



ИТОГИ 5-й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»



СЕРГЕЕВ Сергей Сергеевич

Зам. председателя оргкомитета НТК,
заведующий кафедрой «Физические методы контроля»
Белорусско-Российского университета,
г. Могилёв, Республика Беларусь

В г. Могилеве (Республика Беларусь) 24–25 сентября 2014 г. на базе Белорусско-Российского университета проходила 5-я Международная научно-техническая конференция «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов». Организацией подготовки и проведением конференции занимались: Белорусско-Российский университет, Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси, Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики, Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике и УП «Белгазпромдиагностика».

Конференция была посвящена памяти директора Института прикладной физики Национальной академии наук Беларуси доктора физико-математических наук Николая Петровича Мигуна, председателя Белорусской ассоциации неразрушающего контроля и тех-

нической диагностики, внесшего большой вклад в развитие этого важного направления науки и техники.

Целью научно-технической конференции и проходившей в ее ходе выставки являлось обобщение результатов работ и обмен опытом между специалистами различных организаций и стран в области разработки и практического применения неразрушающих методов и средств контроля качества материалов, промышленных изделий, сооружений и технологического оборудования, а также в области диагностирования потенциально опасных объектов, сертификации и подготовки квалифицированных кадров.

Работа конференции реализовывалась по нескольким направлениям: дефектоскопия материалов и промышленных изделий; контроль структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий; контроль геометрических параметров объектов; мониторинг, диагностика и прогнозирование остаточного ресурса технических объектов; компьютерные технологии в неразрушающем контроле.

В конференции и выставке приняли участие более 70 представителей из 40 промышленных предприятий и организаций, академических институтов и вузов. Было представлено 109 докладов учеными из 5 стран (Беларусь, Россия, Украина, Польша, Китай). Активное участие в конференции и выставке приняли студенты, магистранты и аспиранты Белорусско-Российского университета.

От академической науки доклады были подготовлены ведущими институтами в области физики неразрушающего контроля и технической диагностики стран СНГ (среди которых Институт прикладной физики, Объединенный институт машиностроения и Институт физики НАН Беларуси, Институт физики металлов и Институт машиноведения Уральского отделения РАН

и ряд других институтов). Вузовская наука была представлена коллективами: Белорусско-Российского университета, Белорусского национального технического университета, НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ, Национального исследовательского университета «МЭИ» (Москва), Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (Санкт-Петербург), Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» и другими вузами. Ряд сообщений сделали известные ученые из научно-производственных объединений и предприятий.



На пленарном заседании выступили ученые и специалисты двух стран, которые рассказали о достижениях и перспективах развития неразрушающего контроля в Республике Беларусь и Российской Федерации.

С приветственным словом к участникам конференции обратился проректор по научной работе Белорусско-Российского университета В.М. Пашкевич. Он отметил значимость этого форума для университета и региона в целом, а также рассказал о достижениях ученых университета в области неразрушающего контроля и диагностики и их вкладе в обеспечение безопасности промышленных объектов в Республике Беларусь. Также участников конференции приветствовал в видеоформате президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике академик РАН Э.С. Горкунов.

Большой интерес вызвал доклад директора НИИ интроскопии МНПО «Спектр» академика РАН В.В. Клюева (Москва), представленный в видеоформате. В докладе рассмотрены перспективы развития неразрушающего контроля. Особо подчеркнуто, что получение новых фундаментальных и прикладных научных результатов и разработка на их основе современных высокоэффективных приборов и методик неразрушающего контроля и технической диагностики — одна из главных необходимых составляющих качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции, гарантирующая безопасность промышленных, транспортных, энергетических, строительных объектов.

В пленарном докладе д-ра техн. наук В.А. Михнева (Институт прикладной физики НАН Беларуси) рассмотрены перспективные направления развития радиоволнового метода неразрушающего контроля, связанные с расширением диапазона рабочих частот. В



субтерагерцовом и терагерцовом диапазонах частот, которые начинают осваиваться в последнее время, появляются такие новые многообещающие применения, как визуализация объектов и анализ состава различных материалов. Терагерцовая визуализация высокого разрешения может использоваться в антитеррористических приложениях, медицине, автоматическом контроле содержимого почтовых отправлений. Терагерцовая спектроскопия способна контролировать состав и структуру лекарств, пищевых продуктов, разнообразных химических композиций и др. Зондовая микроволновая микроскопия существенно расширяет возможности атомно-силовой микроскопии и может применяться для контроля полупроводниковых структур, новых материалов на основе керамики, сегнетозлектриков, графена, биологических мембран и т.п. с латеральной разрешающей способностью до 20–50 нм.

Д-р техн. наук А.П. Крень (Институт прикладной физики НАН Беларуси) в своем докладе представил последние достижения в области испытаний конструкционных материалов методом динамического индентирования, осуществляемого в режиме ударного нагружения. Им были обобщены результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, что позволило выстроить концепцию и методологию получения достоверных и объективных данных о физико-механических свойствах (твердости, прочности, модуле упругости, трещиностойкости) и остаточном ресурсе металлов, композитов и полимеров. В докладе показаны пути расширения функциональных возможностей существующего на рынке оборудования (динамических твердомеров, склерометров) для неразрушающего контроля металлов и строительных материалов (бетонов). Показано, что полученные в ИПФ НАН Беларуси новые научные результаты позволяют решить задачу контроля прочности углеродных пространственно-армированных материалов методом индентирования с учетом анизотропии свойств.

В докладе зав. кафедрой «Электроакустика и ультразвуковая техника» профессора К.Е. Аббакумова (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») рассмотрены проблемы компетентностного подхода при реализации учебного процесса в соответствии с новыми образовательными стандартами для подготовки специалистов по неразрушающему контролю и диагностике, возможности реализации практико-ориентированного обучения с учетом потребностей работодателей от промышленности, вопросы



преобразований в высшей школе и возможные пути повышения качества подготовки специалистов. Приведены структура и сравнительный анализ белорусских и российских образовательных программ. Рассмотрены особенности инновационного подхода к построению учебных занятий и организации самостоятельной работы студентов, особенности практико-ориентированного государственного междисциплинарного экзамена, структура дипломных проектов и работ. Докладчик отметил, что проблема подготовки квалифицированных кадров по неразрушающему контролю с высшим базовым образованием сегодня, как никогда, важна и актуальна.

Доклад профессора Б.В. Артемьева (МНПО «Спектр», Москва) был посвящен системе дистанционного обучения в рамках Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, которая позволяет всем заинтересованным в получении знаний, необходимых для последующей сертификации, специалистам пройти теоретическую подготовку без отрыва от работы и самостоятельно проконтролировать уровень полученных теоретических знаний. Для этого используются специально разработанные электронные ресурсы. Подобный подход к обучению персонала постепенно становится доминирующим мировым трендом. Крупнейшие международные организации, в том числе МАГАТЭ, признают, что возможности, предоставляемые дистанционной системой обучения, являются самым актуальным инструментом для дальнейшего развития и гармонизации системы сертификации персонала. Система имеет модульную архитектуру, поэтому легко расширяется, модернизируется и масштабируется.

От производителей выступил генеральный директор УП «Белгазпромдиагностика» А.В. Иванов. В своем сообщении он привел результаты анализа промышленного использования современных технологий неразрушающего контроля. Было отмечено, что необходимо объединение усилий различных организаций стран СНГ для внедрения новых нормативно-правовых актов, в том числе стандартов по новейшим технологиям контроля. Это будет способствовать повышению уровня безопасности при эксплуатации потенциально опасных объектов, а также улучшению качества выпускаемой продукции.

Несомненный интерес вызвала демонстрация новых приборов и технологий ультразвукового неразрушающего контроля сварных швов металлов (TOFD-метод и фазированные решетки), новых разработок в области радиографического контроля ООО «Синтез НПФ» (Санкт-Петербург), приборов дистанционного визуально-оптического контроля.



На секции «Дефектоскопия материалов и промышленных изделий» наибольшее количество докладов было посвящено акустическим методам контроля, вклю-

чая его разновидности — ультразвуковой и оптоакустический. Часть докладов относилась к магнитографическому методу, методу шумов Баркгаузена, тепловизионному контролю, метрологии, включая создание эталона магнитного поля, и анализу подходов к метрологии современных ультразвуковых дефектоскопов.

Значительная часть докладов была направлена на решение актуальных проблем промышленности. Из докладов, посвященных акустическим методам, можно отметить работы К.Е. Абакумова и Р.С. Коновалова (СПГЭУ, Санкт-Петербург), в которых развита теория рассеяния волн Рэлея трещиноподобным дефектом, конкретизированы энергетические параметры возбуждаемых акустических мод, трансформированных в объемные волны при изменении граничных условий, включая модель нежесткого соединения. Важные для практики и развития теории распространения волн Стоунли и головных волн результаты представлены в докладах сотрудников ИПФ НАН Беларуси и БРУ (А.Р.Баев, О.С. Сергеева, А.Л. Майоров, М.В. Асадчая, Г.Е. Коновалов). В частности, экспериментально впервые показана принципиальная возможность распространения слабо затухающих квази-продольных волн вдоль границы металл–полимер и предложена теоретическая модель, хорошо согласующаяся с опытными данными. Дано теоретическое объяснение экспериментально обнаруженных авторами особенностей распространения объемных волн, трансформированных на выступе из волны Рэлея, и выявлена роль отходящей поперечной моды, трансформированной из краевой головной волны, в формировании результирующего акустического поля поперечных волн.

В работе коллектива сотрудников ИПФ НАН Беларуси (А.Р. Баев, И.В. Стойчева, А.Н. Костюк) и ИФ НАН Беларуси (А.И. Митьковец, В.Г. Гуделев) дальнейшее развитие получил оптоакустический контактный метод обнаружения поверхностных несплошностей (усталостные трещины и поры) с использованием импульсно-лазерного возбуждения ультразвука. Представлены данные, свидетельствующие о возможности существенного повышения чувствительности контроля трещин с малым раскрытием (~0,5 мкм) при установке источника лазерного излучения на расстоянии нескольких метров от объекта контроля.

Необходимо отметить работу А.В. Шилова, В.А. Новикова, А.В. Кушнера и др. (БРУ), в которой показана высокая эффективность выявления подповерхностных дефектов в стальном литье магнитооптическим методом. Особенность его заключается в использовании поляризуемых в магнитных полях гибких пленок, позволяющих визуализировать остаточные поля. Представлены методические подходы, дающие возможность нивелировать влияние мешающих факторов и оптимизировать условия контроля.

Решению важной задачи по установлению степени усталости металла методом шумов Баркгаузена посвящена работа сотрудника ИПФ НАН Беларуси В.А. Бусько. Разработаны оригинальная методика и компактное измерительное устройство, позволяющее в непрерывном режиме вести измерительный процесс, фиксируя спектральный шум непосредственно из области приложения сил изгибных колебаний ис-

пытательного устройства. Полученные спектрограммы позволяют определить условия приближения структуры металла к деструктивному состоянию.

Работа А.А. Лухвича, А.П. Гусева, В.Д. Пиунова (ИПФ НАН Беларуси) направлена на создание эталона магнитной индукции переменного магнитного поля. Представлены данные о погрешностях измерений и однородности магнитного поля в рабочих объемах.

Тепловизионному контролю для обнаружения дефектов дорожного покрытия посвящена работа И.С. Мельниковой и В.И. Борисова (БРУ), в которой показана принципиальная возможность выявления дефектов покрытия с чувствительностью и надежностью не хуже традиционно используемых методов визуального контроля.

В обзорном докладе сотрудников БелГИМ Н.А. Жаторы и В.В. Федорова изложены новые подходы к метрологическому обеспечению современных ультразвуковых дефектоскопов в связи с вводом в действие межгосударственного стандарта ГОСТ EN 1266.

На заседании секции «Контроль структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий» доклады имели преимущественно прикладное значение по следующим основным направлениям: магнитный, оптический, вихретоковый, радиоволновый контроль, контроль физико-механических характеристик, электрохимический контроль, контроль параметров жидких сред, разрушающий контроль.

Результаты исследований по магнитным методам контроля структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий представили сотрудники ИПФ НАН Беларуси, Объединенного института машиностроения (Минск), Института физики металлов УРО РАН (Екатеринбург). Доклады сотрудников ИПФ НАН Беларуси были посвящены: практическим вопросам неразрушающего контроля различных объектов из инструментальных, легированных, углеродистых сталей, новым информативным параметрам при магнитном контроле, совершенствованию оборудования и методик контроля, учету структурной и геометрической неоднородности поверхности объектов при построении калибровочных характеристик в процессе контроля остаточных напряжений методом эффекта Баркгаузена, исследованию возможности контроля коэффициента нормальной анизотропии листового проката стали импульсным магнитным методом, разработке метода и прибора для обнаружения витковых замыканий в тороидальных трансформаторах, магнитодинамическому методу контроля содержания ферромагнитной фазы в нержавеющей сталях аустенитного класса. Большой интерес вызвал доклад д-ра техн. наук А.П. Крениа по определению физико-механических характеристик пространственно-армированных углеродных композиционных материалов.

Доклады д-ра техн. наук С.Г. Сандомирского (ОИМ НАН Беларуси) посвящены особенностям намагничивания чугунов, совершенствованию преобразователей для измерения остаточного магнитного потока изделий массового производства.

В докладах представителей Института физики металлов УРО РАН (Екатеринбург) рассмотрено применение аппаратуры для определения ферромагнитных

неоднородностей в различных средах, исследованию магнитных свойств деформированных и термообработанных сталей.

В докладах сотрудников Белорусско-Российского университета были освещены проблемы мутнометрии масел с помощью средств волоконной оптики, дан анализ полей механических напряжений в автомобильных закаленных стеклах.

Большой интерес вызвал доклад О.К. Тявловского (БНТУ) «Измерительный преобразователь прибора контроля параметров жидких технологических сред на базе трансформаторного датчика». Слушателей заинтересовали коммерческие возможности разработки и перспективы ее использования.

Представителями Витебского государственного технологического университета и РИУП «Научно-технологический парк Витебского государственного технологического университета» сделаны стендовые доклады, которые были посвящены экспресс-методу определения несминаемости тканей, анализу показателей качества материалов для водозащитной одежды и моделированию процесса испытания полимерных материалов на изгиб.

В работе секции приняли участие представители ОАО «Беларуськалий» (Солигорск) и ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит», а также студенты Белорусско-Российского университета.

На заседании секции «Контроль геометрических параметров объектов» были представлены 16 докладов и одно внеплановое выступление аспиранта Ю.О. Бондарева из Санкт-Петербургского национального университета ИТМО, доклад которого касался возможностей видеоэндоскопов для количественной оценки размеров дефектов в труднодоступных местах изделий.

Три доклада сотрудников ИПФ НАН Беларуси (В.А. Рудницкий, А.А. Лухвич, А.В. Чернышев) были посвящены решению актуальной проблемы контроля толщины защитных хромоникелевых покрытий камер сгорания жидкостных ракетных двигателей. Ввиду сложности проблемы из-за наличия множества мешающих факторов авторами были представлены результаты исследований трех физических методов: магнитного пондеромоторного, магнитодинамического и вихретокового методов, каждый из которых обладает присущими ему достоинствами и недостатками. Доклады вызвали большой интерес благодаря конкретике и практической направленности.

В докладе О.Л. Ермаковича (НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ) был рассмотрен вопрос повышения точности определения плотности бумажного полотна радиоизотопным плотномером. В работе подробно рассмотрены различные варианты пассивной компенсации влияния рассеяния бета-излучения на контролируемом полотне.

В.А. Михнев (ИПФ НАН Беларуси) привел обзорный анализ резонансных микроволновых датчиков для определения толщины неэлектропроводящих покрытий, нанесенных на металлическое основание, и датчиков для измерения влажности материалов.

В докладе И.У. Примака (БРУ) представлены теоретические исследования и расчеты определения тол-



щины наноразмерных металлических слоев на кремниевой подложке. Работа была позиционирована как необходимый задел для проведения последующих хозяйственных отношений с ОАО «Интеграл».

На заседании секции «Мониторинг, диагностика и прогнозирование остаточного ресурса технических объектов» было заявлено 28 докладов, посвященных оценке физического состояния различных технических объектов, из которых: шесть относятся к акустической диагностике технических устройств, пять докладов посвящены трибодиагностике узлов трения, шесть докладов – оценке остаточного ресурса различных технических объектов, четыре доклада – различным аспектам контроля протяженных технических объектов, к которым относятся металлические трубы и корпуса морских судов.

В докладе О.В. Холодилова и других сотрудников БелГУТ, ГГУ им. Ф. Скорины, РУП «Гомельэнерго» описывается комплексный подход к оценке качества подшипников качения на основе применения электро-резистивного метода и метода акустической эмиссии. Полученные результаты легли в основу разработанного стенда, позволяющего оценить качество подшипников.

В докладах сотрудников БНТУ А.Л. Жарина, К.В. Пантелеева, А.И. Свистуна исследуются особенности диагностики узлов трения с использованием в качестве первичного преобразователя вибрирующего конденсатора, что позволило применить величину контактной разности потенциалов и плотность статического электрического заряда в качестве информационных параметров при оценке состояния поверхностей трущихся деталей.

В докладах сотрудников БГУИР П.Ю. Бранцевича, Е.Н. Базылева определен обобщающий параметр виброперемещений, который позволяет определить техническое состояние объекта при его пуске или останове. Разработаны соответствующие программные средства оценки технического состояния.

Поиску информационных признаков, позволяющих оценивать техническое состояние динамических объектов по измерению вибрационных сигналов, посвящены три доклада сотрудников ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова».

В докладе сотрудников Севастопольского национального университета ядерной энергии и промышленности М.А. Елисеева, К.Н. Маловик обосновано введение ряда случайных характеристик и параметров, а также границ их изменения для более точного определения остаточного ресурса потенциально опасных технических объектов.

В докладе сотрудников Восточно-украинского национального университета им. В. Даля (Луганск) и Херсонской государственной морской академии В.В. Мирошникова и В.Б. Нестеренко показано, что измерение остаточной намагниченности участков корпуса судна позволяет определить знак и величину механических напряжений корпуса.

В докладе «Оценка состояния шарниров противовеса дворцового моста с помощью метода акустической эмиссии» сотрудника ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В.В. Носова обосновано применение метода акустической эмиссии для оценки нагрузки шарнира.

В целом все доклады на заседании секции содержали новые интересные научные и технические результаты.



На заседании секции «Компьютерные технологии в неразрушающем контроле» С. И. Бахур и В. Н. Галушко, ученые Гомельского ГТУ им. П.О. Сухого, представили доклад, посвященный разработке методов и математических моделей количественной оценки показателей эксплуатационной надежности и эффективности работы электрооборудования, позволяющих учесть основные влияющие факторы. В докладе ученых БРУ А. Н. Василенко и других описано программное обеспечение поляризационно-оптического метода контроля механических напряжений в протяженных объектах. Разработанный программный пакет позволяет получить массив абсолютных значений напряжений вдоль всей поверхности протяженного объекта и оценить его состояние. Совместный доклад представителей Китая и Беларуси (Кан Шоучян, Ван Юйцзин, А.В. Микулович, В.И. Микулович) посвящен анализу спектра Гильберта сигналов вибрации подшипников качения с использованием метода EEMD и предложенного алгоритма выбора эффективных компонентов IMF, что позволяет лучше выявлять локальные детали сигналов и идентифицировать наличие дефектов подшипников качения. В двух докладах представителей Минского государственного высшего авиационного колледжа показан технический облик современного универсального информационно-диагностического комплекса для оценки состояния авиационных двигателей. Ряд докладов был посвящен моделированию различных преобразователей и магнитных полей.

Необходимо отметить, что большинство представленных докладов выполнены на высоком научно-техническом уровне и были интересны как производственникам, так и специалистам, разрабатывающим методы и средства неразрушающего контроля. Рекомендовано наиболее интересные научные результаты, представленные в докладах на конференции, опубликовать в специализированных научных журналах.

Проведенная конференция помогла участникам обменяться новейшими результатами в области физики и техники неразрушающего контроля и технической диагностики, установить научные и деловые контакты между академическими и вузовскими учеными и специалистами от промышленности.

Следующие, 6-я конференция и выставка планируются в сентябре 2017 г.

