



К.В. Гоголинский

Тенденция дальнейшего развития магнитных методов неразрушающего контроля заключается в разработке методик и средств измерений оценки напряженно-деформированного состояния объектов с соответствующим метрологическим сопровождением, ключевым этапом которого является создание мер НДС с аттестованными магнитными характеристиками.

Татьяна Игоревна Бобкова, канд. техн. наук, НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей», в своем сообщении описала проблемы и задачи, стоящие перед исследователями при создании новых конструкционных материалов для различных отраслей промышленности, а также продемонстрировала эффективность применения нейтронных методов исследований для решения этих задач.

В завершающем докладе Кирилла Валерьевича Гоголинского, д-р техн. наук, НИЦ «Курчатовский

институт» — ПИЯФ, «Создание системы метрологического обеспечения измерений параметров напряженно-деформированного состояния на базе нейтронной стресс-дифрактометрии» было отмечено, что использование нейтронных методов в неразрушающем контроле имеет значительные перспективы не только как самостоятельное направление, но и в комплексе с традиционными методами НК. В частности, большой интерес представляет развитие методов контроля параметров напряженно-деформированного состояния (НДС). В настоящее время в качестве рабочих средств измерений параметров НДС используются ультразвуковые приборы, основанные на методе акустоупругости, а также различные типы магнитных приборов, основанные на коэрцитиметрии и шумах Баркгаузена. Эти методы дают возможность получать только косвенную информацию. Создание и внедрение первичной референтной методики на базе нейтронной стресс-дифрактометрии, позволяющей напрямую измерять деформацию кристаллической решетки в объеме материала, дает возможность решить проблему метрологического обеспечения измерений параметров НДС. Соответствующий проект союзного государства подан совместно НИЦ Курчатовский институт ПИЯФ и ИПФ НАН Беларуси.

Работа круглого стола вызвала значительный интерес не только среди специалистов в области неразрушающего контроля, но и среди представителей передовых отраслей промышленности. В процессе обсуждения были предложены пути внедрения нейтронных методов НК для решения актуальных прикладных задач.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ТАМОЖЕННОЙ И ТОВАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

ПЛАТОВА Раиса Абдулгафаровна

Канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва

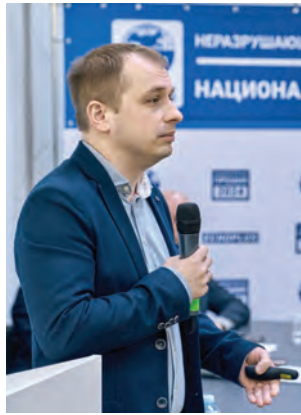
Круглый стол «Неразрушающий контроль при таможенной и товарной экспертизе» провела кафедра товарной экспертизы и таможенного дела Высшей инженерной школы «Новые материалы и технологии» Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. В мероприятии приняли участие: сотрудники и студенты: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»; ЭКЦ МВД РФ; ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; Сколковский институт науки и технологий; Центральное экспертно-криминалистическое таможенное управление; Научно-исследовательский

институт проблем хранения Росрезерва (НИИПХ Росрезерва); ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»; ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; ООО «ТЕХКОН»; ЗАО «НИИН МНПО «Спектр»; Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН; ООО «Алмазный НТК»; ООО «Тэсто Рус».

С приветственным словом к участникам круглого стола обратился президент РОНКТД профессор В.А. Сясько, который отметил актуальность и



Р.А. Платова



Ф.С. Федоров



М.В. Беляков

важность проблем, связанных с разработкой и внедрением методов неразрушающего контроля при товарной и таможенной экспертизе.

В рамках круглого стола «Неразрушающий контроль при таможенной и товарной экспертизе» были сделаны следующие доклады.

Ю.Т. Платов и Р.А. Платова (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва) отметили, что среди методов неразрушающего контроля все более актуальными становятся спектроскопические методы, включая UV-VIS-NIR-спектроскопию. Авторы представили методические разработки использования портативного спектрометра в целях идентификации и неразрушающего контроля качества товаров. На основе сформированных баз данных с помощью многомерных методов построены классификационные и градуировочные модели: идентификации фарфоровых изделий по виду материала (твердый, мягкий полевошпатовый и когтяной фарфор); определения вида красящего минерала и содержания оксида железа в составе каолина; оценки пуццолановой активности метакаолина; идентификации и подтверждения под-

линности мрамора и гранита, а также пород древесины.

М.В. Беляков (ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва) выступил с докладом о фотолюминесцентном контроле качества сельскохозяйственной продукции (зерно, растительные корма, молоко). Разработаны методы и приборы контроля влажности семян и концентрированных кормов. На основе измерения соотношения люминесценции при возбуждении излучением 362 и 485 нм создан метод оценки степени спелости семян зерновых растений. По люминесцентным потокам при возбуждении 232, 362 и 424 нм созданы метод и портативный прибор (ЛЮМ ВИМ-1) определения заражения зерна фузариозом. В ходе работы также установлена возможность качественного определения наличия антибиотиков в молоке при концентрации 0,001 мг/кг и выше, что в 3–4 раза точнее, чем использование стандартного метода иммуноферментного анализа.

Ф.С. Федоров (Сколковский институт науки и технологий, Москва) выступил с докладом, посвященным мониторингу качества пищевой продукции с помощью газоаналитической системы типа



Н.Н. Потрахов



Богомолов А.Ю.



П.В. Балабанов



«электронный нос». В докладе были представлены результаты исследования динамики порчи мяса и степени готовности птицы (на гриле) с помощью прибора типа «электронный нос» для оцифровки запаха и методов анализа изображений – для оценки изменений внешнего вида продуктов. Полученные сигналы электронного носа хорошо коррелируют с изменениями в составе микробиома, позволяя определить момент существенного изменения состояния продукта при его хранении. В этом случае интеграция электронного носа и компьютерного зрения в единую аналитическую панель лишь немного повышает точность определения состояния мяса, что связано с небольшими изменениями во внешнем виде. В то же время использование электронного носа для мониторинга процесса приготовления пищи позволяет оцифровать ароматические характеристики продукта на конкретной стадии, а компьютерное зрение может определить изменение цвета. Объединение этих двух методов

обеспечивает большую селективность при определении степени готовности.

Н.Н. Потрахов (ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)») сообщил о результатах применения микрофокусной рентгенографии в области товарной экспертизы. Сотрудники кафедры электронных приборов и устройств СПбГЭТУ «ЛЭТИ» на базе малого предприятия Технопарка университета ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед» уже более 30 лет проводят научные исследования и опытно-конструкторские разработки в области рентгенографии для различных промышленных, медицинских, сельскохозяйственных приложений, в том числе для нужд товарной экспертизы. Наиболее значимыми результатами их усилий за эти годы стали разработка и постановка на серийное производство малогабаритных источников рентгеновского излучения семейства РАП, рентгеновских аппаратов в портативном исполнении се-

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



А.В. Кочергин



Р.А. Хмельницкий

мейства «ПАРДУС», а также передвижных рентгенографических и рентгеномографических установок семейства ПРДУ.

С.Л. Белецкий (ВНИИ КП – филиал ФБГНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва): «С изобретением микрофокусных рентгеновских трубок в 1970-х – 1980-х гг. в Советском Союзе микрофокусная рентгенография нашла применение во множестве отраслей и сразу стала широко использоваться в АПК. Сегодня метод успешно применяется при оценке качества товарного зерна для оперативного выявления скрытых дефектов и прежде всего скрытой зараженности, предотвращая таким образом большие потери. Метод микрофокусной рентгенографии нашел применение и при оценке качества посевного материала. Сегодня идет адаптация метода для выявления дефектов в какао-бобах. А дальнейшее развитие этого направления позволит применять микрофокусную рентгенографию при промышленной сепарации зерна и семян.»

А.Ю. Богомолов и Ю.А. Костюченко (ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет») выступили на заседании круглого стола с докладом «Оптические мультисенсорные системы». Доклад посвящен научным аспектам разработки специализированных анализаторов нового типа на основе светодиодов. Одной из ключевых проблем в разработке оптических мультисенсорных систем (ОМС) является выбор оптимальных спектральных интервалов, дающих наилучший прогноз для выбранного практического приложения. В докладе рассмотрены практические примеры разработки и использования таких систем.

П.В. Балабанов (ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет») представил информационно-измерительную систему дистанционного и проксимального зондирования сельскохозяйственных культур. Показан пример ее применения в яблоневом саду интенсивного типа. Использован метод гиперспектральной визуализации в диапазоне от 400 до 1000 нм дефектов, вызванных фитозаболеваниями и вредителями. Зондирование осуществляется посредством разработанной системы, установленной на беспилотном авиационном средстве мультиторного типа. Представлены примеры математической обработки гиперспектральных изображений плодов яблони трех помологических сортов, применения РСА-анализа для определения длин волн, использованных в качестве независимых переменных при построении дискриминантных моделей для классификации растительных тканей яблок с точностью до 90%.

А.В. Кочергин (ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля») рассказал о приборах оперативного поиска контрабанды, использующих обратное рассеянное гамма-



излучение, а также об алгоритмах повышения чувствительности и разрешающей способности. В докладе представлены результаты исследований функции отклика детектора прибора для поиска контрабанды. В частности, исследовано влияние материала закладки и условий измерения на спектр сигнала. Предложена новая программно-аппаратная концепция прибора, повышающая его чувствительность и разрешающую способность.

В.В. Лоозе и В.В. Лошкарев (НИИПХ Росрезерва, ООО «Тэсто Рус», Москва) выступили с сообщением о теоретических проблемах оценки результатов тепловизионной экспертизы продовольственных товаров при длительном хранении. В своем докладе авторы представили принципы работы тепловизоров, их преимущества и особенности применения. Рассмотрен активный контроль с использованием инфракрасной термографии, который предназначен для обнаружения дефектов типа нарушения структуры (трещин, пористости, расслоений, инородных включений). Отмечено, что при использовании активного контроля необходимо учитывать фокусировку, влияние факторов окружающей среды и физические свойства объектов.

Е.С. Бойченко (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет») выступила с докладом по идентификации натурального и синтетического ультрамарина в предметах изобразительного искусства методом БИК-спектроскопии. Неразрушающий анализ предметов искусства имеет особую важность из-за уникальности изучаемых объектов. В докладе представлены результаты применения БИК-спектроскопии в сочетании с хемометрикой для решения конкретной прикладной задачи – различения натурального и синтетического ультрамарина в живописи. Такой подход актуален для распознавания поздних фальсификаций картин, написанных до возникновения синтетического красителя, и датировки предметов искусства.

А.В. Пепеляев (ООО «ТЕХКОН», Москва) выступил с докладом, посвященным решению задачи неразрушающего контроля – выявлению инородных вставок в золотых изделиях. Представлена ме-

тодика контроля соединений из различных материалов. А также изделий сложной формы с малым радиусом кривизны и небольшой толщины.

Е.В. Волкова (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва) выступила с сообщением об особенностях проведения экспертизы декоративно-прикладного искусства (ДПИ), которая обусловлена двумя факторами. Во-первых, предметы ДПИ представляют собой широкую группу предметов, изготовленных из различных материалов, таких как металлы, камни, керамика, ткани, бумага (папье маше) и др. Во-вторых, экземпляры ДПИ изготавливаются в различных техниках, к примеру металлические предметы могут быть инкрустированы камнями или обработаны такими техниками, как чеканка, гравировка, филигрань, эмалирование и т.п. Всесторонняя атрибуция предмета возможна только после проведения технико-технологического и искусствоведческого анализа. Следует отметить, что при экспертировании предметов искусства не приемлемы иные методы анализа, кроме неразрушающих. Один из самых эффективных методов — микроскопия с рамановской приставкой, она позволяет идентифицировать все виды материалов, для металлов также важен рентгенофлуоресцентный анализ, а для анализа таких материалов, как ткань или кость, применяется инфракрасная спектроскопия. Также большого внимания заслуживает метод дифрактометрии. После проведения технико-технологической экспертизы, при которой определяется вид материала изготовления, период его создания и техники художественной обработки, эксперты-искусствоведы оценивают художественную ценность предмета и делают вывод о

его подлинности. Последнее невозможно без применения НК в искусствоведческой экспертизе.

Р.А. Хмельницкий (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, ООО «Алмазный НТК», Москва) выступил с сообщением об идентификации алмазов и других самоцветов с помощью люминесценции. В условиях современных технологий уже недостаточен визуальный анализ цвета минерала — необходимо изучать его люминесценцию и применять технику спектроскопии для идентификации образца. Изучение свечения минералов является недооцененной и малоиспользуемой геммологической методикой, поскольку разнообразие драгоценные минералы хорошо люминесцируют, но каждый уникальным образом. Анализ спектров — в дополнение к известным геммологическим методам анализа — позволяет не только достоверно отделить алмазы и другие драгоценные минералы от симулянтов, природные кристаллы от лабораторно выращенных и облагороженных, но иногда даже определить месторождение минерала по уникальному составу примесей.

«С коллегами из РЭУ им. Г.В. Плеханова проведен очередной круглый стол. Таможенная и товарная экспертиза — это перспективное направление в плане сотрудничества наших организаций», — отметил А.В. Шабаева, исполнительный директор РОНКТД.

Активные дискуссии в процессе выступлений показали важность и актуальность поставленной проблемы. В результате обсуждения в рамках круглого стола участники заседания пришли к единому мнению, что НК в Российской Федерации является важным инструментом при товарной и таможенной экспертизе.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НК

БАЗУЛИН Евгений Геннадиевич,
д-р техн. наук, профессор, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

Круглый стол состоялся в третий день форума 17 апреля 2024 г.

С.М. Нажесткин (ООО «Акустические контрольные системы») представил доклад, посвященный возможности ультразвукового контроля качества листов фанеры, а именно расслоения. Для этого был разработан бесконтактный пьезопреобразователь (ПЭП) на частоту 105 кГц. При сравнении его характеристик с зарубежным ПЭП было выяснено, что разработанный ПЭП не уступает зарубежному. Применение в теновом режиме разработанных ПЭП позволило проводить контроль расслоений фанеры. В фирме «АКС» создается система на основе этих ПЭП для контроля листов фанеры для завода.

Доклад Е.Г. Базулина (НПЦ «ЭХО+») был посвящен разработке перспективных методов ультразвукового неразрушающего контроля и проблемам внедрения новых алгоритмов в практику НК. Было рассказано о возможностях решения обратной коэффициентной задачи, представлено два способа определения типа отражателя по изображениям, полученным методом цифровой фокусировки апертуры (ЦФА). Так как большинство современных методик контроля по-прежнему работает с эквивалентными плоскодонными отверстиями (ПДО), был предложен алгоритм расчета ЦФА-АРД и в модельном эксперименте показана его способность определять диаметр ПДО с точностью $\pm 0,2$ мм.

А.П. Бобров (Санкт-Петербургский университет путей сообщения) сделал доклад о проблеме применения метода акустической эмиссии для об-