитных порошковых проволок // Мир сварки. -Санкт-Петербург, ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона», 2019, №1 (53). -С22-25.
5. Левченко А.М., Вострецов Г.Н. Антипов И.С. Камера для сварки под водой «Водолаз-сварщик» КСМ-01В // Мир сварки. -Санкт-Петербург, ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона», 2019, №1 (53). -С32.

# СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.Б. Вихман, к.т.н., АО «ЦНИИ Материалов», info@cniim.com

А.Н.Козлов, ООО «Термовак», nikolaevich24@inbox.ru

**Введение.** *Электронно-лучевые технологии (ЭЛТ): сварка (ЭЛС), обработка поверхности (поверхностная закалка, легирование, наплавка, напыление), перфорирование, размерная обработка, аддитивные технологии – это прецизионные, экологически чистые процессы, нашедшие применение при изготовлении наиболее сложных и ответственных изделий аэрокосмической техники, при производстве оборудования для энергетики, медицинских имплантатов и в других отраслях промышленности. ЭЛС отличается высокой производительностью (в десятки раз выше, чем у дуговых процессов) и экономичностью (КПД вводимой в изделие энергии около 90 %, тогда, как у лучших лазеров до 40 %).*

ЭЛТ обработки материалов предшествовала разработка электронной микроскопии. В тридцатые годы 20 века в Германии немецкие физики и математики разработали основы электронной оптики (теория аббераций Вальтера Глазера, расчет длины волны ускоренного электрона) и создали первый электронный микроскоп с двумя линзами. В СССР электронные микроскопы с 13 февраля 1946 года разрабатывал Институт электронной и ионной оптики (НИИ ЭИО), в 1977 г. вошедший в состав НПО «Орион». Просвечивающие электронные микроскопы различного назначения с ускоряющим напряжением 75...200 кВ ЭВМ-100Л, ЭВМ-125, ПЭМ-75, ПЭМ-100, ПЭМ-200 (разрешающая способность 0,14 нм, увеличение до 106 крат), аналитические электронные микроскопы типа ЭММА (локальная чувствительность 10-9 %, локальность измерения 0,2 нм) и растровые электронные микроскопы РЭМ-50 (разрешающая способность 5 нм), разработанные в НИИ ЭИО к 1990 г., выпускались на Сумском заводе электронных микроскопов (СЭЛМИ, Украина). Разрешающая способность системы (диаметр пучка в фокусе  $d$ ) определяется из соотношения:

$$d = 0,6L/a,$$

где  $L$  – длина волны электронов, зависящая от ускоряющего потенциала ( $U$ ),

$a$  – половина угла фокусировки пучка.

$$L = 1,2/U^{1/2}$$

Поэтому конструкторы электронных микроскопов стремились к повышению ускоряющего напряжения.

С 1975 г. в НИИ ЭИО создавался сверхвысоковольтный микроскоп (СВЭМ-1) гигантских размеров, рассчитанный на ускоряющее напряжение

2 мегавольта, но по ряду технических причин из-за пробоев напряжение не удалось поднять выше 700 кВ (достигнутая при испытаниях на функциональность разрешающая способность составила 1,5 нм). На этом закончилась разработка электронных микроскопов в России, хотя в мире в начале 80-х годов было построено около 80 штук мегавольтных микроскопов [1]. В настоящее время все электронные микроскопы Россия закупает за рубежом. Современные растровые электронные микроскопы обеспечивают увеличение от 10 до 800000 крат.

## 1 Электронно-лучевая литография

Продолжением работ в области электронной микроскопии является создание технологий и оборудования для обработки материалов, в частности – электронно-лучевой литографии, используемой для получения микросхем. Принцип электронно-лучевой литографии заключается в том, что электронный пучок, остростфокусированный с помощью магнитных линз на поверхность слоя полимера (резиста), чувствительного к электронному облучению, прорисовывает на нем

изображение, которое обнаруживается после обработки резиста в проявителе. Через полученные окна в пленке резиста производится вакуумное напыление подходящего материала, например, нитрида титана или металлов или ионное травление. На последнем этапе технологического процесса неэкспонированный излучением резист также смывают другим растворителем.

Перемещение электронного пучка по поверхности осуществляется с помощью компьютера изменением токов в отклоняющих магнитных системах. В некоторых установках при этом меняется форма и размеры пятна электронного пучка. На выходе многоступенчатого технологического процесса получается фотошаблон – маска для использования в фотолитографии и других нанотехнологических процессах, например, в технологии реактивного ионного травления. Электронная литография позволяет на нынешнем уровне развития технологии в рекордных экспериментальных установках получать структуры с разрешением менее 1 нм. Электронная литография является основным методом получения масок для использования в последующей фотолитографии при производстве монолитных микросхем [2][3], в том числе масок для проекционной фотолитографии при массовом производстве сверхбольших микросхем.

Установки для электронной лито-

графии в настоящее время в РФ не производят, хотя в начале 80-х годов в НИИ ЭИО были изготовлена установка ПЭЛ-1 с координатным столом, обеспечивающая его перемещение с точностью 0,005 мкм. Ее модификация ПЭЛ-1М (1995 г.) имела поле сканирования 10 10 мм при минимальном сечении пучка 0,2 0,2 мкм. Поскольку в России нет хороших магнитных сплавов, с равномерными свойствами по объему, равномерность поля достигали увеличением габаритов линз. Поэтому литографы имели большие габариты, но при этом были получены необходимое

на то время изображение с заданным разрешением.

Альтернативным способом создания масок является лазерная технология [4], однако эта технология имеет меньшее разрешение. Установки для электронно-лучевой литографии производит ряд зарубежных компаний, например, например, Elionix ELS-F125 (Китай).

С целью повышения скорости процесса с середины 2010-х производители предлагают многопучковые системы и методы нанесения изображения с помощью модулирования луча.

## 2 Электронно-лучевая микросварка (ЭЛУМС) и размерная обработка (ЭЛРО)

Существуют технологические задачи по герметичной сварке тонкостенных корпусов микросхем, фотоприемников, радиоприборов и т.д., изготовленных из ковара, сплавов меди, алюминия, циркония, титана, нержавеющей стали и специальных сплавов, а также из разнородных материалов, например ковара с медью. Обычно детали из ковара имеют спаи со стеклом, что накладывает ограничения на режимы сварки. Толщины соединяемых деталей могут составлять  $0,1 \div 0,2$  мм. Для решения таких задач в НИИ ЭИО были специально разработаны установки электронно-лучевой микросварки ЭЛА-МС (1971 г.) и ЭЛУМС-25/05 (таблица 2). Последняя была оснащена криогенным высоковакуумным насосом, имела ручное и автоматическое управление, была укомплектована программатором и сменной оснасткой (1983 г.).

Созданию этой установки предшествовала модернизация энергоблока ЭЛА-50/5, который для микросварки наряду с основным диапазоном тока  $0 \div 100$  мА, получил второй диапазон регулирования тока  $0 \div 10$  мА ( $0 \div 0,5$  кВт), что позволило уменьшить пульсации в цепях питания и управления, отрицательно влияющих на качество сварки. Этот энергоблок был использован для сварки кольцевых и продольных швов деталей диаметром от 3 до 25 мм из нержавеющей стали, алюминия и его сплавов, а также циркониевых сплавов. После сварки кругового шва мощность электронного луча плавно уменьшается за угол поворота детали в диапазоне от 0 до 270 градусов, устанавливаемый оператором заранее.

В состав установки электронно-лучевой микросварки входят следующие основные системы:

- электронно-оптическая система;
- система источников питания высоко-

**Таблица 1 Характеристики установки Elionix ELS-F125**

Наименование характеристики	Значение характеристики
Катод с косвенным накалом	ZrO <sub>2</sub> /W
Диаметр электронного пучка на ширине полуинтесивности	1,7 нм при 125 кВ
Минимальная ширина линии	около 5 нм при 125 кВ
Ток электронного пучка	5...100 нА
Ускоряющее напряжение	125 кВ, 100 кВ, 50 кВ, 25 кВ
Размер записываемой площадки	3000 мкм x 3000 мкм (максимально), 100 мкм x 100 мкм (минимально)
Точность позиционирования пучка	0,01 нм
Максимальный размер обрабатываемой пластины	20 см (200-мм пластины и 200-мм маски)

**Таблица 2 Технические данные установки ЭЛУМС-25/0,5**

Наименование характеристики	Значение характеристики
Ускоряющее напряжение, кВ	25±0,125
Максимальный ток, мА	20±4
Угол отклонения луча, градус	±5
Размер вакуумной камеры, мм	600x500x400
Время откачки до 1,33x 10 <sup>-3</sup> Па, мин	20
Толщины свариваемых деталей, мм	0,1÷2
Перемещение стола, мм	100
Максимальная скорость перемещения, мм/с	5
Оптическое увеличение визуальной системы при рабочем отрезке 40-120мм, крат	5÷2
Погрешность автоматического наведения на стык, мм	0,1

кой стабильности;

- вакуумная камера и высокопроизводительная система откачки;
- система перемещения обрабатываемого изделия;
- система программного управления.

Каждая из систем представляет собой весьма сложный комплекс устройств, создание которых требует всесторонней проработки ряда электронно-оптических, системно-технических и конструктивных вопросов.

Собственно электронно-оптическая система должна формировать электронный пучок с необходимыми для микросварки параметрами. Также электронно-оптическая система должна включать в себя систему визуального наблюдения за процессом сварки, обеспечивающую необходимое увеличение изображения. Исходя из необходимых параметров пучка, вытекают требования к источнику питания электронной пушки: высоковольтному источнику ускоряющего напряжения, накала и управляющего напряжения. Эти требования распространяются и на источники питания элементов электронно-оптической системы.

Электронная пушка устанавливается на электронно-оптическую колонну и операции по замене катода и обслуживанию пушки осуществляются сверху при повороте пушки. Электронная пушка состоит из: корпуса с защитой от рентгеновского излучения, высоковольтного изолятора с высоковольтным вводом, сменного катодного узла.

В состав электронно-оптической системы (колонны) ЭЛУ технологического назначения входят: юстирующая система, фокусирующая система, стигматор, отклоняющая система.

Юстирующая система предназначена для совмещения оси сформированного электронного пучка с осью электронно-оптической колонны. Юстирующая система обычно состоит из двух отклоняющих систем, рассчитанных таким образом, что

изменение тока в них позволяет осуществлять параллельный перенос пучка или поворот относительно заданной на оптической оси точки, например, центра формирующей линзы.

Фокусирующая система в зависимости от назначения установки состоит из одной или более электромагнитных линз. Она представляет собой бронированную катушку с током, оформленную полюсными наконечниками различной формы. Электронно-оптические характеристики магнитных линз определяются магнитодвижущей силой обмотки (ампер-витки катушки) и геометрическими параметрами полюсных наконечников (шириной немагнитного зазора полюсного наконечника и диаметром канала).

Известно, что электронные линзы, в том числе магнитные, обладают значительными aberrациями, обусловленными тем, что условия фокусировки электронов вблизи оси и электронов, проходящих через линзу на значительном расстоянии от оси, отличаются. Главные характеристики фокусирующих систем ЭЛУ технологического назначения: фокусное расстояние, рабочий отрезок (расстояние от последней фокусирующей линзы до плоскости обработки), постоянная сферической aberrации (характеризует радиус кружка размытия пучка в плоскости обработки от апертуры фокусируемого пучка), коэффициент хроматической aberrации (характеризует размытие электронного пучка за счет разброса скоростей электронов). Снижение апертуры пучка приводит к снижению тока в пучке, поэтому оптимальным путем снижения влияния сферической aberrации является минимизация коэффициента сферической aberrации линзы за счет изменения её геометрических параметров. Необходимо заметить, что коэффициент сферической aberrации значительно возрастает по мере увеличения рабочего отрезка. Однако выбор

рабочего отрезка определяется компромиссом между aberrациями фокусирующей системы и aberrациями отклоняющей системы при заданном размере поверхности обработки, так как при уменьшении рабочего отрезка в этом случае возрастает угол отклонения пучка (для обеспечения размера обработки). Кроме того, необходимо учитывать влияние магнитопровода линзы на aberrации отклонения, когда отклоняющая система располагается достаточно близко от последней. Это влияние возрастает по мере увеличения частоты отклонения. Снижение влияния хроматической aberrации достигается повышением стабильности источников питания всех элементов электронно-оптической колонны.

Отклонение электронных пучков в ЭЛУ осуществляется в большинстве случаев магнитными отклоняющими системами тороидального типа с синусоидальным распределением обмотки по периметру сердечника. Материал сердечника определяется частотой сканирования электронного пучка. При отклонении поперечное сечение электронного пучка и распределение плотности тока в нем может существенно изменяться вследствие так называемых апертурных aberrаций отклонения, астигматизма и комы. Коэффициенты пропорциональности – aberrационные коэффициенты астигматизма и комы тороидальных отклоняющих систем определяются геометрическими параметрами их сердечника, распределением обмотки по периметру и расположением отклоняющей системы относительно плоскости фокусировки пучка. Наблюдение за проведением технологического процесса в ЭЛУ, корректировка взаимного положения пучка и обрабатываемого изделия осуществляются с помощью светооптической системы. Даже если работа установки автоматизирована, наблюдение необходимо для первоначальной настройки системы

совмещения электронного пучка с местом обработки и периодического контроля. Кроме широко применяемого для этих целей микроскопа МБС, были разработаны и специальные светооптические устройства, значительно расширяющие возможности наблюдения.

Для питания электронно-лучевой пушки в 2005 г. специально был разработан источник питания инверторного типа с преобразованием на частоте 44 кГц мощностью 1 кВт. Источники питания смещения и накала выполнены так, что необходимые выходные напряжения определяются согласующим трансформатором. Эти источники находятся под высоким потенциалом. В блоке питания ЭЛУ реализована схема автосмещения для задания потенциала управляющего электрода эмиссионной системы. При задании тока электронного луча за счет обратной связи, снимаемой с датчика тока, находящегося под потенциалом земли, автоматически регулируется напряжение смещения, и ток электронного пучка поддерживается на заданной величине. Ускоряющее напряжения имеет десять фиксированных значений от 15 кВ до 60 кВ с шагом 5 кВ. Выходные трансформаторы и выпрямители высоковольтных источников расположены в масляном баке, с размерами 200 250 400 мм. Инвертор источника питания имеет такие же малые размеры и расположен в стойке питания в середине первого этажа.

Разработанные в НИИ ЭИО электронно-лучевые установки для микросварки и размерной обработки (ЭЛУРО) имеют достаточно однотипные конструктивные решения электронных пушек. В 1964 году был разработан опытный образец универсальной электронно-лучевой установки ЭЛУРО и начат серийный выпуск. В 1968 году произведен серийный выпуск промышленных установок ЭЛУРО-П с программным управлением. В 1971 году разработана специализированная установка

Таблица 3 Технические характеристики установки ЭЛУРС

Наименование характеристики	Значение характеристики
Ускоряющее напряжение, кВ	50 – 100
Ток электронного луча в импульсном режиме, мА	70
Ток электронного луча в постоянном режиме, мА	10
Длительность импульсов модулятора, с	2x10 <sup>-5</sup> – 1x10 <sup>-2</sup>
Частота повторения импульсов, Гц	1 – 5000
Угол отклонения электронного луча от оси, град.	5
Скорость перфорации, отверстий/с	до 3000

для процесса фрезерования ЭЛА-Ф. Повышая скорость движения электронов и их кинетическую энергию, а также увеличивая число электронов в пучке (т.е. увеличивая плотность пучка), можно создать чрезвычайно высокую концентрация тепловой энергии в зоне торможения электронного пучка. Размерная обработка материалов электронным лучом осуществляется при плотности тепловой энергии 106-109 Вт/см<sup>2</sup>. Материал при такой плотности вскипает и испаряется, образуя на детали углубление (отверстие), а при перемещении луча - сквозной или глухой паз. В зоне обработки температура может достигать 6000 °С, а на расстоянии всего лишь 1 мкм от нее - 280-300 °С, что определяет высокую локализацию процесса. Размерная обработка поверхности электронным лучом нашла применение при изготовлении деталей авиационной и космической техники. Экономическая целесообразность ее применения определяется тем, что стоимость размерной обработки деталей из жаропрочных и труднообрабатываемых сплавов благодаря короткому циклу и отсутствию расходов на инструмент на десятки процентов ниже стоимости других методов обработки. В восьмидесятых годах в НИИ ЭИО была разработана универсальная установка для размерной обработки и сварки – ЭЛУРС. Заинтересованность в приобретении этой установки высказали многие предприятия оборонной

отрасли и авиационной промышленности. Было изготовлено и поставлено несколько таких установок, но в период перестройки выпуск их был прекращен. Технические характеристики установки ЭЛУРС представлены в таблице 3.

Принципиальные возможности технологических процессов размерной обработки электронным лучом указаны в таблице 4.

Специально для перфорации сложных отверстий в конце 1980-х годов была разработана установка ЭЛУРС-М на ускоряющее напряжение 150 кВ. Изготовлен модулятор пучка на лампе, позволяющий получать импульс, длительностью единицы микросекунд. Было изготовлено несколько изоляторов (изготовлена пресс-форма, подобран наполнитель и т.д.) и проведены испытания. Установка предназначена для обработки жаропрочных сталей в авиационной промышленности.

ЭЛРО имеет ряд существенных достоинств, обуславливающих целесообразность её практического применения, а именно: возможность широкой регулировки режимов и тонкого управления тепловыми процессами; пригодность для обработки металлических и неметаллических материалов; повышенная чистота среды при обработке; высокий КПД (до 98%); возможность автоматизации процесса. Сфокусированный поток электронов, падая на поверхность материала, осуществляет разогрев вещества в зоне, ограни-

Таблица 4 Принципиальные возможности технологических процессов размерной обработки электронным лучом [5]

Наименование показателя	Характеристика
<b>Перфорация сквозных и глухих отверстий одним импульсом</b>	
Диапазон диаметров, мм	0,015 ÷ 0,3
Наибольшая глубина, мм	3 ÷ 5
Скорость перфорации, отв/с, не более	5000
Разброс диаметров отверстий, %	До 10 от номинала
Высота микронеровностей в отверстиях (зависит от материала, глубины, диаметра), мм	0,002 ÷ 0,01
<b>Изготовление сквозных и глухих отверстий (многоимпульсная обработка)</b>	
Диапазон диаметров, мм	0,01 ÷ 0,5
Наибольшая глубина, мм Для металлов / для диэлектриков	10 / 15÷20
Время обработки одного отверстия, не более, с	10
Разброс диаметров отверстий, %	5 ÷ 10 от номинала
Высота микронеровностей в отверстиях (зависит от материала, глубины, диаметра), мм	0,002 ÷ 0,01
<b>Изготовление прямых сквозных и глухих пазов, резка сверхтвердых, химически чистых и активных материалов</b>	
Диапазон ширины пазов, мм	0,03 ÷ 0,3
Наибольшая глубина обработки, мм Для металлов / для диэлектриков	10 / 15÷20
Скорость резания в зависимости от глубины и материала, мм/с	0,2÷3
Высота микронеровностей на стенках пазов (зависит от материала, глубины, ширины паза), мм	0,01÷0,05
<b>Гравирование контурное и рельефное</b>	
Диапазон ширины пазов, мм	0,01÷2
Наибольшая глубина обработки, мм	1
Скорость гравирования (зависит от материала, глубины, ширины паза), мм/с	0,2÷50
Высота микронеровностей на стенках, мм	0,03÷0,08

ченной диаметром луча и глубиной пробега электронов. При размерной обработке наиболее целесообразным является импульсный режим воздействия луча на материал. Время паузы режима выбирается из расчета того, чтобы продукты выброса успевали эвакуироваться из зоны обработки и луч не рассеивался на стенки образованного канала. Применение такого режима позволяет в образцах из коррозионностойкой

стали получать отверстия глубиной до 60 мм и диаметром до 2 мм.

На практике используют длительности импульсов от 1 мкс до 0,01 с при частоте повторения от единиц до 104 Гц. Обычно для ЭЛРО применяют установки с анодным напряжением 80 - 150 кВ при токе в луче в пределах

0,3 - 20 мА и диаметре луча 0,5 - 500 мкм. Наибольшее распространение имеет ЭЛРО тонких материалов,

глубина обработки которых не превышает 0,5 - 1,0 мм для металлов и 2 - 5 мм для диэлектриков. Следует отметить, что процесс обработки диэлектриков существенно отличается от обработки металлов. Одной из причин этого является возникновение на поверхности изделия отрицательного заряда, снижающего энергию электронов пучка, вызывающего расфокусировку и искажение формы, а также увеличение диаметра пучка. В результате на диэлектрике разогревается участок много больший по диаметру, чем в случае облучения металла. Кроме этого низкая теплопроводность диэлектриков и высокие удельные мощности в луче приводят к образованию высоких температурных перепадов, которые вызывают значительные остаточные термические напряжения, приводящие к растрескиванию изделий. Для устранения растрескивания обработку диэлектриков производят с предварительным или сопутствующим подогревом заготовок, а также с последующим отжигом их для полного снятия напряжений.

Размерная обработка электронным лучом применяется для получения отверстий фигурной или цилиндрической формы малых диаметров (2-500 мкм), тонких пазов, щелей, прорезей размерами от нескольких десятков микрометров в материалах малой толщины (пленки, фольги), а также для разрезки материалов (полупроводников, ферритов, сверхчистых материалов и др.), особенно когда к поверхностям реза предъявляются особые требования.

При небольших глубинах (H) обработки диаметр отверстия (d) на 10 % больше диаметра электронного пучка dl, а при H/d ≥ 100 диаметр луча должен быть в два - четыре раза меньше отверстия. В настоящее время промышленность не выпускает установок, способных обеспечить постоянный минимальный диаметр луча на большом его отрезке. Поэтому, как правило, обработка отверстия ведется с изменением фокус-

ного расстояния магнитной линзы по мере углубления отверстия.

Точность ЭЛРО находится в пределах 8 - 11 качества, а шероховатость получаемой поверхности составляет  $Rz = 3...20$  мкм и зависит от диаметра пучка, длительности импульсов, мощности пучка и теплофизических свойств обрабатываемого материала. Простые отверстия имеют конусность, величина которой зависит от расположения фокуса луча относительно поверхности заготовки и составляет 1-5о.

В промышленности ЭЛРО применяется для изготовления деталей с числом отверстий от нескольких тысяч до нескольких миллионов, для получения отдельных отверстий в кварцевых пластинах, для обработки микроминиатюрных электронных схем, резки ферритов для «памяти» ЭВМ и т.д.

Для выполнения вышеперечисленных операций наибольшее применение получила электронно-лучевая установка ЭЛУРО, на которой также можно осуществлять разметку, локальное легирование, прецизионную пайку, сварку и другие операции. Установка ЭЛУРО на 120 кВ ускоряющего напряжения мощностью 5 кВт была создана в НИИ ЭИО в 80-е годы. Питание Венельта было организовано через пентод, что позволило получать импульсы, длительность в 1 микросекунду. Столь универсальное применение она имеет благодаря возможности регулирования мощности в широких пределах. В процессе обработки может быть использовано программное устройство для управления перемещениями деталей и электронного луча. Позднее были созданы установки, в которых программное управление перемещениями осуществляется от ЭВМ. В 90-е годы ее выпуск был прекращен [6].

### 3 Электронно-лучевая сварка

Среди всех способов сварки плавлением объем применения ЭЛС в мире составляет около 5 %. Она исполь-

зуется в 30 странах мира в основных отраслях промышленности. До 30% установок действует в Европе и около 50% – в США. Наибольшее количество установок работает в автомобилестроении. На некоторых крупных машиностроительных предприятиях 40 – 90% объема сварочного производства выполняется с помощью электронно-лучевой сварки [7].

Этот эффективный способ основан на использовании кинетической энергии электронов, движущихся с большой скоростью в вакууме. Пучок электронов, эмитированный раскаленным катодом, ускоряется в вакууме напряжением до 100 кВ и более. При изменении Уиск от 30 до 200 кВ скорость электронов изменяется от 0,33 до 0,67 скорости света. Кинетическая энергия электронов при торможении вблизи поверхности металла превращается в тепловую, расходуемую на плавление свариваемых кромок и образование в жидком металле углубления (канала) на всю толщину свариваемого металла. Этот процесс характеризуется высоким КПД, достигающим 90%.

Важнейшая особенность используемого в качестве источника нагрева пучка электронов – это то, что он сосредоточен на весьма малом пятне, диаметр которого может составлять десятки и даже сотни доли миллиметра. При мощности пучка в десятки киловатт плотность энергии в нем превышает плотность энергии электрической сварочной дуги более чем на два порядка (от 105 до 109 Вт/см<sup>2</sup>). Такая концентрация

энергии, достигаемая при специальной фокусировке пучка в сварочных электронных пушках, делает возможным сварку с необычным для электродуговых методов отношением глубины к ширине проплавления (до 20:1 и даже до 50:1), а также при малых значениях погонной энергии (не более 20% от  $q/v_{св}$  при дуговой сварке). Поперечное сечение шва и ЭТВ при ЭЛС существенно меньше чем при лазерной сварке (рисунок 1) [8].

Одна из важных особенностей высокоэнергетического электронного пучка проникновение его вглубь металла. Например, глубина проникновения электронов в сталь составляет 0,06 мм при  $U_{иск} = 150$  кВ. Т.к. электроны тормозятся непосредственно в обрабатываемом материале, такие факторы как образование плазмы, величина коэффициента отражения и поглощающая способность материала практически не играют никакой роли при регулировании сварочных параметров. Наиболее важным параметром свариваемого материала является его высокая теплопроводность.

Размеры, конфигурация и качество формирования швов при ЭЛС определяются устойчивостью, формой и размерами парового канала сварочной ванны, которые в свою очередь зависят от мощности, эффективного радиуса, угла сходимости луча, положения фокального пятна луча, пространственного положения стыка, теплофизических свойств металла и скорости сварки.

Обычно ЭЛС осуществляется при непрерывном воздействии электронного луча на свариваемые детали. В ряде случаев, например, при сварке элементов из весьма тонкого металла или металлов, имеющих низкую температуру плавления и легко испаряющихся (магний, алюминий), необходимо прерывание луча. Такая сварка импульсно-модулированным пучком производится с помо-

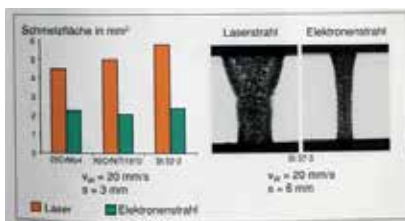


Рисунок 1 Поперечное сечение шва при лазерной и электронно-лучевой сварке [8].

Таблица 5 Энергетические параметры процессов

Параметры	ЭЛС	ЛС	ЛДС	АрДС
Эффективный диаметр в пятне нагрева, мм (возможность фокусировки в процессе сварки)	0,010-1,0 (+)	0,010-1,0	0,5-1,0	3,0-6,0
Максимальная плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup>	5×10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>
Место тепловыделения	На и под поверхностью объекта	На поверхности объекта	На поверхности объекта	На поверхности объекта
КПД процесса, %	90	2-10 (СО <sub>2</sub> -лазеры), до 30 (волоконные и др. с $\lambda \leq 1,06$ мкм)	2-10 (СО <sub>2</sub> -лазеры), до 30 (волоконные и др. с $\lambda \leq 1,06$ мкм)	≤ 70
Погонная энергия, кДж/м	0,5 - 10000	0,5 - 5000	250 - 2500	С 50 - 1400
Толщины, свариваемые встык за один проход (без разделки кромок), мм	0,1 - 200	0,3 - 30	3 - 30*	0,5 - 5

\*при ЛДС возможна частичная разделка кромок

щью специальных автоматических прерывателей при частоте до 300 импульсов в секунду с продолжительностью импульса 0,01 - 0,00005 с. Главные преимущества ЭЛС, по сравнению, с другими способами сварки плавлением:

1. широкий диапазон толщин свариваемых деталей – от долей миллиметра до 100 мм и более;
2. возможность получения узких швов с глубоким проплавлением;
3. регулирование отношения глубины проплавления к ширине шва, которое можно подобрать оптимально;
4. уменьшение роста зерна в шве и ЗТВ сварки;
5. небольшие линейные размеры ЗТВ;
6. малые размеры сварочной ванны, большие скорости нагрева и охлаждения металла в вакууме, что позволяет получать максимальную степень чистоты и высокие физико-механические свойства соединения;
7. резкое снижение величины деформаций сварных конструкций;
8. возможность сварки соединений различных типов, в том числе принципиально новых, не выполнимых известными способами сварки плавлением;
9. высокая производительность и экономичность;
10. универсальность аппаратуры: одними и теми же электронными пушками можно сваривать детали

Таблица 6 Особенности процессов

Факторы	ЭЛС	ЛС	ЛДС
Управление (сканирование) лучом	Электрическое с помощью катушек	Электро-механическое с помощью зеркал	-
Возможность высокочастотного (до 100 кГц) программного управления лучом (многолучевой и многофокусный процесс с заданным формированием шва, одновременное выполнение нескольких швов, предварительный и сопутствующий подогрев и наведение напряжений сжатия в кристаллизующемся шве)	+	-	-
Возможность глубокого проплавления с образованием парогазового канала	+	+	+
Влияние паров и плазмы на КПД процесса	Практически отсутствует	+	+
Допустимые местные зазоры в стыке, % от толщины	10, но не более 0,3 мм	10, но не более 0,3 мм	0,5 - 1,0 мм
Деформации свариваемых кромок	Несущественные	Незначительные	Допустимые
Возможность дегазации (водорода)	+	-	-
Необходимость вакуума	Необходим	Не нужен	Не нужен
Необходимость защиты от рентгеновского излучения	Необходима	Не нужна	Не нужна
Возможность передачи энергии на большие расстояния (до 100 м) по любой траектории	-	+	-

разных толщин;

11. наличие предпосылок для комплексной автоматизации процесса.(9).

Внедрение электронно-лучевой сварки в высокотехнологичные производства затрудняется её экономи-

ческими и техническими особенностями, такими как :

1. высокие капиталовложения;
2. необходимость весьма точной подгонки свариваемых элементов;
3. ограниченный размер конструкций,

поскольку сварку приходится выполнять в камерах;

4. необходимость принятия специальных мер для обеспечения направления электронного луча по стыку;

5. генерирование рентгеновских лучей, особенно интенсивных при ускоряющем напряжении свыше 30-36 кВ (9).

В таблицах 5 и 6 приведены энерге-



Рисунок 2 Многолучевая сварка

тические параметры и особенности процесса ЭЛС в сравнении с известными способами сварки плавлением. Возможность высокочастотного управления перемещением электронного луча относительно стыка и его фокусировкой отличает его от других источников энергии. Дальнейшие приоритетные перспективы развития ЭЛС связаны с процессами многолучевой и многофокусной сварки, суть которой изложена в работе [8].

Если луч скачкообразно перемещается между двумя позициями, то на отрезке между двумя поворотными точками он не оставляет позади себя след от плавления, в то время как в зависимости от времени остановки и мощности луча в точках возврата достигается определенная глубина проплавления. Если деталь под лучом перемещается с постоянной скоростью поперек направления отклонения, то одновременно возникают два шва, сваренные в пульсирующем режиме при соотношении импульсов 1:1. Если программируется большее количество позиций остановок, то одновременно возникает большее количество сварных швов (рисунок 2 - слева). Мощность луча должна быть согласована со скоростью перемещения детали.

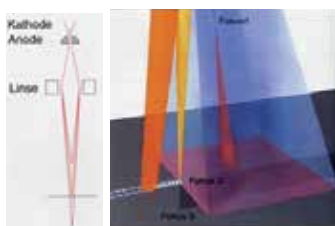


Рисунок 3 Изменение положения фокуса

Рисунок 4 Многолучевая техника: предварительный подогрев, сварка и разглаживание шва в одной технологической операции

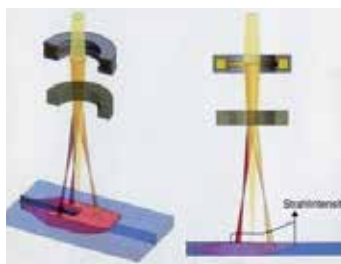


Рисунок 5 Многолучевая сварка: напряжения сжатия уменьшают склонность суперсплавов к горячим трещинам [8]

Частота отклонений (до 100 кГц) должна выбираться с таким расчетом, чтобы луч возвращался в сварочную позицию, прежде чем паровой канал, требуемый для эффекта глубокого проплавления, закрылся, т.е. затвердел. Многолучевая сварка пригодна для средних толщин и умеренной скорости подачи. Следует иметь в виду, что сварные швы благодаря быстрым пульсациям будут особенно узкими. Благодаря управлению амплитудой отклонения луча могут одновременно выполняться также непараллельные швы (рисунок 2 - середина). Многолучевой процесс прежде всего должен в несколько раз повысить производительность ЭЛС.

Многофокусная сварка с изменяемым фокусным расстоянием при непрерывно выполняемой осцилляции приводит к улучшенной форме шва и улучшенному удалению газов из расплава. При быстром прыж-

ке луча можно одновременно выполнить глубокий шов с фокусом в детали и его разглаживание с фокусом выше поверхности деталей. Мощность луча должна синхронно соответствовать положению его фокуса. Также с помощью многофокусной техники можно получать хорошо сформированный корневой валик.

В комбинации многолучевой и многофокусной сварки один дефокусированный луч высокой мощности, сканируя, создает подогревающее поле. Затем луч с уменьшенной мощностью, например, сфокусированный на поверхности детали, направляется в сварочную позицию и выполняет сварной шов. Наконец третий луч, отличающийся положением фокуса и мощностью, сглаживает шов в течение одной операции (рисунок 4). Один из особенных вариантов этой техники используется при сварке никелевых суперсплавов, склонных к горячим трещинам. Чтобы подавить образование горячих трещин, необходимо сопутствующее поле подогрева с обеих сторон (позади) шва построить так, чтобы уменьшить скорость охлаждения и выстроить напряжения сжатия в медленно остывающей зоне плавления (рисунок 5). Этот способ применим для суперсплавов новейших газовых турбин, которые при малой массе должны быть устойчивы к действию высокой температуры.

Многолучевая техника может успешно применяться при соединении разнородных материалов. Электронно-лучевые сварочные установки состоят из двух основных комплексов – энергетического и электромеханического. Энергетический комплекс предназначен для формирования пучка электронов с заданными параметрами, которые определяются толщиной, теплофизическими характеристиками свариваемых материалов и требованиями к коэффициенту формы проплавления. Электромеханический

Таблица 7 Характеристики различных типов электронно-лучевых установок

Характеристики	Типы установок						
	Универсальные		Универсальные с многопозиционной оснасткой*		Тактового типа**	С 1-2 шлюзовыми камерами и трансверсмашиной	
Объем вакуумной камеры, м <sup>3</sup>	До 8	10 - 700 (1500)	До 8	Более 10	До 0,04	До 8	Более 10
Положение ЭЛ пушки	Над камерой	Внутри камеры	Над камерой	Внутри камеры	Над камерой	Над камерой	Внутри камеры
Способ перемещения ЭЛ пушки	Неподвижна	По 3 координатам + поворот на 90°	Неподвижна	По 3 координатам + поворот на 90°	Неподвижна	Неподвижна	По 3 координатам + поворот на 90°
Производительность	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая	Очень высокая	Высокая	Высокая
Время цикла на сварку 1-го шва, час	0,5 - 1	2 - 4	Менее 0,1	Менее 0,1	Менее 0,015	Менее 0,15	Менее 0,5

комплекс предназначен для герметизации и вакуумирования рабочего объема, обеспечения взаимного перемещения электронного луча и свариваемого изделия и управления всеми этими процессами.

При создании установок ЭЛС широко применяются современные системы программного управления с использованием промышленных ЭВМ преимущественно общего назначения. Программное управление электронно-лучевым оборудованием требует применения устройств с широкими логическими и вычислительными возможностями, т.к. ЭЛС представляет собой многофакторный процесс, характеризующийся большим числом взаимосвязанных параметров.

Безинерционное управление отклонением луча корректирует ошибки его перемещения в режиме on-line. Многолучевые и многофокусные способы сварки также требуют особенно быстройдействующего числового программного управления (CNC), т.к. они могут осуществляться обычно с частотой отклонения 100 кГц и растровой частотой до 10МГц. Для получения информации о положении луча относительно стыка используются такие сопутствующие ЭЛС явления как вторичная электронная эмиссия и рентгеновское

излучение из зоны сварки[10].

В таблице 7 приведены характеристики различных типов электронно-лучевых установок

Дальнейшее развитие ЭЛС и расширение ее применения в различных отраслях промышленности РФ связано с решением следующих задач:

- совершенствованием и более широким использованием систем программного управления при модернизации ЭЛУ, разработкой программного обеспечения,
- разработкой и повышением надежности датчиков слежения за стыком,
- разработкой и серийным производством стабилизированных источников высокого напряжения нового поколения,
- применением светоптических устройств для визуального наблюдения за процессом сварки, размещаемых внутри колонн электронно-оптических систем,
- автоматическим управлением и стабилизацией глубины проплавления,
- повышением напряжения питания до 150 кВ в ЭЛУ, предназначенных

для сварки конструкций большой толщины, и обеспечением его плавной регулировки в интервале 90 – 150 кВ,

- улучшением качества и доступностью деталей из изоляционных материалов, применяемых в высоковольтных блоках, а также высоковольтных кабелей,
- компьютерным моделированием и оптимизацией конструкции элект

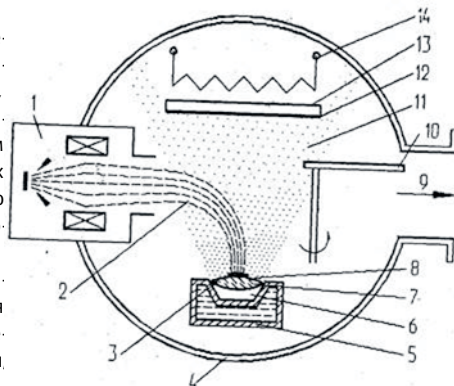


Рисунок 6 Схема электронно-лучевого напыления материалов: 1 - электронная пушка; 2 - электронный пучок; 3 - поверхность, бомбардируемая пучком; 4 - кожух технологической камеры; 5 - водоохлаждаемый тигель; 6 - испаряемый материал; 7 - расплавленная часть материала; 8 - поверхность испарения; 9 - откачка вакуума; 10 - диффрагма испарителя; 11 - поток пара; 12 - напыляемый слой; 13 - подложка; 14 - подогреватель подложки.

Таблица 8 Характеристики метода ЭЛН

Показатель	Размерность	Величина
Концентрация мощности	Вт/см <sup>2</sup>	5x10 <sup>8</sup>
Максимальная температура на испаряемой поверхности	°С	6000
Поворот электронного пучка	Градусы	до 270
Вакуум в камере	Па	10-4
Равномерность толщины пленки	%	± 2
Мощность установок	кВт	До 300*
КПД процесса в том числе: плавления, испарения	%	30 – 40 2 - 10 28 - 35

\* - В Германии методом ЭЛН наносят также толстые (до 300 мкм) покрытия из теплозащитной керамики (например, на основе диоксида циркония) на лопатки авиационных турбин (мощность установки 300 кВт).

тронно-оптических систем (ЭОС) для улучшения геометрических и энергетических параметров электронного луча за счет минимизации и коррекции aberrаций ЭОС, - применением новых прецизионных приводов для перемещения деталей и роботизированных систем, обеспечивающих возможность ЭЛС соединений любой пространственной конфигурации, - применением присадочной проволоки, - разработкой новых технологий ЭЛС, - пропагандой достижений ЭЛС в конструкторских организациях и среди производителей различных видов техники.

### Электронно-лучевое напыление (ЭЛН)

Около 30–40% мощности электронного луча расходуется на плавление и испарение материала (2–10% и 30–35%, соответственно). [11] Используется электроннолучевые испарители, дающие возможность получения тонких пленок металлов, сплавов и диэлектриков. Хорошая фокусировка электронного пучка обеспечивает возможность испарения с большой скоростью даже самых тугоплавких материалов. Быстрое перемещение нагретой зоны в результате отклонения потока электронов, регулировка и контроль

мощности нагрева и скорости осаждения создают предпосылки для автоматического управления процессом. Материал не контактирует в расплавленном виде со стенками тигля, поэтому он обеспечивает высокую чистоту и однородность осаждения.

Показания датчика измерения толщины покрытия передаются в управляющий ПК, поддерживающий заданные параметры процесса. Процесс напыления протекает при минимальном участии оператора [11]. Для ЭЛН используются длиннофокусные генераторы электронных пучков. При ЭЛН пушка располагается горизонтально, напыляемые объекты – над тиглем, а отклонение электронного пучка на испаряемый материал, находящийся в водоохлаждаемом тигле, осуществляют с помощью систем, обеспечивающих поворот пучка на угол до 270.

К преимуществам метода относятся:

- возможность нанесения пленок металлов (в том числе тугоплавких), сплавов, полупроводниковых соединений и диэлектриков с температурой плавления вплоть до 3500°С
- высокая скорость испарения веществ и возможность регулирования ее в широких пределах за счет изменения подводимой к испарителю мощности

- возможность получения при высоком вакууме покрытий, практически свободных от загрязнений (их чистота определяется чистотой используемого для напыления материала)
- равномерность получаемых покрытий
- исключение химического взаимодействия напыляемого вещества с остатками воздуха.

В производстве тонкопленочных и полупроводниковых структур используются группы подложек, которые изготавливаются из изолирующего материала (ситалл, поликор, стекло) и рассчитаны на одновременное изготовление до нескольких десятков идентичных изделий, причем свойства напыляемой пленки должны быть одинаковы на всей площади групповой заготовки.

Установки снабжены вращающимися устройствами (дисками, барабанами), несущими несколько подложек, которые последовательно и многократно проходят над неподвижным испарителем, постепенно набирая пленку необходимой толщины.

Для измерения толщины покрытия в процессе напыления применяются датчики на основе кварцевого резонатора.

В НИИ ЭИО в 70-е годы был разработан электронно-лучевой испаритель на 12 кВ и 6 кВт с поворотом электронного луча на 270 градусов. Разработка была передана на завод в г. Сморгонь для массового производства и выпускалась в 80-е годы в составе напылительных установок ВУ-1 и ВУ-2 всех модификаций. На российском рынке в настоящее время продаются импортные установки. Например, установка электронно-лучевого напыления E-Beam Evaporator, которую поставляет компания из Южной Кореи AP Systems, стратегический партнер российской компании Остек.. В табл.9 приведены краткие характеристики установки.

Продолжение статьи в следующем номере

# СТЕНД ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПОДВОДНОЙ СВАРКИ САМОЗАЩИТНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

к.т.н. А.М. Левченко, к.т.н. Г.Н. Вострецов, инж. И.С. Антипов

ООО «Региональный Северо-Западный Межотраслевой Аттестационный Центр» НАКС, г. Санкт-Петербург

*В настоящее время в Российской Федерации, впрочем, как и во всем мире, проведение подводно-технологических сварочных работ преимущественно осуществляется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.*

*Реализация данного технологического процесса сопряжена со значительными проблемами, к которым относится низкая производительность труда, недостаточно высокое качество формирования металла шва, затруднение визуального контроля за процессом сварки, высокая доля ручного труда и наличие большого количества сложных сопутствующих операций (например, замена штучных электродов и др.)*

Решение обозначенных проблем может быть достигнуто за счет повышения общего уровня механизации и автоматизации сборочно-сварочных операций. При этом производительность ремонтных сварочных работ по воде может быть увеличена в 5-7 раз по сравнению с ручной дуговой сваркой. Тем более, в настоящее время стремительно увеличивающийся объем выполняемых сварочных работ при изготовлении и ремонте конструкций гидротехнических сооружений под водой, а также при аварийном ремонте различных речных и морских судов требует не только повышения производительности, но качества выполняемых работ.

Развитие Российской промышленности, освоение арктического и каспийского шельфа, применение легированных сталей высокой прочности, обуславливает не только важность исследований в области подводных технологий, разработку высокопроизводительного надежного сварочного оборудования и высокотехнологичных сварочных материалов специального назначения, но и подготовку и обучение высококласных специалистов в области подводной сварки.

Сварочная дуга под водой горит в парогазовом пузыре оказывающим

существенное влияние не только на процессы формирования дуги, но и также на металлургические процессы и процессы формирования структуры и свойств металла сварного соединения. Выбор режимов и техники сварки металлических конструкций во многом также определены наличием воды, окружающей зону сварки.

Целью данной работы является разработка технологических основ процесса сварки металлоконструкций под водой, рекомендаций по выбору режимов и техники сварки, а также основ процесса обучения водолазов-сварщиков.

Объединенной рабочей группой ООО «Региональный Северо-Западный Межотраслевой Аттестационный Центр» и ООО «Учебный Научно-технический Центр «Сварка» г. Санкт-Петербург, создан стенд для сварки под водой «Водолаз-сварщик» (рис.1).

Стенд для подводной сварки комплектуется комплексом для механизированной подводной сварки самозащитной порошковой проволокой «КОПС-М» (рис.2) ТУ 3441-001-83763787-2016 и предназначен:

1. Для начального обучения водолазов-сварщиков, повышения профессиональных навыков и оценки их квалификации.



Рис.1- Камера для сварки под водой «Водолаз –сварщик» КСМ-01В

2. Для аттестации технологических процессов сварки и резки под водой, сварочных материалов и водолазов-сварщиков.

3. Для проведения исследований при разработке новых сварочных материалов и технологии подводной сварки «мокрым» способом различных материалов.

Стенд имеет камеру, которую можно заполнять водопроводной, речной или морской водой. Контрольный образец закрепляют в специальном устройстве, находящимся в камере, и осуществляют процесс сварки. Схема процесса представлена на рис.3 Все необходимые подготовительные и сварочные работы сварщик выполняет через специальные отверстия.



Рис.2- Комплексы подводной сварки КОПС-М.

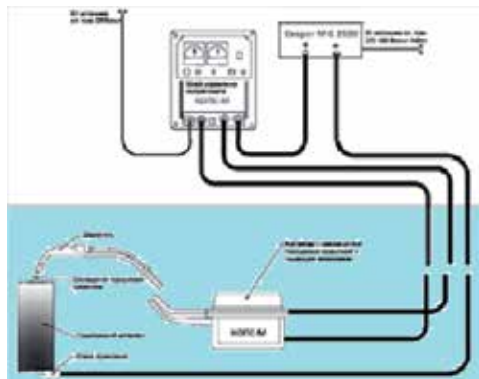


Рис.3- Принципиальная схема осуществления процесса сварки на стенде.



Рис.4- Образец, сваренный в камере стенда с помощью КОПС-М порошковой проволокой ППС-АПЛ 2.



Рис.5- Внешний вид лицевой и обратной поверхности пластин толщиной 8 мм, разрезанных в камере стенда с помощью КОПС-М порошковой проволокой ППС-АПС.



Такие отверстия комплектуются герметическими перчатками, позволяющими достаточно свободно перемещать сварочный держатель в камере под водой. Технологический процесс сварки оператор контролирует через иллюминатор, снабженный светозащитным фильтром. Через дополнительный иллюминатор, находящийся рядом, инструктор или обучающийся наблюдает за процессом сварки. Очистка воды в процессе сварки осуществляется специальной промышленной фильтровальной установкой.

Отсутствие сложной и продолжительной процедуры погружения водолаза под воду, в случае использования стенда, позволяет эффективно и быстро выполнять сварку (рис. 4) и резку (рис.5) металла. Создание высокопроизводительного сварочного оборудования, материа-

лов, а также подготовка квалифицированных специалистов для выполнения ремонтных работ под водой гражданских и военных судов, трубопроводов, нефтяных и газодобывающих платформ является одним из стратегических направлений при освоении арктического шельфа. В настоящее время с использованием «Стенда» ООО «УНТЦ «Сварка» проводит обучение водолазов-сварщиков, осуществляет комплексные мероприятия по исследованию и разработке сварочных материалов для подводной сварки, а также технологических процессов создания монолитных сварных соединений конструкционных и специальных металлов и сплавов под водой «мокрым» способом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Паршин С.Г., Левченко А.М., Майстро А.С., Антипов И.С., Карпов В.М. Исследование порошковых проволок и сварных соединений при подводной механизированной сварке в во-

дной среде // *Сварка и диагностика*, 2015 г., №3, С. 49-54.

2. Левченко А.М., Паршин С.Г., Антипов И.С. Порошковая проволока для подводной сварки мокрым способом. Патент РФ № 2536313 от 29.07.2013 г. Опубликовано 20.12.2014 г. Бюл. № 35.

3. Левченко А.М., Паршин С.Г., Вострецов Г.Н., Антипов И.С., Баранкевич А.И. Отечественная технология, сварочный комплекс и порошковая проволока для механизированной подводной сварки и резки «мокрым» способом // *Мир сварки*. -Санкт-Петербург, ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона», 2018, №1. -С18-21.

4. Паршин С.Г., Левченко А.М., Вострецов Г.Н. Майстро А.С., Переверзев А.Е. Подводная мокрая сварка и резка высокопрочной стали с автоматической подачей самозащитных порошковых проволок // *Мир сварки*. -Санкт-Петербург, ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона», 2019, №1 (53). -С22-25.

# ДИФФУЗИЯ ВОДОРОДА В РАЗНОРОДНОМ СВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ

**А. М. Левченко, Региональный Северо-Западный межотраслевой аттестационный центр, Национальное агентство контроля сварки, Санкт-Петербург**  
**В. А. Кархин, Е. Б. Старобинский, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

*Приведены постановка и аналитическое решение одномерной задачи диффузии водорода в сварных разнородных стыковых соединениях с учётом размеров шва и соединения, а также различных значений коэффициента диффузии и растворимости водорода. Показано, что максимальная концентрация водорода в ЗТВ разнородных соединений прямо пропорциональна начальной концентрации водорода в шве и обратно пропорциональна отношению растворимостей водорода в шве и ЗТВ и квадратному корню от отношения коэффициентов диффузии водорода в ЗТВ и шве.*

При сварке ферритной стали 2.25Cr-1Mo однородными сварочными материалами максимальная концентрация водорода в ЗТВ равна 50% начального содержания в шве. Применение аустенитных хромоникелевых сварочных материалов при сварке ферритной стали 2.25Cr-1Mo приводит к уменьшению концентрации водорода в ЗТВ более чем в 2000 раз.

Ключевые слова: водород, диффузия, сварное соединение, микроструктурная неоднородность, коэффициент диффузии, растворимость

## Введение

Наряду с микроструктурой и сварочными напряжениями водород является основным фактором, способствующим образованию холодных трещин. По этой причине последние называются также трещинами, вызванными водородом (hydrogen-induced cracking) [1]. В основном холодные трещины образуются в зоне термического влияния (ЗТВ) [2]. Для оценки вероятности образования холодных трещин по критериям прочности требуется информация о локальной концентрации водорода в опасных зонах сварного соединения.

В настоящее время имеются надёжные методы определения средней концентрации водорода в металле шва (МШ) и наплавленном металле [3], например, вакуумный метод, разработанный в СПбПУ [4, 5]. Для оценки диффузии водорода из шва в ЗТВ и основной металл (ОМ) используются расчётные методы, так как экспериментально определить локальную концентрацию водорода чрезвычайно сложно из-за очень высокой подвижности его атомов в кристаллической решётке. Предложены достаточно полные физико-математические модели диффузии водорода, реализация которых требует применения численных методов [2, 6-9].

Если пренебречь слабо влияющими факторами и учитывать только сильно влияющие, то можно выделить



*Рис. 1. Основные факторы влияния на диффузию водорода. Сплошными стрелками показано сильное влияние, штрихованными стрелками – слабое влияние*

четыре отдельные задачи, которые решаются в последовательности: теплопроводность — металлография — механика — диффузия (рис. 1). Исходными данными для каждой последующей задачи являются результаты решения предыдущих задач. Подчеркнём, что очень важным фактором является микроструктурное состояние сварного соединения, которое зависит от химического состава МШ и ОМ.

Основной недостаток численных решений, как и натуральных экспериментов, — сложность выявления физических закономерностей и обобщения полученных результатов. Методы функционального анализа позволяют получать решение задачи в виде формул и легко анализировать его, хотя требуют существенных упрощений исходной физической модели [10].

Цель настоящего исследования — разработать приближённую аналитическую модель диффузии водорода из

шва в основной металл с учётом размеров шва и толщины разнородного сварного соединения, когда МШ и ОМ могут существенно различаться по микроструктуре (по коэффициентам диффузии и растворимости водорода).

### Постановка задачи диффузии водорода

Примем следующие допущения:

- сварное соединение состоит из двух материалов (МШ и ОМ), различающихся по коэффициенту диффузии  $D_1$  и  $D_2$  и растворимости водорода  $S_1$  и  $S_2$ , причём граница раздела материалов неподвижна, а свойства  $D_1, D_2, S_1$  и  $S_2$  постоянны в каждый момент времени (индексы 1 относятся к МШ, а индексы 2 — к ОМ) (рис. 2а);
- начальная концентрация водорода в шве постоянна ( $C_{01} = \text{const}$ ), а в основном металле равна нулю ( $C_{02} = 0$ , рис. 2б);
- концентрация водорода на поверхности соединения равна нулю, так как парциальное давление водорода в атмосфере мало;
- ловушки и другие внутренние источники и стоки водорода отсутствуют;
- поток водорода одномерный и направлен только вдоль оси  $x$  перпендикулярно продольной оси шва (рис. 2а).

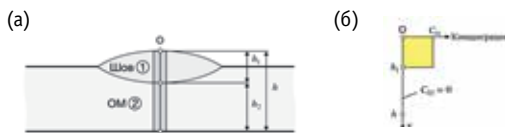


Рис. 2. Схема сварного соединения (а) и распределение начальной концентрации водорода (б)

Принятые допущения позволяют сформулировать линейную краевую задачу относительно концентрации водорода  $C$  следующим образом.

1. Уравнения переноса:

$$\frac{\partial C_1(x, t)}{\partial t} = D_1 \frac{\partial^2 C_1(x, t)}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad 0 < x < h_1 \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_2(x, t)}{\partial t} = D_2 \frac{\partial^2 C_2(x, t)}{\partial x^2}, \quad t > 0, \quad h_1 < x < h_2 \quad (2)$$

(где  $t$  — время.

2. Начальные условия ( $t=0$ , рис. 2б):

$$C_1(x, 0) = C_{01}, \quad (3)$$

$$C_2(x, 0) = C_{02} = 0. \quad (4)$$

3. Граничные условия (рис. 2а):

$$C_1(0, t) = 0, \quad (5)$$

$$C_2(h_2, t) = 0. \quad (6)$$

На границе раздела материалов постоянны поток водорода и константа равновесия  $k_0$  согласно закону распределения Нернста:

$$D_1 \frac{\partial C_1(h_1, t)}{\partial x} = D_2 \frac{\partial C_2(h_1, t)}{\partial x}, \quad (7)$$

$$\frac{C_1(h_1, t)}{C_2(h_1, t)} = \frac{S_1}{S_2} = k_0. \quad (8)$$

Размерность концентрации водорода  $C$  и растворимости  $S$  — ppm (частей на миллион) или  $\text{см}^3/100$  г металла (1 ppm =  $1.12 \text{ см}^3/100$  г), коэффициента диффузии  $D$  —  $\text{м}^2 \text{ с}^{-1}$ .

Сформулированная задача (1)-(8) может быть решена методом интегрального преобразования [11]:

$$C_1(x, t) = C_{01} 2\sigma \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(\beta_n h_2) \sin(k\beta_n x) \exp(-D_2 \beta_n^2 t), \quad (9)$$

$$C_2(x, t) = C_{01} \frac{2\sigma}{k_0} \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(k\beta_n h_1) \sin(\beta_n (h_2 - x)) \exp(-D_2 \beta_n^2 t), \quad (10)$$

$$A_n = \frac{1}{\beta_n h_2 \sin^2(k\beta_n h_1) + \sigma k h_1 \sin^2(\beta_n h_2)}$$

$$k = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}, \quad \sigma = \frac{k_0}{k},$$

где  $\beta_n$  — положительные корни уравнения

$$\text{ctg}(\beta_n h_2) + \sigma \text{ctg}(k\beta_n h_1) = 0. \quad (11)$$

При этом предполагается, что  $kh_1/h_2$  не является несократимой рациональной дробью [11].

Если сварное соединение является однородным ( $k_0=1, D_1=D_2=D$ ), то решение задачи имеет более простой вид:

$$C(x, t) = \frac{C_{01}}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left[ 2\Phi\left(\frac{x-2nh}{\sqrt{4Dt}}\right) - \sum_{m=-1,1}^{\infty} \Phi\left(\frac{x-2nh+mh_1}{\sqrt{4Dt}}\right) \right], \quad (12)$$

$$\text{где } \Phi(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-u^2} du.$$

Если нижняя поверхность пластины не оказывает влияния на распределение водорода, то есть расстояние от границы шва до нижней поверхности пластины  $h_2$  велико (теоретически  $h_2 \rightarrow \infty$ ), то распределение концентрации водорода в таком разнородном соединении описывается другими уравнениями [10].

Продолжение статьи  
в следующем номере

# РАЗНОСТОРОННЯЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Батов Георгий Павлович, ген. директор ООО НУЦ «Качество», к.т.н., специалист III уровня ТК, ВИК, специалист по оценке НДС.

Грушина Елена Валентиновна, ведущий специалист, международный инженер-сварщик, Специалист IV уровня сварочного производства, специалист III уровня ВИК.

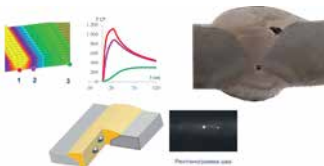
*Изготовление сварных конструкций - сложный технологический процесс, который включает в себя не только технологии сварки, но и процессы механической обработки, термической обработки, неразрушающего контроля, механических испытаний и другие процессы.*

Важно частью изготовления сварных конструкций является сертификация производства, которая открывает доступ продукции на привлекательные внутренние и зарубежные рынки. Для успешной сертификации производства необходимо не только обеспечить выпуск качественной продукции, но и обеспечить соответствие процесса изготовления требованиям систем сертификации производства.

ООО НУЦ «Качество» в рамках подготовки предприятия к сертификации производства проводит подготовку и повышение квалификации персонала по направлениям:

## • Инспектор по сварке

Курс предназначен для подготовки слушателя к работе инспектором по сварке. Курс включает в себя теоретические основы сварки (включая расчёт сварочных напряжений и деформации), технологию сварки, подготовки изделий под сварку и технологии контроля качества сварных соединений.



## • Методы неразрушающего контроля (НК), аудит лаборатории НК

Курс предназначен для инспекторов по сварке, и руководителей, для оз-

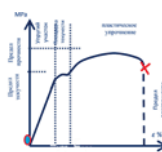
накомления с основными технологиями контроля качества сварных швов и материала. В программу курса входит оценка, аудит работы лаборатории НК. В процессе обучения показывается как проводить оценку работы лаборатории подрядчика, и как готовить свою лабораторию к проверкам и аудитам.

Разработаны отдельные курсы для подготовки специалистов НК для



дальнейшей сертификации по ISO 9712, SNT-TC-1A

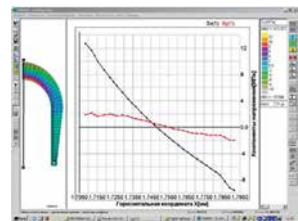
• В курсе «Методы разрушающих и других видов испытаний, аудит испытательной лаборатории» руководители и инспекторы по сварке знакомятся с основными технологиями испытания. В программу курса входит оценка и аудит работы испытательной лаборатории, методы оценки работы лаборатории подрядчика и процесс подготовки лаборатории к провер-



кам и аудитам. Так же разработаны отдельные полноценные курсы по проведению испытаний с целью дальнейшей аттестации специалистов.

## • «Определение и измерение напряженного состояния (НК НДС) устройств и сооружений».

Курс предназначен для специалистов по проектированию и диагностике сложных технических устройств. В состав курса входят освежающие знания лекции по теории напряженного состояния, простейшие примеры его определения



для котлов и сосудов, балочных конструкции, физические принципы измерения напряженно-деформированного состояния. Оборудование для измерения напряженного состояния.



### «Техническое диагностирование»

Курс предназначен для специалистов, проводящих оценку поставляемого оборудования в комплексе и проверку его работоспособности перед началом эксплуатации и в процессе эксплуатации. В рамках курса рассматриваются комплекс организационных, диагностических процедур и испытаний. Виды оборудования определяются на основе заявки.



### «Строительный контроль»

Курс предназначен для специалистов, проводящих оценку работ по монтажу и строительству, судов, морских платформ, магистральных, промысловых трубопроводов. В рамках курса рассматриваются комплекс организационных, диагностических процедур и испытаний при строительстве объектов нефтегазовой промышленности и вспомогательного оборудования.



### «Международный подход к сертификации производства»

Курс предназначен для специалистов, проводящих сертификацию производства с анализом его состояния. В курсе рассматриваются американский и европейский подходы к сертификации производства (ASME, API, PED), рассматриваются

ключевые точки анализа, подходы и процедуры.

В ООО НУЦ «Качество» лаборатории сварочного оборудования, неразрушающего контроля, разрушающего контроля оснащены современным оборудованием и приборами как отечественного, так и импортного производства. В этих лабораториях в процессе обучения проходят практические занятия под руководством опытных специалистов.

- Специалисты ООО НУЦ «Качество» имеют опыт подготовки производств к аудитам со стороны API, ASME, PED, имеют опыт работ в системах Интергазсерт и Росаккредитация и других. При необходимости в ООО НУЦ «Качество» можно сертифицировать Ваш персонал на соответствие российским и международным нормам. После обучения и сертификации, мы помогаем компаниям решать проблемы и вопросы, которые возникают в их деятельности, помогаем в правильном построении процессов и проведении внутренних и внешних аудитов (российских и международных).

Для специалистов, которые не могут очно присутствовать разработан и постоянно совершенствуется система дистанционного обучения. Учебный портал разработан для взаимодействия со специалистом. Через наш портал он подает заявку на обучение, проходит авторизацию и после этого получает доступ к учебным материалам, получает доступ у вебинарам, проводит итоговое тестирование. После завершения доступ к учебным материалам не прекращается, поэтому специалист при желании может поддерживать уровень своих знаний. Материалы периодически актуализируются и обновляются.

В курсах используется фото и видеоматериалы процессов проведения неразрушающего и разрушающего контроля, которые сняты в лабора-



ториях ООО НУЦ «Качество» с комментариями и пояснениями специалистов.

Разработаны анимированные презентации, которые наглядно показывают физические процессы, технологии контроля прохождения ультразвуковых волн в материале, процесс горения дуги и другие процессы сварки и неразрушающего контроля. Презентации разбиваются на главы, после которых проводится промежуточное тестирование для проверки усвоения пройденного материала. По окончании курса проводится итоговое тестирование.

Разработаны виртуальные тренажеры, имитирующие работу оборудования и приборов, которые помогают освоить основы работы: настройка, параметров контроля, проведение контроля виртуальных образцов. Тренажеры не требуют установки на локальный компьютер, установки плагинов или других надстроек над браузером. Необходим только доступ в интернет и разрешение на запуск Джавы скриптов в браузере.

Познакомьтесь с нашей бесплатной энциклопедией по НК и разработками по дистанционному обучению вы можете на нашем сайте [«https://www.centri-kachestvo.ru»](https://www.centri-kachestvo.ru)

# СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ПОДТВЕРЖДЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ ОБЪЕКТОВ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И В ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ (ЕАЭС)

**Цукуров О.А., канд. техн. наук.**

**Ведущий эксперт Russian ANBCC MCS ISO 3834, IIW/EWF**

## *Аннотация*

*В статье приводится краткий обзор состояния вопроса по основным формам подтверждения соответствия объектов сварочного производства установленным требованиям, как по правилам Ростехнадзора (обязательно аттестации и добровольной сертификация в САСв Ростехнадзора), так и по требованиям действующих законодательств о техническом регулировании Российской Федерации и Евразийского экономического союза (добровольная сертификация).*

*Приводится перечень основных систем добровольной сертификации (СДС) в области сварки, зарегистрированных в Едином реестре систем добровольной сертификации Росстандарта РФ, а также перечни нормативных баз САСв Ростехнадзора и систем добровольной сертификации в рамках законодательств о техническом регулировании РФ и ЕАЭС.*

*Проводится краткий анализ и дается оценка САСв Ростехнадзора и действующих систем добровольной сертификации с позиций законодательств о техническом регулировании РФ и ЕАЭС.*

*Указываются недостатки и проблемы этих систем и предлагаются рекомендации по их устранению.*

*Статья адресована непосредственным исполнителям технических регламентов на продукцию, при изготовлении которой применяется сварка, а также специалистам предприятий, планиующим провести подтверждение соответствия элементов своего сварочного производства в системах добровольной сертификации.*

## **Введение**

В настоящее время в Российской Федерации одновременно существуют и применяются две основные формы подтверждения соответствия объектов сварочного производства установленным требованиям:

- **Аттестация** - ведомственная обязательная форма подтверждения соответствия основных объектов сварочного производства (сварочного персонала, технологических процессов сварки, сварочных материалов и оборудования) при производстве поднадзорной продукции, проводимая по правилам Ростехнадзора (САСв Ростехнадзора) /1/
- **Добровольная сертификация** - узаконенная форма подтверждения соответствия, в том числе, таких же объектов при производстве такой же продукции, что и по правилам Ростехнадзора, но осуществляемая на добровольной основе в соответствии с действующими законодательствами о техническом регулировании Российской Федерации и Евразийского экономического союза (ЕАЭС) / 2,3/.

## **Справочно**

Для исключения возможного недопонимания или путаницы в терминах: «обязательной сертификации» и «добровольная сертификация» необходимо дать следующее пояснение.

Согласно законодательствам о техническом регулировании РФ и ЕАЭС обязательная сертификация/декларирование распространяется только на конечную продукцию из «Единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации /декларированию» и из технических регламентов (ТР) РФ и ЕАЭС.

В соответствии с ФЗ 184ст.23 «Объектом обязательного подтверждения соответствия в рамках конкретного технического регламента может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации».

Иные объекты (субъекты) технического регулирования, такие как сварочный и надзорный персонал, персонал неразрушающего контроля, технологические процессы сварки, сварочные материалы, комплектующие и сварочное оборудование относится к сфере добровольной сертификации.

Согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» «подтверждение соответствия» – это «документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов ... производства, строительства, ... требованиям технических регламентов, документам по стандартизации (стандартам) или условиям договоров» /2/ .

Законодательство о техническом регулировании ЕАЭС

дает такое же определение термину «подтверждение соответствия» как «документальное удостоверение соответствия продукции и процессов проектирования ...производства, строительства, монтажа, наладки, ... требованиям технических регламентов Союза»/ 3/.

В соответствии с действующим законодательством о техническом регулировании этим «документальным удостоверением соответствия» применительно к объектам сварочного производства являются сертификаты соответствия заявленных объектов требованиям национальных или межгосударственных стандартов, выданные системами добровольной сертификации (СДС).

Рассмотрим подробнее состояние вопроса по каждой из названных форм подтверждения соответствия обозначенных объектов сварочного производства установленным требованиям.

#### *1. Подтверждение соответствия объектов сварочного производства в системах добровольной сертификации*

Этот вид подтверждения соответствия осуществляется для установления соответствия объектов технического регулирования требованиям национальных стандартов, стандартов организаций, сводов правил, систем добровольной сертификации и условиям договоров /4 /.

Применение на добровольной основе национальных стандартов и/или сводов правил, является достаточным условием соблюдения требований технических регламентов . И оценка соответствия конечной продукции требованиям ТР осуществляется на основании подтверждения их соответствия национальным стандартам и (или) сводам правил.

В случае применения процессов сварки при изготовлении конечной продукции по техническим регламентам объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция (основные и вспомогательные сварочные материалы, полуфабрикаты и комплекующие), технологические процессы сварки, а также иные объекты/субъекты (сварочный надзорный персонал, сварщики, специалисты неразрушающего контроля), требования в отношении которых установлены в ТР и национальных/ межгосударственных стандартов .

Выполняя требования технических регламентов к процессам сварки и их элементам, изготовитель должен подтвердить в органах добровольной сертификации соответствие названных объектов регулирования взаимосвязанным с ТР стандартам.

В результате подтверждения соответствия у изготовителя должна быть в наличии документация, относящаяся к:

-квалификации сварщиков и специалистов неразрушающего контроля (сертификаты соответствия требованиям национальных или межгосударственных стандартов);

-квалификации (одобрению) технологических процессов сварки;

(сертификаты соответствия требованиям национальных или межгосударственных стандартов), а также:

-сертификаты соответствия, декларации о соответствии или протоколы испытаний в отношении применяемых материалов, комплектующих изделий, полуфабрикатов и сварочного оборудования (кроме оборудования , изготовленного в соответствии с техническими регламентами) от производителей этой продукции;

-сертификаты соответствия системы качества сварочного производства требованиям стандартов ГОСТ Р ИСО 3834 (2-4).

Перечисленные документы (сертификаты соответствия) выдаются органами по сертификации систем добровольной сертификации после прохождения заявленными объектами необходимых процедур подтверждения соответствия.

В дальнейшем эти документы должны быть предоставлены изготовителем конечной продукции в орган по обязательной сертификации на экспертизу при оценке соответствия этой продукции требованиям конкретного технического регламента.

В последнее время в РФ получило широкое распространение создание и применение систем добровольной сертификации продукции (СДС). Это обстоятельство связано с принятием в 1993 году Закона РФ

« О сертификации продукции и услуг», действующего до 2003 года, а также в большей степени с реализацией с 2003 года ФЗ-184 «О техническом регулировании» и с принятием в 2014 году законодательства ЕАЭС о техническом регулировании.

ФЗ-184 и законодательство о техническом регулировании ЕАЭС устанавливают, в том числе, и правовые основы обязательного и добровольного подтверждения соответствия продукции, процессов и иных объектов в РФ и в ЕАЭС, а также права, обязанности и ответственность участников сертификации.

По состоянию на 1 января 2020 года в РФ зарегистрировано и действуют около 2100 систем добровольной сертификации различных объектов и в том числе более 10 систем добровольной сертификации объектов сварочного производства, разработанных профессиональными сварочными сообществами, организациями и отдельными юридическими лицами ( Таблица 1). В рамках этих систем осуществляется подтверждение соответствия заявляемых объектов в форме добровольной сертификации.

Создание и функционирование одновременно нескольких конкурирующих СДС связано с повышенным спросом со стороны производителей продукции на узаконенные услуги по добровольной сертификации объектов сварочного производства в сравнении с обязательной ведомственной аттестацией.

**Таблица 1**  
**Основные системы добровольной сертификации (СДС) в области сварки, зарегистрированные в Едином реестре систем добровольной сертификации Росстандарта РФ**

1. СДС сборочно-сварочных работ. (Рег. номер РОСС RU.0001.04ЯКО0 от 30.04.1996 г.). Институт сварки России.
2. СДС персонала сварочных производств. (Рег. номер РОСС RU. I261.04АХ00. от 07.10.2005 г.). РНТСО.
3. СДС «Регистр сварочных производств Российского научно-технического сварочного общества» (Рег. номер РОСС RU.3383.04ЕА00 от 15/12/2006). РНТСО.
4. СДС «Евразийское Сварочное Сертификационное Сообщество» «ЕАСС» (Рег. номер РОСС RU.И1067.04ЖИЖО от 03/07/2013г.).
5. СДС «Российское агентство сертификации сварки» (РАСС). (Рег. номер РОСС RU.И1183.04ЖНРО от 03/21/2014 г.). г. Санкт-Петербург.
6. СДС «Российский регистр сварки» (Рег. номер РОСС RU.31488.04ИЕБ0 от 12/ 04/2016 г.).
6. СДС сварочных производств, технологических процессов, оборудования и материалов. (Рег. номер: РОСС RU.И1288.04СО03 от 01.12.2014 г) НАКС.
7. СДС персонала сварочного производства, специалистов неразрушающего контроля и разрушающих испытаний (Рег. номер РОСС RU.И1289.04СС03 от 14.09.2015 г.). НАКС.
8. СДС «Регистр Сварка МГТУ им. Н.Э. Баумана» (Рег. номер РОСС RU.Е1400.04ИБЯ0 от 17.12.2015 ).
9. СДС квалификации сварщиков при сварке плавлением (Рег. номер РОСС RU.31452.04ИГСО от 11.03.2016).
10. СДС «ЕАС Audit» (Рег. номер РОСС RU.32028.04ЕАС1 от .01.2019) Аттестат аккредитации ОС № РОСС.32028. (Сертификация сварочного производства).
11. СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ» (Рег. номер № РОСС RU.31570.040 ГНО от 28.10.2016 г. аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU.0001.22С.

Большинство из названных СДС разработаны в качестве современного универсального инструмента подтверждения соответствия продукции, процессов, персонала и т.д. требованиям технических регламентов, стандартов, контрактов и иных нормативных документов в соответствии с ФЗ-184 «О техническом регулировании» и учетом ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»/5/.

В отличие от сугубо ведомственной и обязательной для применения «Системы аттестации сварочного производства на объектах, подконтрольных Федеральной службе

по экологическому, технологическому и атомному надзору» («САСв Ростехнадзора») новые системы являются межотраслевыми и добровольными для использования в любых отраслях промышленности.

Область применения этих систем по аналогии с зарубежными системами сертификации не ограничена какими-либо группами технических устройств и распространяется как на продукцию из законодательно регулируемой области производственной деятельности (в т.ч. при изготовлении продукции по техническим регламентам), так и на объекты из законодательно не регулируемой области. И эти указанные Системы добровольной сертификации выгодно отличаются от САСв Ростехнадзора.

При производстве конечной продукции по требованиям технических регламентов (законодательно регулируемая область) с использованием процессов сварки объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция (сварочное оборудование и сварочные материалы), процессы производства (процессы сварки), а также сварщики, специалисты сварочного производства и неразрушающего контроля и системы управления качеством сварочного производства. Технические требования к этим объектам устанавливаются соответствующими национальными и межгосударственными стандартами.

При изготовлении продукции, не входящей в «Единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации /декларированию», и в технические регламенты (законодательно не регулируемая область) могут также применяться системы добровольной сертификации для подтверждения соответствия, как самой конечной продукции, так и основных элементов процессов сварки.

Добровольная сертификация объектов сварочного производства проводится на соответствие требованиям технических регламентов РФ и ЕАЭС, национальных и межгосударственных стандартов, условий контрактов и иных нормативных документов в рамках национального и Союзного законодательства о техническом регулировании.

#### *1.1 Краткая характеристика систем добровольной сертификации*

Основными формальными целями осуществления добровольной сертификации являются:

- подтверждение на добровольной основе соответствия характеристик продукции (процессов, персонала и т.п.) требованиям нормативных документов (национальных и межгосударственных стандартов, в т.ч., взаимосвязанных с конкретными техническими регламентами, или контрактов);
- повышение конкурентоспособности продукции;
- освоение новых рынков сбыта;
- обеспечение уверенности изготовителя в качестве

произведенной продукции;

- обеспечение у потребителей доверия к качеству приобретаемой продукции;
- обеспечение рекламы и формирование имиджа предприятия.

В системе добровольной сертификации устанавливаются: перечень объектов, подлежащих сертификации, перечень национальных и межгосударственных стандартов и иных документов, содержащих характеристики объектов, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация, а также правила выполнения предусмотренных данной системой сертификации работ и т.п.

Все необходимые для выполнения основной деятельности организационно-методические документы большинства СДС разработаны в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», Положением о регистрации системы добровольной сертификации, а также другими нормативными правовыми актами и действующими национальными стандартами.

В зависимости от областей деятельности (заявленных объектов добровольной сертификации) в структуре каждой СДС формируется от одного до нескольких органов по сертификации, которые и осуществляют по инициативе заявителя подтверждение соответствия (сертификацию) объектов требованиям конкретной нормативной документации.

Нормативная база Систем добровольной сертификации объектов сварочного производства включает в себя вместо ведомственных «Правил безопасности» и «руководящих документов» Ростехнадзора следующие основные национальные стандарты, гармонизированные с международными аналогами:

**Таблица 2**

**для сварщиков:**

- ГОСТ Р 53690-2009 (ИСО 9606-1:1994) Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали.
- ГОСТ Р 53688-2009 (ИСО 9606-2:2004); Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Ч.2. Алюминий и алюминиевые сплавы.
- ГОСТ Р 53687-2009 (ИСО 9606-3:1999); Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Ч.3. Медь и медные сплавы.
- ГОСТ Р 54006-2010 (ИСО 9606-4:1999); Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Ч.4. Никель и никелевые сплавы.

**для сварщика-оператора:**

- ГОСТ Р 53526-2009 (ИСО 14732:1998) Персонал, выполняющий сварку. Аттестационные испытания операторов сварки плавлением и наладчиков контактной

сварки для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов.

для паяльщика:

- ГОСТ Р 54007-2010 (ЕН 13133:2000); Высокотемпературная пайка. Аттестация паяльщика.

**для специалистов неразрушающего контроля:**

- ГОСТ Р 54795-2011 (ISO/DIS 9712); Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Основные требования.

**для сварочного надзорного сварочного персонала:**

- ГОСТ Р 53525-2009 (ИСО 14731:2006); Координация в сварке. Задачи и обязанности.

**для технологических процессов сварки:**

- ГОСТ Р ИСО 15607 –ГОСТ Р ИСО 15614 (1-13); ГОСТ Р ИСО 15618.

**для систем управления качеством сварочного производства:**

- ГОСТ Р 3834 (1-6) – 2007. Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов.

Кроме приведенных стандартов в нормативных базах конкретных СДС используются национальные и межгосударственные стандарты на основные и вспомогательные сварочные материалы, сварочное оборудование, полуфабрикаты, методы контроля и испытаний, сварную продукцию и т.п.

*1.2 Основные проблемы при применении Систем добровольной сертификации. Замечания и рекомендации*

Значительная часть активно функционирующих СДС, являясь необходимой составляющей новой системы технического регулирования, уже сейчас не оправдывает в полной мере ожиданий заявителей в своей компетентности и ответственности.

Основные причины этого – пробелы в законодательной базе, регламентирующей деятельность по добровольной сертификации, и, как следствие, произвольное толкование требований к организации и функционированию СДС руководителями систем и органов по сертификации. В настоящее время в РФ действует уведомительный порядок формальной регистрации СДС в Росстандарте. При этом руководители зарегистрированных СДС и органов по сертификации несут ответственности за выдаваемые сертификаты.

Регистрация системы добровольной сертификации в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» не заменяет аккредитации, регламентируемой ФЗ - 412 «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» и соответствующими подзаконными нормативными правовыми актами /6 /.

Росстандарт предлагает ввести разрешительный порядок регистрации СДС — обязательную аккредитацию

держателей СДС с оценкой претендентов на правомерность получения официального статуса.

В этом случае в реестр будут включаться только системы, подтвердившие качество своих услуг на основании положительных результатов реально проведенных испытаний, кроме того, владельцы систем должны будут предоставлять отчетность о своей деятельности.

### 1.3 Недостатки в организации органов по сертификации СДС и испытательных лабораторий

1. Большинство органов по сертификации, входящих в конкретную систему добровольной сертификации и выполняющих работы по подтверждению соответствия, в настоящее время не аккредитованы в национальном органе по аккредитации в соответствии с законодательством Российской Федерации / 2;6/.

И это несмотря на то, что в ФЗ «О техническом регулировании» термин «орган по сертификации» определен как «юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованный в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации для выполнения работ по сертификации». «Аккредитация в национальной системе аккредитации - это подтверждение национальным органом по аккредитации соответствия юридического лица ... критериям аккредитации, являющееся официальным свидетельством компетентности юридического лица.... осуществлять деятельность в определенной области аккредитации» (ФЗ-412 Ст. 4).

На этом основании не аккредитованные органы по сертификации, не имея официального свидетельства компетентности юридического лица, не могут осуществлять деятельность в определенной области аккредитации.

Т.е. формально, в соответствии с ФЗ-184, осуществлять сертификацию в праве лишь органы по сертификации, имеющие соответствующий аттестат аккредитации в конкретной области не в зависимости от их принадлежности к системе обязательной или добровольной сертификации.

При этом необходимо отметить, что требование для обязательной аккредитации органов по сертификации СДС в названном законе отсутствует.

Однако, в статье 24.1 ФЗ- 412 установлено, что «Федеральный закон (Об аккредитации в национальной системе аккредитации ) применяется в случае обращения юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы по оценке соответствия на добровольной основе, ....с заявлениями об аккредитации в национальной системе аккредитации». Т.е. руководитель органа по сертификации вправе по своей инициативе обратиться за аккредитацией своего ОС в национальной системе аккредитации.

Фактически же процедуру признания (подтверждения компетентности) органов по сертификации, (вместо аккредитации) в каждой Системе осуществляет Руко-

водящий (Центральный) орган конкретной Системы на соответствие своим правилам, а не на соответствие «Критериям аккредитации Органов по сертификации», введенных приказом N 326 Минэкономразвития России/ 7 /, что противоречит европейской практике, взятой за основу при разработке указанных «Критериев аккредитации ОС». Так, Регламентом (ЕС)

N 765/2008 Европейского Парламента и Совета ЕС, касающегося аккредитации, установлено, что «требования по аккредитации должны распространяться на органы, проводящие оценку соответствия как в регламентированной, так и в нерегламентированной областях». И главным вопросом является качество сертификатов и протоколов испытаний, независимо от того, выданы они в регламентированной или нерегламентированной области, и поэтому эти области не следует разграничивать»/ 8 /.

2. «Критериям аккредитации...» могут оказаться полезными уже на этапе организации органов по сертификации, входящих в системы добровольной сертификации, даже временно без последующей аккредитации ОС с целью сближения с национальным уровнем требований к ОС. Однако они не используются даже в инициативном порядке .

Критерии аккредитации устанавливают совокупность требований, которым должны удовлетворять органы по сертификации (продукции, услуг, систем менеджмента, персонала) при осуществлении деятельности в определенной области аккредитации. (ФЗ- 412. ст.4).

«Подтверждение соответствия юридического лица или индивидуального предпринимателя критериям аккредитации, является официальным свидетельством компетентности юридического лица осуществлять деятельность в определенной области аккредитации» (ФЗ-412 . ст.4).

Т.е. только соответствие Органа по сертификации Критериям аккредитации является основанием для осуществления им деятельности по сертификации. Критерии аккредитации Органов по сертификации и испытательных и калибровочных лабораторий были установлены на основании положений следующих международных стандартов в области аккредитации :

- ИСО/МЭК 17065-2012 «Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг»;
- ИСО/МЭК 17021-2011 «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента»;
- ИСО/МЭК 17024-2003 «Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала»;
- ИСО/МЭК 17025 -2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

(На основе перечисленных стандартов были разработаны следующие отечественные «гармонизированные» стандарты, которые необходимо применять при организации и функционировании Систем добровольной сертификации:

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-2012. «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента».

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024: 2011 «Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала».

ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012 «Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг».

3. К серьезным недостаткам органов по сертификации следует отнести низкий уровень профессиональной подготовки руководителей, экспертов и сотрудников этих ОС.

Руководители ОС, кандидаты в эксперты и эксперты органов по сертификации не проходят специальной подготовки по соответствующим учебным программам в независимых образовательных заведениях Росстандарта и последующие стажировки для получения официальной квалификации кандидата в эксперты и затем, собственно эксперта, аккредитованного в национальной системе аккредитации.

Требования к подготовке экспертов по сертификации установлены в стандарте ГОСТ Р 56040-2014 «Оценка соответствия. требования к программам обучения экспертов по сертификации продукции, услуг, процессов».

На практике подготовку и аттестацию (подтверждение компетентности) своих экспертов по сертификации осуществляет Руководящий (Центральный) орган каждой Системы по своим правилам.

Кроме этого эксперты слабо ориентируются в требованиях основополагающих стандартов на сертификацию конкретных объектов сварочного производства, напр. систем качества сварочного производства по ГОСТ Р ИСО 3834, стандартов на проведение внутренних аудитов и необходимых испытаний, а также стандартов на систему качества ОС.

4. Документы СДС (в т.ч. документы систем качества ОС) выполняются крайне формально, сотрудники ОС не знакомы со стандартами ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 19011, «Руководством по качеству» своего ОС, стандартами в области сварки в рамках своей ответственности и с основными документированными процедурами ОС.

5. Испытательные лаборатории, привлекаемые органа-

ми по сертификации СДС к испытаниям, в ряде случаев также не аккредитованы в национальном органе по аккредитации, т.е., теоретически, эти лаборатории могут не соответствовать «Критериям аккредитации испытательных лабораторий».

Необходимо напомнить, что аккредитация испытательных лабораторий в национальном органе по аккредитации осуществляется в целях:

- подтверждения компетентности испытательных лабораторий, выполняющих работы по подтверждению соответствия на национальном уровне ;

- обеспечения доверия изготовителей, продавцов и приобретателей, в том числе потребителей, к деятельности аккредитованных испытательных лабораторий также на национальном уровне.

Перечисленные недостатки в организации и функционировании отдельных СДС и органов по добровольной сертификации объектов сварочного производства, а также не аккредитованные на национальном уровне испытательные лаборатории не способствуют формированию у потенциальных заказчиков безупречной деловой репутации этих систем и доверия к ним в части компетентности.

Поэтому для исправления сложившегося положения руководителям СДС, органов по сертификации и испытательным лабораториям необходимо избавляться от указанных недостатков.

При этом необходимо особо выделить Систему добровольной сертификации «ИНТЕРГАЗСЕРТ», СДС «Евразийское Сварочное Сертификационное Сообщество» и, в меньшей степени, 2 СДС, руководимые НАКС, по максимальному их соответствию установленным к Системам требованиям и, в т.ч. по полноте и высокому уровню разработки внутренней документации в сравнении с другими СДС из табл.1.

*2.Подтверждение соответствия в Системе аттестации сварочного производства Ростехнадзора (САСв Ростехнадзора)*

В соответствии с приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 9 июня 2008 года N 398а было введено в действие Положение о Системе аттестации сварочного производства на объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (САСв Ростехнадзора) / 1 /.

Положение было разработано с учетом федеральных законов

ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в ред. от 21.07.97г.) и ФЗ-184 «О техническом регулировании».

Согласно этому Положению САСв предназначалась для оценки соответствия объектов сварочного производств:

**в форме аттестации и в форме добровольной сертификации**

требованиям:

- нормативных документов Ростехнадзора при обязательной аттестации,

- Федерального закона «О техническом регулировании» (технических регламентов и национальных стандартов) при добровольной сертификации.

При этом для проведения добровольной сертификации в структуру САСв были введены две Системы добровольной сертификации НАКС, которые в дальнейшем неоднократно перерегистрировались, такие как:

- СДС сварочных производств, технологических процессов, оборудования и материалов.

- СДС персонала сварочного производства, специалистов неразрушающего контроля и разрушающих испытаний. Это означает, что уже с 2008 г заявитель, обращаясь в САСв Ростехнадзора за подтверждением соответствия основных элементов своего сварочного производства, был в праве по своему усмотрению выбирать необходимую для него форму подтверждения. Или же обратиться в любую иную родственную Систему добровольной сертификации.

При этом объектами аттестации были установлены:

- персонал сварочного производства, занятый на работах по изготовлению, реконструкции, монтажу и ремонту оборудования объектов, надзор за которыми осуществляет Ростехнадзор;

- сварочные материалы, оборудование, технологии, применяемые при изготовлении, реконструкции, монтаже и ремонте технических устройств опасных производственных объектов.

Объектами добровольной сертификации в САСв были определены такие же объекты, что и при аттестации:

- персонал сварочного производства, технологические процессы сварки, сварочное оборудование, сварочные материалы и персонал неразрушающего контроля.

Нормативную и методическую базу САСв Ростехнадзора для оценки соответствия объектов сварочного производства в форме аттестации по настоящее время составляют:

- нормативные документы, регламентирующие требования к изготовлению, строительству, монтажу, ремонту, реконструкции и другим видам деятельности на объектах, подконтрольных

Ростехнадзору, такие как :

- ПБ-03-273-99 - правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства;
- РД 03-495-02 - Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства;
- РД 03-613-03 -Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

- РД 03-614-03 - Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

- РД 03-615-03 - Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;

- Перечень групп технических устройств опасных производственных объектов, сварка которых осуществляется аттестованными сварщиками.

Нормативная база Систем добровольной сертификации для оценки соответствия объектов сварочного производства в форме сертификации в рамках САСв Ростехнадзора содержит :

- методические документы Системы добровольной сертификации сварочных производств, технологических процессов, оборудования и материалов. (Рег. номер РОСС RU.И105.04С000 от 01.10.2004 г.).

- методические документы Системы добровольной сертификации персонала сварочного производства, специалистов неразрушающего контроля и разрушающих испытаний (Рег. номер РОСС RU.И106.04С000 от 04.10.2004 г.).

- действующие национальные стандарты на объекты сварочного производства, гармонизированные с международными аналогами, и соответствующие областям действия каждой СДС (табл.2).

Оценку соответствия объектов сварочного производства в САСв Ростехнадзора предписывалось проводить:

- в форме обязательной аттестации - в аттестационных центрах и аттестационных пунктах НАКС,
- в форме добровольной сертификации - планировалось проводить в органах по сертификации названных выше Систем добровольной сертификации НАКС.

В Системах добровольной сертификации НАКС в настоящее время заявлены следующие органы по сертификации (ОС):

- ОС сварочных технологических процессов -13 ед.
- ОС сварщиков и специалистов сварочного производства – 19ед.
- ОС сварочного оборудования -19 ед.
- ОС сварочных материалов -12 ед.

В соответствии с Положением о САСв Органы по добровольной сертификации должны выполнять следующие функции:

- предоставлять услуги по добровольной сертификации сварщиков, специалистов сварочного производства, специалистов неразрушающего контроля, сварочных материалов, сварочного оборудования, технологий сварки, систем менеджмента качества в области сварочного производства в соответствии с областью аккредитации.

Однако, добровольная сертификация указанных объ-

ектов сварочного производства в органах по сертификации НАКС по неизвестным причинам не проводится. И основной формой оценки соответствия в рамках Системы аттестации сварочного производства на объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, уже продолжительное время остается аттестация.

Необходимо напомнить, что эта аттестация, как форма подтверждения соответствия, базируется на нормативных документах Ростехнадзора - правилах безопасности (ПБ-03-273-99) и руководящих документах (РД 03-613-03, РД 03-614-03, РД 03-615-03). Эти документы первоначально (до поправок, введенных ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к 2018 г.) имели статус «нормативные технические документы» и были обязательны для применения.

И вся деятельность по аттестации находилась в сфере действия ФЗ-116 до момента принятия в 2014 году Технических регламентов ЕАЭС ( в т.ч. на технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте) и разграничения в 2018 году областей применения ФЗ-184 и ФЗ -116, когда документы САСв Ростехнадзора по аттестации объектов сварочного производства утратили право применяться как обязательные в рамках действующего законодательства о техническом регулировании.

В соответствии с ФЗ -116 ст.7 «Обязательные требования к техническим устройствам, применяемым на опасном производственном объекте, и формы оценки их соответствия указанным обязательным требованиям устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании», а не ФЗ -116.

Т.е. ФЗ-116 не устанавливает обязательные требования к техническим устройствам, применяемым на опасном производственном объекте, а также формы оценки их соответствия (ни аттестацию, ни сертификацию) указанным обязательным требованиям. Эти обязательные требования устанавливаются в соответствии с законодательством РФ о техническом регулировании в технических регламентах. К тому же, «аттестация», как форма подтверждения соответствия, законодательствами о техническом регулировании РФ и ЕАЭС не предусмотрена. т.е. её применение является незаконным. Подтверждение соответствия на территории РФ, также как и на территории ЕАЭС осуществляется только в формах:

- принятия декларации о соответствии,
- обязательной сертификации,
- добровольной сертификации.

#### **О технических регламентах Евразийского экономического союза**

(Подробная информация о состоянии вопроса по тех-

ническим регламентам ЕАЭС приведена в статье автора «Состояние, проблемы разработки и перспективы применения технических регламентов на продукцию, безопасность которой определяется процессами сварки»././ Сварочное производство. 2018. №10.С.53-60).

Со вступлением в силу в 2014-2018 г.г. технических регламентов ЕАЭС на продукцию, безопасность которой определяется процессами сварки, установлено, что в этих регламентах основные элементы процесса сварки (сварщики и технологические процессы сварки) , не идентифицированы ( не определены) как объекты технического регулирования по подобию, например, с эталонной европейской Директивой 2014/68/ЕС (бывшей Директивой 97/23 ЕС) /19/. Поэтому из-за отсутствия названных объектов технического регулирования в ТР требования к ним и не заданы. Например, в техническом регламенте ЕАЭС «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» ТР ТС 032 2013 г. требования установлены в общем виде только к результатам процесса сварки:

«Сварные соединения не должны иметь внешних или внутренних дефектов (повреждений), которые могут повлиять на безопасность оборудования. Минимальные значения механических характеристик сварных соединений оборудования должны быть не ниже минимальных значений механических характеристик соединяемых материалов».

Но требования к сварщикам и технологическим процессам сварки, как к объектам технического регулирования, в этом ТР отсутствуют.

На этом основании в соответствии со ст.7 ФЗ-184 «О техническом регулировании»:

«Не включенные в технические регламенты требования к продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования, производства, строительства, монтажа, ... правилам и формам оценки соответствия, ... не могут носить обязательный характер». Т.е. требования к подтверждению квалификации сварщиков и к квалификации технологических процессов сварки, «как не включенные в технический регламент», не являются обязательными для выполнения при оценке соответствия.

По этой причине названные объекты сварочного производства подпадают под добровольную сертификацию на соответствие национальным или межгосударственным стандартам.

Далее, в разделе VI. «Оценка (подтверждение) соответствия оборудования» ст.45 этого же технического регламента устанавливаются требования к комплекту документов по сварке, который должен сформировать заявитель для их экспертизы в органе по сертификации конечной продукции. Этот комплект документов включает в себя:

- е) «технологические регламенты и сведения о техноло-

гическом процессе (данные о применяемых материалах, полуфабрикатах, комплектующих, сварочных материалах, о способах и параметрах режимов сварки и термической обработке, методах и результатах неразрушающего контроля);

м) «документы, подтверждающие квалификацию специалистов и персонала изготовителя».

Как следует из текста рассматриваемого ТР, требования к форме и к конкретному содержанию «данных о применяемых материалах, полуфабрикатах, комплектующих, сварочных материалах, о способах и параметрах режимов сварки», к происхождению этих данных (кто их должен выдать) в техническом регламенте отсутствуют. Также не регламентируются требования к «документам, подтверждающим квалификацию специалистов и персонала изготовителя».

Это означает, что в соответствии с действующим законодательством о техническом регулировании производитель продукции в праве по своему усмотрению подтвердить соответствие характеристик применяемых процессов сварки, сварочного персонала, материалов и т.п. требованиям национальных и межгосударственных стандартов, контрактов в любом независимом органе по добровольной сертификации, область аккредитации которого распространяется на объекты заявителя.

К настоящему времени вступили в силу следующие технические регламенты ТС и ЕАЭС, в которых сварка определяет безопасность конечной продукции, это регламенты:

- «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011) .
- «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (ТР ТС 002/2011).
- «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (ТР ТС 003/2011) .
- «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011).
- «Безопасность лифтов» (ТР ТС 011/2011).
- «О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе» (ТР ТС 016/2011).
- «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013).
- «О безопасности аттракционов» ТР ЕАЭС 038/2016.

Проекты технических регламентов ЕАЭС:

- «О безопасности высоковольтного оборудования».
- «О требованиях к магистральным трубопроводам для транспортировки жидких и газообразных углеводородов» (ТР ЕАЭС).
- «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий».
- «О безопасности метрополитена».

В результате анализа приведенных технических регламентов ТС и ЕАЭС, а также проектов ТР с целью выявления наличия в них требований к процессам сварки было установлено следующее:

— элементы процессов сварки, как объекты технического регулирования, ни в одном из рассмотренных регламентов не были идентифицированы и требования к ним во взаимосвязанные с ними стандартами не установлены.

По этой причине подтверждение соответствия объектов сварочного производства в действующих технических регламентах РФ и ЕАЭС должно осуществляться в Системе добровольной сертификации.

С принятием следующих технических регламентов на иные технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте, по той же причине вместо процедур аттестации должны использоваться процедуры добровольной сертификации объектов сварочного

производства.

*Библиография*

1. *Положение о Системе аттестации сварочного производства на объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (САСв Ростехнадзора). Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 9 июня 2008 г. N2 398а.*
2. *Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г, №184-ФЗ (с изменениями от 28.11. 2018).*
3. *Договор о Евразийском экономическом союзе (раздел X «Техническое регулирование»; статьи 51 -55, приложения 9 -11.*
4. *Цукуров О.А. Требования к процессам сварки в технических регламентах. Модель изложения, выполнения и процедуры подтверждения соответствия.//Сварочное производство. 2008. №4.С.43-49.*
5. *Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997г. №116-ФЗ. (с изменениями от 29 июля 2018 года).*
6. *Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» от 28.12. 2013 г. № 412-ФЗ. ( ред. от 27 января 2019 года).*
7. *«Критерии аккредитации и перечень документов, подтверждающих соответствие заявителя и аккредитованного лица критериям аккредитации» (с изменениями на 19 августа 2019 года). Приказ Минэкономразвития России от 30 мая 2014 г. N 326 Приложение N 1.*
8. *Регламент (ЕС) N 765/2008 Европейского Парламента и Совета, устанавливающий требования к аккредитации и надзору за рынком в отношении реализации продукции. Ст.13.*
9. *Цукуров О. А. — Состояние, проблемы разработки и перспективы применения технических регламентов на продукцию, безопасность которой определяется процессами сварки.// Сварочное производство. 2018. №10.С.53-60.*



# СВАРКА и РЕЗКА

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

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

**6-9.04.2021**



## МАШИНОСТРОЕНИЕ

Международная специализированная выставка



## МЕТАЛЛООБРАБОТКА

международная специализированная выставка



## ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

17-я международная специализированная выставка



## ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ. ПОКРЫТИЯ

Международная специализированная выставка



## ЛИТМЕТЭКСПО

Международная специализированная выставка



Организатор:

**МИНСКЭКСПО**

Тел.: +375 17 226 98 58

+375 17 226 90 83

Факс: + 375 17 226 98 58

+375 17 226 99 36

E-mail: e\_fedorova@minskexpo.com

Генеральный  
информационный  
партнер:

**Сварщик**  
в Беларуси

A welder in protective gear is shown in a dark environment, illuminated by the bright blue and white light of a welding torch. Sparks are flying around the work area. The welder is wearing a helmet and gloves, and is focused on their work.

# weldex

россварка

21-я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА СВАРОЧНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ  
И ТЕХНОЛОГИЙ

**12–15**  
ОКТАБРЯ 2021

МОСКВА  
КВЦ  
СОКОЛЬНИКИ

ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД  
**WELDEX.RU**

0+

+7 (499) 750-08-28  
weldex@hyve.group

Официальная  
поддержка:  МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



Генеральный  
информационный  
партнер:



Журнал  
«Сварочное производство»



# ПРОИЗВОДСТВО ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА, ВОЗДУХОВЫТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ, ВОЗДУХОВОДОВ

## ПРЕДПРИЯТИЕ ЭЛСТАТ

28 лет на рынке



ПО ЗАПРОСУ ВЫСЫЛАЕМ КАТАЛОЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

«ЭЛСТАТ» разрабатывает и изготавливает промышленные фильтры для очистки воздуха производительностью от 100 до 40000 м<sup>3</sup>/ч, передвижные и стационарные; электростатические, рукавные, картриджные; гальванические фильтры и фильтры-скрубберы, пластиковые воздуховоды, вентиляторы, бортовые отсосы, гальванические ванны

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРОВ «ЭЛСТАТ»:

- Сварка; плазменная резка; лазерная резка, гравировка и маркировка; напыление покрытий (фильтры ЭФВА, ФСК-АП)
- Обработка металлов резанием и термообработка в ваннах закаливания с образованием туманов масел и эмульсий, дымов (фильтры ЭФВА, ФВА-М)
- Абразивная, механическая, песко- и дробеструйная обработка, гравировка и резка металлов, графита, полимеров, резины, кожи, камня (фильтры АОУМ, ФСК-АП, ФРК-Э)
- Плавка драгоценных и цветных металлов (фильтры ФСК-АП)
- Пайка и лужение, технологические процессы с образованием свинцовых и других высокотоксичных аэрозолей (фильтры ФПЛ)
- Гальванические, травильные и химические производства (фильтры ФВГ-П-М, ФВГ-Н-М, ФВГ-Т-М, ФВГ-Т; фильтры-скрубберы ФВГ-П-КО, С-Ц, Щ)
- Деревообработка, порошковая окраска (фильтры ФСК-АП, АОУМ)
- Удаление и нагнетание воздуха при работе в емкостях, судовых отсеках, подвалах (вентиляционные установки УПВУ)
- Очистка воздуха при работе с металлическими и неметаллическими порошками (фильтры АОУМ-ВИБРО, ФРК-Э, ФСК-АП)
- Пересыпка, дробление, классификация, расфасовка, упаковка сыпучих материалов (фильтры ФСК-АП, АОУМ-ВИБРО, ФРК-Э)
- Очистка воздуха от дыма мангалов в ресторанах и шашлычных (фильтры ЭФВА)
- Очистка воздуха в системах приточной вентиляции гражданских и промышленных зданий (фильтры ЭФВА, ФСК)
- Удаление загрязненного воздуха от рабочих мест с помощью местных отсосов : ПВУ, КПВУ, МПВУ



Оборудование «ЭЛСТАТ» используется более чем на 5000 предприятий РФ и стран СНГ



Адрес: 109316, Москва, Остاپовский проезд, 13  
Тел./факс: (495) 676-61-84; 676-76-12; 926-47-49

Сайт: <http://www.elstat.ru>  
E-mail: [elstat@elstat.ru](mailto:elstat@elstat.ru)



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



**2021** **24–28**  
**мая**

# МЕТАЛЛООБРАБОТКА

21-я международная специализированная выставка  
«Оборудование, приборы и инструменты  
для металлообрабатывающей промышленности»

[www.metobr-expo.ru](http://www.metobr-expo.ru)

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

