

## **Секция «Оптические, тепловые, микроволновые методы НК и ТД»**

### **Руководители секции:**

**Вавилов В.П., д-р. техн. наук, профессор, ИНК НИ ТПУ**

**Матвеев В.И., канд. техн. наук, ЗАО НИИН МНПО Спектр**

**Секция «Оптические, тепловые, микроволновые методы НК и ТД»** содержала 9 докладов. Краткий анализ некоторых из них представлен ниже.

В докладе *«Теоретическая модель тепловыделения при ударе в тканый образец»* (авторы: Будадин О.Н., Каледин В.О., Козельская С.О., Шлагов Д.А.) рассматривались термомеханические процессы при ударе твёрдого ударника в многослойный образец из полимерной ткани. Предложена упрощённая модель для расчёта температурных полей. Моделируемым объектом является многослойная среда, каждый слой которой представляет собой набор двух семейств переплетённых нитей. Характеристики слоёв, в том числе расположение армирующих нитей, линейная плотность ткани, диаметр нитей и их физико-механические свойства в различных слоях могут быть неодинаковыми. Каждый слой рассматривается как набор двух семейств нитей, контактирующих между собой на срединной поверхности слоя; нити могут иметь взаимные смещения в деформированной срединной поверхности, которым препятствует сила трения. Движение срединной поверхности слоя рассматривается как переносное, а смещения нитей относительно этой поверхности – как относительное движение. Переносное движение слоёв приводит к их деформации в направлении нормали. Совместное рассмотрение переносного и относительного движений позволяет получить уравнения движения слоёв в целом и нитей в пределах слоя. Эти уравнения решаются численно.

Доклад *«Волоконно-оптические нервоподобные интеллектуальные сенсорные системы реального времени для неразрушающего контроля объектов»* сделал Генеральный директор «Интел-Системы», д-р.техн.наук Буймистряк Г.Я. Он рассмотрел возможности построения малоразмерных волоконно-оптических сенсоров физических величин на основе микро- и нано-интерферометров, предназначенных для встраивания в конструкции для измерения напряженно-деформированного состояния и акустико-эмиссионного контроля дефектов конструкции неподвижных и вращающихся узлов конструкций объектов. Встроенные датчики невозможно калибровать (поверить) способами традиционной метрологии эталонов в лабораториях, так как они являются неснимаемыми в течение всего срока эксплуатации объектов. Поэтому рассмотрены возможности интеллектуализации волоконных сенсоров, встраиваемых в композитные структуры, в частности обеспечения их диагностического самоконтроля исправности (работоспособности) и метрологического самоконтроля (самокалибровки) погрешности измерений в процессе эксплуатации.

Определённый интерес вызвал доклад на тему «Устройство для контроля композиционных материалов методом цифровой шерографии» (авторы: Бурков М.В., Бяков А.В., Любутин П.С.). Шерография представляет собой интерферометрический метод НК, являющийся бесконтактным и полномасштабным, с помощью которого напрямую измеряются производные компонент смещений поверхности исследуемого объекта. Анализ полей распределений деформаций позволяет обнаруживать повреждения и дефекты в различных материалах. В работе представлены результаты разработки устройства фазосдвиговой цифровой шерографии. Помимо разработки непосредственно прибора решалась задача создания алгоритмов цифровой обработки.

Оригинальный доклад на тему «Тепловой контроль в Томском политехническом университете» сделал д.т.н., проф. Вавилов В.П. Докладчик отметил, что с самого начала моделирование задач теплового контроля стало существенной частью исследований и спустя несколько десятилетий сделало лабораторию поставщиком соответствующего программного продукта, приобретшим определенную известность в мировом сообществе. В докладе описано современное состояние исследований в лаборатории теплового контроля ТПУ, включая оригинальный программный продукт для моделирования и обработки экспериментальных данных, портативный тепловой дефектоскоп-томограф для авиационной промышленности и новые процедуры теплового контроля (ультразвуковую и вихретоковую ИК термографию, анализ связи параметров скрытых дефектов с локальными изменениями тепловой инерции и теплопроводности).



*Выступление проф. Вавилова В.П. (Томский политехнический университет)*

Доклад «Определение утечек газа с использованием Фурье-спектрорадиометрических систем» сделал Коннов Вл. Вл. (АО НПЦ «МОЛНИЯ»). В докладе рассматриваются возможности применения Фурье-спектрорадиометрических систем (ФСС), которые в отличие от лидаров среди

всех спектральных приборов обладают наивысшей светосилой и способны работать в режиме реального времени, регистрируя собственное излучение атмосферы и газов-загрязнителей. Естественно, что наиболее эффективной работа ФСС будет в инфракрасном диапазоне спектра, на который приходится максимум спектральной яркости объекта наблюдения. Отмечается, что очень важным достоинством диагностики с применением ФСС является их более низкая себестоимость по сравнению с лидарной диагностикой. Однако, как и всякое физическое устройство, ФСС обладают и рядом принципиальных ограничений по сравнению с лидарами, поскольку способны измерять только интегральную концентрацию метана и, как следствие, координаты облака ограничиваются значениями углов возвышения и места расположения. Однако простота конструкции ФСС, высокая степень автоматизации измерений, малый вес позволяет в качестве средств авиации использовать беспилотные летательные аппараты БПЛА самолетного типа, что значительно снижает себестоимость диагностики.

В докладе *«Состояние и развитие способов стимуляции теплового контроля»* докладчик (Матвеев В.И., ЗАО НИИИН МНПО «Спектр») обрисовал состояние пассивного и активного теплового контроля, способы стимуляции активного теплового контроля и отметил перспективы ещё одного возможного способ активации теплового контроля – с помощью энергии сверхвысоких частот. Здесь становится важным практический выбор частотного диапазона, безопасного уровня мощности и режима работы. Для нагрева даже слабо увлажнённых материалов чаще всего используют частотный диапазон 2.4-10 ГГц (соответственно, длины волн 12.5-3 см). Приведены формулы для расчёта необходимого подогрева и предварительные экспериментальные результаты.

В докладе *«Автоматизация измерений толщины покрытий микроволновым методом»* (Матвеев В.И., Бажанов А.С.) предложено решение проблемы совмещения технологий нанесения теплозащитного покрытия и обработки по профилю объекта с автоматизацией измерения номинальной толщины. В предлагаемом решении два процесса пространственно и по времени совмещены в одном устройстве, что позволяет более надёжно производить автоматизацию измерений. В основе данного способа использован классический микроволновый интерферометр с применением двойного волноводного тройника, в котором рабочее плечо содержит переход Марье с прямоугольного сечения на круглое, что обеспечивает трансформацию типа волны  $H_{10}$  на  $H_{01}$ , позволяя в дальнейшем вращать круглый волновод с насаженной полый торцевой фрезой.

**Отчет предоставил Матвеев В.И.**