

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT – 2021»

ОТЧЕТЫ ПО КРУГЛЫМ СТОЛАМ* (продолжение)

ПСЕВДО-НК



СМОРОДИНСКИЙ Яков Гаврилович

Д-р техн. наук, профессор,
Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург

В работе круглого стола «Псевдо-НК» приняли участие 32 специалиста из 25 ведущих организаций в области неразрушающего контроля промышленных объектов. В качестве экспертов выступили сотрудники ведущих российских научных организаций: гл. научный сотрудник кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (Ижевск), профессор Ольга Владимировна Муравьева, представители Института физики металлов УрО РАН (Екатеринбург) зав. лабораторией интеллектуальных технологий диагностики Ольга Николаевна Василенко и руководитель группы электромагнитно-акустической дефектоскопии, член правления Свердловского регионального отделения РОНКТД, ст. научный сотрудник Алексей Вадимович Михайлов, ученый секретарь Института машиноведения УрО РАН (Екатеринбург) Анна Моисеевна Поволоцкая.

Основная проблема круглого стола была изложена модератором круглого стола Я.Г. Смородиным в его докладе. В первую очередь он отметил важную роль корректного переноса известных математических моделей на конкретные технические задачи. При формальном подходе, например, к

расчету нагрузок, оказываемых железнодорожным колесом на поверхность головки рельса, применяя, казалось бы, правильные математические зависимости, можно получить абсолютно абсурдные, стремящиеся к бесконечности результаты расчета.

В докладе особое внимание обращено на то, что зачастую интерпретация результатов неразрушающего контроля главным образом определяется квалификацией и опытом дефектоскописта. В связи со сказанным особое внимание должно быть уделено подготовке специалистов по неразрушающему контролю и технической диагностике в средних профессиональных и высших учебных заведениях.

В докладе в очередной раз была затронута тема недопустимости подмены понятий, названий видов и методов неразрушающего контроля, а также необходимости придерживаться терминологии и классификации, которые основаны на действующих нормативно-технических актах, в частности ГОСТ Р 56542–2019. Так, согласно ГОСТу, выделяют девять видов неразрушающего контроля: акустический, вихретоковый, магнитный, оптический, проникающими веществами, радиационный, радиоволновой, тепловой, электрический. В перечисленные виды контроля входят методы контроля, которые классифицируются: по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом, по первичному информативно-

* Начало см. «Территория NDT», 2021, № 4.



му параметру, по способу получения первичной информации.

Акцентировано внимание на то, что виды и методы, не описанные в актуальной версии ГОСТа, не были официально приняты научно-производственным сообществом. К использованию таких методов, а также к привлечению организаций, предлагающих услуги по реализации этих методов, нужно подходить максимально осторожно.

В конце доклада на примере «метода» магнитной памяти металлов, было показано, как за счет подмены понятий можно легко ввести заказчика в заблуждение и выдать смесь классических методов, например магнитного метода и метода остаточной индукции, за совершенно новый, никому ранее не известный метод. Докладчик напомнил участникам форума о решении от 2 марта 2017 г., принятом на заседании круглого стола «Магнитная память металлов», проведенного в рамках форума «Территория NDT», которое также было поддержано ведущими изданиями в сфере неразрушающего контроля и технической диагностики, такими как «Дефектоскопия» (Web of Science, Scopus), «Территория NDT», «Контроль. Диагностика» (RSCI, ВАК, РИНЦ), «В мире неразрушающего контроля» (РИНЦ), «Сварка и диагностика» (RSCI, РИНЦ).

В решении было отмечено, что так называемая «магнитная память металла» является фактически одной из форм известного в дефектоскопии эффекта рассеяния магнитного поля (MFL), т.е. по измеренному вблизи поверхности металла магнитному полю или его градиенту предлагается сделать заключение о наличии в металле зон концентрации напряжений. Однако на магнитное поле рассеяния могут влиять многие факторы: дефекты или их скопления, неоднородности структуры, последствия термической или механической обработки и т.п. Влияние указанных факторов может значительно превышать «эффект магнитной памяти металлов», который, по определению, наблюдается без приложения внешнего поля в магнитном поле Земли. Также в решении акцентируется внимание на отсутствии стро-

гой физической модели предлагаемого явления и достаточно слабой аргументации авторов, что вызывает большие сомнения в однозначности получаемых результатов. Утверждения авторов о широкой распространенности метода не могут быть основанием для признания его научной обоснованности. Предлагаемый метод магнитной памяти металлов не имеет метрологического обеспечения (стандартные образцы и меры, эталоны, методики) и не может предлагаться как метод диагностики без адекватного описания соответствующих методик и приложения достоверной статистики.

Круглый стол завершился оживленной дискуссией. Свою позицию по существу доложенного материала озвучил генеральный директор ЗАО «НПО «Алькор» Игорь Владимирович Разуваев. Он отметил, что ситуация с псевдо-НК типична не только для России, но и для многих зарубежных стран. Он подчеркнул необходимость донесения представленной на круглом столе информации до всех работников предприятий, занятых в сфере неразрушающего контроля. С экспертными мнениями и ответами на вопросы выступили научные сотрудники Института физики металлов Алексей Вадимович Михайлов и Ольга Николаевна Василенко. Поддержали актуальность проблемы круглого стола начальник лаборатории ООО «Тепловая экспертиза» Евгений Владимирович Горелов, сотрудник Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН Марат Равилевич Тютин, а также начальник управления по г. Барнаулу Сибирской генерирующей компании Роман Викторович Рутковский. Был приведен еще один пример псевдонаучного метода – фононная диагностика. Также были озвучены реальные случаи по найму организаций, практикующих методы псевдо-НК, и была дана общая рекомендация: не заключать договоры с такими организациями.

*Отчет подготовили
А.В. Михайлов, О.Н. Василенко
Институт физики металлов им. М.Н. Михеева
УрО РАН, Екатеринбург*

МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ



ФЁДОРОВ Алексей Владимирович
Д-р техн. наук, Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Проведение данного мероприятия стало очередным шагом РОНКТД в деле организации обсуждения широким кругом специалистов вопросов, связанных с совершенствованием динамических методов и созданием современных приборов измерения твердости материалов, а также их метрологического обеспечения.

Круглый стол «Мобильные средства измерения твердости: состояние и перспективы» был ориентирован преимущественно на обсуждение научно-прикладных проблемных вопросов, в нем приняли участие более 20 представителей различных организаций (ООО «Константа», ООО «НТЦ «Эталон», АО «ОССЗ», НАЗ «Сокол» – филиал АО РСК «МиГ», Университет ИТМО, Санкт-Петербургский горный университет и др.).

Открывая работу круглого стола, его модератор – доцент факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО А.В. Федоров кратко остановился на тенденциях развития динамических методов и мобильных средств измерения твердости материалов, а также на нововведениях в области их стандартизации и метрологического обеспечения и предложил провести заседание в формате «живого» дискуссионного и конструктивного обсуждения следующих вопросов:

1. Современное состояние и перспективы развития методов и мобильных средств измерения твердости материалов изделий;
2. Комплексное использование мобильных средств измерения твердости статического и динамического действия;
3. Актуальные вопросы стандартизации и метрологического обеспечения динамических методов и мобильных средств измерения твердости.

В начале дискуссии заведующий кафедрой метрологии, приборостроения и управления качеством Санкт-Петербургского горного университета К.В. Гоголинский указал на актуальные проблемы, возникающие при обработке исходной информации, получаемой с использованием мобильных средств твердости. Также он рассказал об определенных успехах в решении этих проблем, которые были получены совместными усилиями сотрудников Горного университета и ООО «Константа».



Вместе с тем А.Е. Ивкин (ведущий научный сотрудник ООО «Константа») в своем выступлении тоже затронул эту тему и сказал, что нужно очень рачительно относиться к измерению механических характеристик с использованием мобильных портативных приборов и осторожно осуществлять переход от динамических шкал твердости к статическим.

Сотрудники НАЗ «Сокол» – филиал АО РСК «МиГ» Д.М. Чехлов и Е.А. Староверов в своих комментариях отметили, что авиапромышленность весьма заинтересована в портативных средствах контроля физико-механических характеристик, при этом особое внимание должно быть уделено обеспечению заданной точности измерения их значений. Также Д.М. Чехлов дополнил, что НАЗ «Сокол» интересуют исключительно приборы российского производства.

А.С. Уманский (ассистент кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством Санкт-Петербургского горного университета) отметил важность соответствия государственных поверочных схем текущим реалиям развития методов и средств твердости и других физико-механических характеристик материалов. В качестве примера А.С. Уманский сослался на государственную поверочную схему для средств измерений твердости металлов по шкале Шора D и шкалам Либа, приведенную в Приказе Росстандарта от 24.02.2021 г. № 158.

А.В. Ильинский (научный сотрудник ООО «НТЦ «Эталон») отметил ряд успехов, которых уда-

лось достичь в вопросе совершенствования метода динамического индентирования как в его методологической части, так и в приборной реализации. Также А.В. Ильинский отметил ряд вопросов, которые стоят на повестке в ООО «НТЦ «Эталон» и в ближайшее время будут реализованы.

П.Ю. Дужик (инженер АО «ОССЗ») рассказал об опыте применения метода и приборов определения твердости по Барколу на предприятии. Он отметил, что, несмотря на стандартизацию данного метода (ГОСТ Р 56761–2015), на предприятии остаются открытыми вопросы метрологического обеспечения приборов, а именно поверка (калибровка), наличие мер твердости и пр.

Отдельно был поднят вопрос, касающийся государственной поверочной схемы для средств измерений твердости металлов по шкале твердости Шора D и шкалам Либа. Участниками круглого стола было выражено общее мнение о том, что двухуровневая поверочная схема по шкалам Либа не удовлетворяет в полной мере требованиям для такой страны, как Россия, в схеме отражены только измерения по шкалам HLD и HLG. Также было выражено сожаление о том, что в работе круглого стола не принимают участие представители ВНИИ оптико-физических измерений.

Все участники круглого стола выразили согласованное мнение о необходимости дальнейшей проработки научных вопросов, которые связаны с



совершенствованием динамических методов контроля твердости и других свойств материалов.

Резюмируя состоявшуюся в рамках круглого стола дискуссию, стоит отметить прежде всего заинтересованность профессионального сообщества в обсуждении данной проблематики. Несмотря на отказ от формата заранее подготовленных презентаций, участники представили развернутые, содержательно насыщенные выступления. Не менее интересными оказались реплики, вопросы и микро-дискуссии, сопровождавшие всю работу круглого стола, и общее мнение его участников заключалось в необходимости продолжить эту дискуссию.

*Отчет подготовил А.В. Фёдоров,
д-р техн. наук,*

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

ТЕНДЕНЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ЗАСЕДАНИЕ ТК 371

СЯСЬКО Владимир Александрович

Д-р техн. наук, профессор, ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

Заседание ТК 371 было посвящено подведению итогов деятельности технического комитета за 2020 г. На заседании были заслушаны доклады ответственного секретаря и председателей подкомитетов ТК.

Секретарем ТК В.В. Алехнович была представлена информация о работе комитета, а именно по следующим вопросам:

- **структурные изменения.**

В связи с поставленными руководителем Росстандарта новыми задачами и указаниями были реализованы следующие меры:

1) составлена перспективная программа, положение ТК приведено к форме типового положения о ТК в соответствии с ГОСТ Р 1.1–2020

«Стандартизация в Российской Федерации. Технические комитеты по стандартизации и проектные технические комитеты по стандартизации. Правила создания и деятельности»;

- 2) упорядочен состав ТК и ПК, в частности в связи со вступлением в силу Федеральных законов от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» и от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», подкомитет № 7 «Квалификация персонала» расформирован и организован новый подкомитет «Подготовка, квалификация, аттестация и сертификация персонала»;
- 3) принят ряд новых членов ТК, общее число составило 100 организаций;



В.А. Сясько, В.В. Алехнович

• **участие ТК 371 в МТК 515.**

На правах члена-наблюдателя в МТК 515 Российской Федерацией была внесена тема в ПНС по разработке стандарта ГОСТ Р ИСО 9712 «Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала» с последующим включением в Программу межгосударственной стандартизации и присвоением шифра;

• **состояние ПНС.**

На момент проведения заседания в ПНС за ТК 371 закреплено 40 действующих тем, из них: 25 – требуется перенос сроков; 5 – на стадии «публичное обсуждение»;

3 – на стадии «окончательная редакция»; 7 – добавлено на 2021 г.;

• **рассмотрение стандартов смежных технических комитетов:**

ТК 364 «Сварка и родственные процессы» – 1;
ТК 5 «Судостроение» – 5;
ТК 418 «Дорожное хозяйство» – 1;
ТК 045 «Железнодорожный транспорт» – 1;
ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны» – 6;

• **рейтинг ТК 371.**

По результатам работы за 2020 г. ТК 371 занимает 65 место среди 262 национальных технических комитетов по стандартизации.



И.В. Разуваев



Д.И. Галкин



П.С. Сумкин



А.В. Муллин



В.Р. Гаврилов



Д.С. Померанцев

Далее были заслушаны доклады председателей 12 подкомитетов, в которых были освещены вопросы текущего выполнения ПНС. Затронуты темы взаимодействия со смежными, межгосударственными и международными техническими комитетами.

Совместно с председателями подкомитетов было проведено обсуждение вопроса о формировании рабочей группы по «НК 4.0» в соответствии с перечисленными задачами и дальнейшей целью создания нового подкомитета, отвечающего новым вызовам Индустрии 4.0.

Круглый стол «Тенденции метрологического обеспечения и стандартизации в области неразрушающего контроля» был проведен совместно РОНКТД и ТК 371. Были заслушаны доклады и организовано обсуждение по следующим темам:

1. «Стандартизация и метрологическое обеспечение измерительного НК. Международный и отечественный опыт» В.А. Сясько;
2. «Европейское метрологическое облако» В.В. Алехнович;

3. О разработке ГОСТ Р «Система государственных испытаний продукции. Общие требования к разработке и аттестации методик НК» А.В. Фёдоров.

На заседании круглого стола были подняты такие вопросы, как: взаимодействие с межгосударственными и международными техническими комитетами, необходимость выхода с предложениями по разработке международных стандартов в целях продвижения отечественных технологий на внешние рынки, необходимость взаимодействия со смежными техническими комитетами, занимающимися в том числе неразрушающим контролем, и заключения с ними соглашений о совместной работе в области стандартизации неразрушающего контроля материалов и изделий.

Отчет подготовила

В.В. Алехнович,

*ответственный секретарь ТК 371
alekhnovich.vv@gmail.com*

NDE 4.0 – ПЕРЕХОД ОТ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ К МОНИТОРИНГУ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

МАХУТОВ Николай Андреевич

член-корр. РАН, д-р техн. наук, профессор РАН, председатель комиссии РАН по техногенной безопасности, Москва

РАЗУВАЕВ Игорь Владимирович

ЗАО «НПО «Алькор», председатель ТК 371/ПК9, Дзержинск

В работе круглого стола (КС) приняло участие более 30 ученых и специалистов научно-исследовательских, проектных и экспертных организаций и предприятий промышленности.

Было сделано три обзорных доклада, после каждого из которых заседание круглого стола проходило в режиме свободной дискуссии.

В докладе «NDE 4.0 – интеграция комплексов мониторинга технического состояния промышленных объектов и систем прогнозной аналитики» генеральный директор ЗАО «НПО «Алькор» И.В. Разуваев показал, что технологии 4-й промышленной революции, развитие микроэлектроники, датчиков и методов анализа данных сделали возможным создание комплексов интегрального мониторинга технического состояния опасных производственных объектов (ОПО) в реальном времени. Эти комплексы с помощью системы датчиков контролируют техническое состояние ОПО в режиме реального времени. Они обнаруживают потенциальные дефекты на ранних стадиях их развития, задолго до перехода в предельное состояние. Непрерывный контроль параметров технологических процессов и внешних влияющих факторов обеспечивает идентификацию причин образования дефектов. Это позволяет оперативно формировать и выполнять компенсирующие мероприятия в рамках стратегии проактивного технического обслуживания и ремонта оборудования. Переход от стратегии ремонтов «по расписа-

нию» к стратегии ремонтов «по состоянию» обеспечивает значительное, в разы, увеличение периода работоспособности производств. Замена периодического контроля отдельных элементов ОПО дефектоскопистами к непрерывному инструментальному контролю всего объекта комплексом интегрального мониторинга многократно увеличивает объемы контроля и резко снижает влияние человеческого фактора, что обеспечивает существенное повышение уровня промышленной безопасности.

Системы прогнозной аналитики строятся в настоящее время по технологии нейросетей либо основаны на статистических методах анализа больших потоков данных. Они являются потенциально мощным средством анализа данных, генерируемых средствами неразрушающего контроля, и прежде всего комплексами мониторинга состояния оборудования. Однако отмечено, что фактическое состояние разработки многих таких систем пока еще не достигло необходимого для данного промышленного применения уровня. Отсюда следует вывод о необходимости совместных работ разработчиков этих систем и разработчиков комплексов мониторинга по их совершенствованию.

В докладе «Система дистанционного контроля промышленной безопасности на программной платформе «Зодиак» заместитель генерального директора ООО «Управление технологиями» О.В. Курпатов представил структуру и принципы функционирования созданной на программной платформе «Зодиак» системы дистанционного контроля состояния промышленной безопасности (СДК ПБ). Главной целью создания системы является проактивное управление рисками возникновения аварий, раннее распознавание предаварийных ситуаций, прогноз показателей промышленной безопасности. Первоочередные задачи СДК ПБ – ком-



И.В. Разуваев



плексный дистанционный мониторинг состояния объектов в режиме реального времени и обнаружение событий, потенциально ведущих к развитию аварийных ситуаций, на ранних стадиях развития. Данные для этого выдают системы управления технологическими процессами, контроля технического состояния и технического диагностирования. Одним из главных направлений развития СДК ПБ является реализация в ней систем прогнозной аналитики на основе данных, генерируемых комплексами мониторинга состояния оборудования. Система внедрена на ряде ведущих предприятий нефтехимии, добычи и переработки нефти, угольной промышленности и металлургии. Методология построения системы, технические аспекты ее реализации и практические результаты применения СДК ПБ неоднократно рассматривались и были одобрены рабочей группой Ростехнадзора.

В докладе «Техническая диагностика и оценка риска аварий» директор Центра анализа рисков НТЦ «Промбезопасность» М.В. Лисанов рассказал о современной методике количественной оценки риска аварии (КОР) как инструменте анализа промышленных опасностей. Эта методика может быть

эффективно применена в том числе для создания оптимальной структуры комплексной системы диагностирования и мониторинга технического состояния оборудования технологических установок.

В ходе дискуссий активно обсуждались вопросы по теме докладов.

Основное направление дискуссий – это применение систем и методов NDE 4.0 для проактивного управления техническим обслуживанием и ремонтом на основе данных технического диагностирования и мониторинга состояния оборудования.

Большое внимание было уделено вопросам нормативного обеспечения применения систем и методов NDE 4.0. Участниками КС было указано на необходимость создания соответствующих документов Ростехнадзора.

Представителями промышленных предприятий была отмечена высокая актуальность тематики КС для роста фондоотдачи производств, сбережения ресурса оборудования и обеспечения промышленной безопасности на современном уровне.

*Отчет подготовил И.В. Разуваев,
ЗАО «НПО «Алькор», Дзержинск*

КВАЛИФИКАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ ПЕРСОНАЛА



ГАЛКИН Денис Игоревич

Канд. техн. наук, ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

В качестве экспертов круглого стола выступили: С.Н. Сидельников – директор ООО «Центр Контроля и Сварки», А.Б. Спирков – заместитель руководителя ОСП ООО «СЗ АНТЦ «Энергомонтаж», А.И. Чупрак – секретарь совета по профессиональным квалификациям в области сварки, заместитель генерального директора СРО Ассоциация «НАКС»,

Д.М. Шахматов – канд. техн. наук, директор ООО «ЦПС «Сварка и Контроль».

Модератором мероприятия стал руководитель методического центра СНК РОНКТД, директор ЗАО «НИИИИ «МНПО «Спектр», канд. техн. наук Д.И. Галкин.

Основная часть мероприятия была посвящена вопросам, связанным с функционированием системы неразрушающего контроля РОНКТД, включающей систему неразрушающего контроля на опасных производственных объектах (СНК ОПО) и систему добровольной сертификации персонала НК (СДСПНК).

Во вступительном слове Д.И. Галкин обозначил причины и цели формирования СНК ОПО, рассказал о структуре и основных функциях участников СНК ОПО.

Отдельно спикер остановился на различиях СДСПНК и СНК ОПО: СНК ОПО ориентирована на подтверждение компетентности специалистов и лабораторий, осуществляющих НК на опасных производственных объектах, в то время как СДСПНК призвана удовлетворить потребность заказчиков, выполняющих работы в следующих производственных секторах:

- авиация (включая объекты инфраструктуры);
- объекты аэрокосмического комплекса (включая объекты инфраструктуры);



Структура СНК ОПО РОНКТД

- объекты морского регистра (включая объекты инфраструктуры);
- объекты речного регистра (включая объекты инфраструктуры);
- объекты железнодорожного транспорта (включая подвижной состав и объекты инфраструктуры);
- здания и сооружения (строительные объекты);
- объекты энергетики;
- общепромышленные объекты.

Д.М. Шахматов привел историческую справку о функционировании системы неразрушающего контроля в рамках Ростехнадзора (Госгортехнадзора) и рассказал участникам о состоянии нормативных требований к процедуре оценки компетентности специалистов и лабораторий НК, осуществляющих деятельность на ОПО, после отмены ПБ 03-440-02 и ПБ 03-372-00. В заключение на основании проведенного анализа спикер отметил, что действующее законодательство Российской Федерации в области промышленной безопасности не устанавливает обязательные требования к созданию и функционированию системы НК, сформированной в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2001 г.



№ 241. Подобный нормативно-правовой вакуум позволяет организациям, осуществляющим деятельность на ОПО, самостоятельно определять систему НК, в рамках которой должна быть проведена процедура независимой оценки компетентности специалистов и лабораторий НК как собственных подразделений НК, так и подрядных организаций. С.Н. Сидельников, являющийся руководителем АЦСНК-5, АЦЛНК-5 СНК ОПО, рассказал об опыте проведения аттестации специалистов и лабораторий, отметил положительный эффект от применения в СНК ОПО единой системы документооборота, оператором которой является ООО «НЭДК». Также спикер ответил на вопросы участников по процедуре признания аттестационных центров в СНК ОПО и о требованиях к подготовке кандидатов на аттестацию.

А.Б. Спирков поделился с участниками опытом проведения сертификации специалистов в СДСПНК, подробно пояснил схему сертификации, принятую органом по сертификации персонала ООО «СЗ АНТЦ «Энергомонтаж».

В своем выступлении А.И. Чупрак рассказал о применении профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю» в системе управления персоналом в условиях реализации Постановления Правительства РФ № 584 и отмены отдельных параграфов ЕТКС.

То, что темы, затронутые при проведении круглого стола, являются актуальными, показала живая дискуссия участников.

*Отчет подготовил Д.И. Галкин,
канд. техн. наук,
ЗАО «НИИИИИ МНПО «Спектр», Москва*

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

ПРОХОРОВИЧ Владимир Евгеньевич

Д-р техн. наук, профессор, НИЦ технологий контроля качества РКТ Университета ИТМО, Санкт-Петербург

Проведение данного круглого стола явилось результатом долголетней совместной работы машиностроителей, станкостроителей и специалистов в области неразрушающего контроля в области решения научных, расчетно-конструкторских и инженерно-технологических задач по дальнейшему совершенствованию и внедрению технологии сварки трением с перемешиванием (СТП) в производство высокотехнологичных изделий оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

В работе круглого стола приняли участие более 50 представителей различных организаций (АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ФГУП НПО «Техномаш», ФГУП «ЦАГИ», АО ПО «Полет» – филиала «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», «НПК «НИИ-ДАР», ИМАШ РАН, «НИИ стали», ПАО «Туполев», АО «Компания «Сухой», ООО «НТЦ «Эталон», Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, МГУ им. М.В. Ломоносова, Университет ИТМО, ООО «Сайнтифик» и др.).

Открывая работу круглого стола, его модератор вице-президент РОНКТД, директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО д-р техн. наук, проф. Владимир Евгеньевич Прохорович отметил, что в процессе выполнения комплексной многолетней работы ГКНПЦ им. М.В.Хруничева в кооперации с предприятиями Роскосмоса и специализированными организациями удалось решить важные технологические задачи при производстве топливных баков РН семейства «Ангара». Решение актуальных задач в данной области не завершено, и требуется концентрация усилий разработчиков, научных организаций РАН, отраслевых институтов и вузов для продолжения работ:

- создания гибридных технологий сварки в твердой фазе пространственных конструкций и адаптивного фрезерования зон сварки, совмещенных со встроенными средствами НК;
- разработки технологий и оборудования сварки трением с перемешиванием основных корпусных деталей летательных аппаратов и легкобронированной техники, выполняемых из специ-



альных термически упрочненных алюминиевых сплавов.

В первой части круглого стола в докладе «Гибридные технологии сварки в твердой фазе пространственных конструкций и адаптивного фрезерования зон сварки, совмещенные со встроенными средствами неразрушающего контроля – ключевая технологическая основа облегчения и повышения несущей способности оболочек баков космических ракет-носителей» заместитель директора по НИОКР Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, канд. техн. наук Владимир Анатольевич Быченко представил замысел работы по созданию комплектов средств контроля качества и оснастки для изготовления бака ракетного блока РН с использованием передовых технологий, инициированной в целях уменьшения стоимости, массы и повышения качества изготавливаемых и проектируемых изделий отечественной промышленности. В рамках диалога с участниками круглого стола более подробно были рассмотрены и обсуждены отдельные элементы этих гибридных технологий:

- комплексная технология обеспечения требуемого качества продольных, кольцевых и круговых сварных соединений топливных баков, выполняемых на установках СТП;
- роботизированное оборудование фрезерования и неразрушающего контроля качества внутреннего вафельного подкрепления обечаек баков в зонах кольцевых сварных швов;
- роботизированное оборудование точечной СТП, совмещенное с оборудованием НК для установки внешних и внутренних приварных элементов

на несущих (в том числе герметичных) конструкциях летательных аппаратов;

- автоматизированный лазерно-оптический контроль геометрических параметров внешних обводов несущих обечаек баков летательных аппаратов.

В обсуждении особенностей представленных технологий приняли участие:

- заведующий отделом ИМАШ РАН д-р техн. наук, профессор А.Ю. Албагачиев, который отметил, что встраивание таких технологий НК в общий технологический процесс является одним из обязательных условий качественной СТП, а также поднял вопросы, связанные с фундаментальными основами сварки в твердой фазе. Он отметил важность их решения наряду с прикладными исследованиями и обратил внимание слушателей, что ученые ИМАШ РАН поддерживают выполнение прикладных работ по СТП в данном направлении, а также сами спланировали и приступили к их фундаментальным проработкам;
- заместитель директора центра развития технологических компетенций организаций РКП НПО «Техномаш» Николай Юрьевич Афанасьев, который обратил внимание на актуальность автоматизированного УЗК качества сварного соединения, так как «ремонт» сварных соединений зачастую возможен только до снятия бака со сварочной оснастки, на необходимость внимательного рассмотрения дополнительной задачи, связанной с позиционированием установки и ее привязки к системе координат бака, а также на то, что при внедрении точечной СТП малонагруженные кронштейны потребуются снабдить «лапками» под приварку, что может увеличить массу конструкции. В процессе дискуссии он выразил свое мнение о том, что, возможно, имеет смысл выполнить частичный переход к точечной СТП, а отдельные виды сварных соединений выполнять с помощью АрДЭС. Также он обратил внимание слушателей на необходимость совместного решения данных за-

дач и готовности НПО «Техномаш» принимать в них участие;

- главный эксперт НПК «НИИДАР» Владимир Васильевич Браженко, подтвердивший актуальность данной измерительной задачи и отметил важность ее решения не только в процессе изготовления баков летательных аппаратов, но и на этапе эксплуатации, например в процессе заправки и пуска изделия. Он отметил, что аналогичная система могла бы контролировать топливно-динамические колебания, которые оказывают существенное влияние на геометрические параметры баков и могут являться причиной аварий при пуске;
- начальник научно-технического центра научно-производственного комплекса ЦАГИ д-р техн. наук Владимир Дмитриевич Вермель, который отметил важность и актуальность данной разработки, а также целесообразность расширения области ее применения для контроля геометрических характеристик изделий сложной геометрической формы, например крыла самолета. Также он подтвердил, что ЦАГИ полностью поддерживает и крайне заинтересовано в создании, совершенствовании и внедрении отечественных технологий СТП. Кроме того, он обратил внимание на важность решения задачи применения точечной СТП взамен заклепок в протяженных крупногабаритных конструкциях, а также на решение задач обеспечения трещиностойкости конструкций.

Участвуя в дискуссии, директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО д-р техн. наук, профессор Владимир Евгеньевич Прохорович отметил высокую значимость участия в решении обозначенных вопросов организаций Российской академии наук, а также показал, что частичный переход к СТП исключает такое ее важное преимущество, как возможность использования при изготовлении баков алюминий-литиевых спла-



Н.Ю. Афанасьев



А.Ю. Албагачиев



В.В. Браженко



В.Д. Вермель

вов, применение которых дает значительный выигрыш в массе конструкции и в значительной степени компенсирует введение дополнительных элементов.

В завершение дискуссии на данную тему В.Е. Прохорович отметил, что задача контроля геометрических параметров пока решалась только применительно к геометрии топливного бака, но может быть проведена аналогичная работа и для других объектов контроля. Также он отметил, что в рамках проводимых работ пока рассматривается замена сплошной аргодуговой сварки на точечную СТП малогабаритных кронштейнов, а учитывая заинтересованность ЦАГИ и других организаций аэрокосмической промышленности, необходимо рассмотреть возможность консолидации усилий в данном направлении. В качестве примера он анонсировал создание межотраслевого технологического центра СТП в интересах разработки современных технологий СТП для обеспечения изготовления корпусных конструкций РКН, авиационной и легкобронированной техники с опорой на компетенции университетского центра «Национальные технологические инициативы», НОЦ «Сварочные и лазерные технологии» и центра «Кавасаки-Политех».

Во второй части круглого стола руководитель ЦТНК Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, канд. техн. наук Игорь Владимирович Беркутов в выступлении «Разработка технологий и оборудования сварки трением с перемешиванием основных корпусных деталей летательных аппаратов и легкобронированной техники, выполняемых из специальных термически упрочненных алюминиевых сплавов» затронул следующие дискуссионные вопросы:

- особенности получения соединений деталей конструкций, проектируемых к изготовлению из термически упрочняемых алюминиевых, несвариваемых и разнородных сплавов;
- особенности проектирования и отработки технологического оборудования для сварки методом СТП корпусных конструкций легкобронированной техники.

В обсуждении приняли участие начальник научно-технического центра научно-производственного комплекса ЦАГИ д-р техн. наук В.Д. Вермель, заведующий отделом ИМАШ РАН д-р техн. наук, проф. А.Ю. Албагачиев, зам. директора центра развития технологических компетенций организаций РКП НПО «Техномаш» Н.Ю. Афанасьев, директор НИЦ технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО д-р техн. наук, профессор В.Е. Прохорович.

Проф. А.Ю. Албагачиев отметил, что силами ИМАШ РАН и ИФМ УрО РАН спланированы и начаты работы по изучению закономерностей технологий СТП в рамках 5-й области (п. 34) Подпро-

граммы № 6 ГП «Научно-технологическое развитие РФ» в части исследования физики возникновения новых привлекательных свойств сварных соединений, а также методов анализа и синтеза робототехнических и мехатронных комплексов для обеспечения разработки новых установок изготовления методом СТП корпусных ДСЕ из термически упрочняемых алюминиевых сплавов для ракетной, авиационной и легкобронированной техники.

Н.Ю. Афанасьев отметил, что в настоящее время по решению с ПАО «Курганмашзавод» Учреждением науки ИКЦ СЭКТ с привлечением кооперации заинтересованных предприятий (АО «НИИ Стали», ЦНИИ КМ «Прометей», ФГУП «НПО «Техномаш», СПбПУ, АО «ЦНИИМ», ООО «Перспектива», ИМАШ РАН, ИФМ УрО РАН) на основе имеющегося задела по технологиям СТП ДСЕ, полученным за последние 10 лет в АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и ЦНИИ КМ «Прометей», в инициативном порядке выполняются работы по опробованию технологии СТП термически упрочняемых броневых алюминиевых сплавов в интересах изготовления новых изделий ПАО «Курганмашзавод».

В завершающей части круглого стола ведущий менеджер по направлению «Промышленная компьютерная томография» ООО «Сайнтифик» Павел Сергеевич Иванов представил доклад на тему «Новые веяния в промышленной томографии для контроля высокотехнологичных и особо ответственных изделий», в котором раскрыл возможности компьютерных томографов, поставляемых компанией diondo (Германия), области их применения и конкретные примеры, а профессор физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д-р физ.-мат. наук, проф. Александр Алексеевич Карабутов представил доклад на тему «Лазерно-ультразвуковая структуроскопия напряженных состояний в сталях», в котором ознакомил присутствующих с методом лазерно-ультразвуковой структуроскопии напряженных состояний в сталях, основанной на явлении акустоупругости.

По результатам работы участники круглого стола выразили согласованное мнение, которое было зафиксировано в следующем решении:

1. Отметить важность и актуальность работ в области создания и внедрения технологий СТП.



А.А. Карабутов



2. Кооперации заинтересованных предприятий-участников (Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, НПО «Техномаш», АО «Композит») продолжить проведение работ в области разработки гибридных технологий сварки в твердой фазе пространственных конструкций и адаптивного фрезерования зон сварки, совмещенных со встроенными средствами неразрушающего контроля.
3. Кооперации заинтересованных предприятий-участников (Учреждение науки ИКЦ СЭКТ, НПО «Техномаш», ПАО «Курганмашзавод», АО «НИИ Стали», ЦНИИ КМ «Прометей») продолжить проведение работ в области разработки технологий и оборудования сварки трением с перемешиванием основных корпусных деталей летательных аппаратов и легкобронированной техники, выполняемых из специальных термически упрочненных алюминиевых сплавов.
4. Поддержать создание межотраслевого технологического центра СТП в интересах разработки современных технологий СТП для обеспечения изготовления корпусных конструкций РКН, авиационной и легкобронированной техники с опорой на компетенции университетского центра «Национальные технологические инициативы», НОЦ «Сварочные и лазерные технологии» и центра «Кавасаки-Политех».
5. Поддержать инициативу ИМАШ РАН и ИФМ УрО РАН по работам, связанным с изучением закономерностей технологий СТП в рамках 5-й области (п. 34) Подпрограммы № 6 ГП «Научно-технологическое развитие РФ» в части исследования физики возникновения новых привлекательных свойств сварных соединений, а также методов анализа и синтеза робототехнических и мехатронных комплексов для обеспечения разработки новых установок изготовления методом

- СТП корпусных ДСЕ из термически упрочняемых алюминиевых сплавов для ракетной, авиационной и легкобронированной техники.
6. Рекомендовать СПбПУ с участием Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, НПО «Техномаш» и совместно с НИИ «Стали» и ПАО «Курганмашзавод» организовать обращение в ВПК при Правительстве РФ и департамент обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии МПТ РФ для планирования государственного финансирования выполнения работ в соответствии с результатами межотраслевого НТС и карточкой на ОКР «Разработка и внедрение технологии изготовления корпусных конструкций легкобронированной техники из специальных броневых алюминиевых сплавов методом сварки трением с перемешиванием на примере автоматизированных установок сварки редана и крышки корпуса изделий типа БМП-3».
 7. Рекомендовать Учреждению науки ИКЦ СЭКТ совместно с ЦНИИ КМ «Прометей», СПб ПУ и НПО «Техномаш» в январе – феврале 2022 г. запланировать проведение межотраслевого НТС с демонстрацией технологий ТСП деталей из АМг6, а также представлением плана работ по обеспечению возможности замены традиционных технологий клепки деталей из термически упрочняемых алюминиевых сплавов типа Д16 на технологии ТСП применительно к сухим и переходным отсекам РН и РБ, разработки КБ «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и НПО им. С.А. Лавочкина.

*Отчет подготовил А.В. Федоров,
д-р техн. наук, Учреждение науки ИКЦ СЭКТ,
Санкт-Петербург*