

О международной 9-ой Европейской конференции по неразрушающему контролю ECNDT 2006.

О.В. Лебедев и О.Н. Будадин

Технологический институт энергетических исследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО», Россия, 113162, Москва, Люсиновская ул., д. 62  
Институт Машиноведения им. А.А. Благонравова РАН  
Россия, Малый Харитоньевский пер., д. 4.

Международная Европейская конференция по неразрушающему контролю **ECNDT 2006** проводилась с 25 по 29 сентября 2006 года в г. Берлин, Германия под патронажем Немецкого Общества неразрушающего контроля DGZfP. Главная задача этих симпозиумов – собрать вместе мировых экспертов по неразрушающему контролю и диагностики для обсуждения последних достижений в области исследования методов неразрушающего контроля и промышленных разработок в этой области. Эта конференция является 9-ой по счету и проводится один раз в четыре года, начиная с 1978 года, традиционно собирая исследователей, работающих в области разработки и исследования новых материалов, методов и способов неразрушающего контроля, находящих свое практическое применение в промышленности и в военно-промышленном комплексе. На конференции были представлены последние достижения в области тепловых методов исследований, различных методах диагностики и контроля в аэрокосмической, автомобильной, гражданской индустрии и энергетике.

Программа научной конференции была насыщенной новинками и успешной. В основной программе было представлено более 500 устных технических презентаций и более 200 плакатных распределенных соответственно разным методам и объектам контроля по 16 сессиям. Полная техническая программа конференции представлена на сайте [www.ecndt2006.info](http://www.ecndt2006.info).

Среди прочих, на конференции **ECNDT 2006** были представлены работы, относящиеся к исследованию фундаментальных и прикладных

явлений тепловыми и оптическими (Infrared and Optical) методами неразрушающего контроля. Этот симпозиум стал одним из центральных форумов в 2006 году, посвященных широкому кругу проблем применения методов теплового контроля и диагностики. В частности, была представлена система тепловизионного контроля сопротивления сварных швов, которая стала частью реальной производственной линии в автомобильной индустрии при контроле сварных точек. Система основана на методе импульсного теплового контроля, при котором возбуждение исследуемого объекта происходит импульсной накачкой и достоверно определяется положение точки сварного шва с определением его теплофизических характеристик<sup>1</sup>.

Новая методика теплового контроля стен зданий и сооружений в присутствии влаги была представлена в работе<sup>2</sup>. Работа носит теоретический характер и рассматривает материал, имеющий цилиндрический дефект, содержащий влагу, находящийся под воздействием теплового стресса. В работе проведено систематическое изучение температурной эволюции, вызванной геометрическими дефектами материалов конструкции. В предположении не очень глубоких дефектов, диаметра и местоположения дефектов играют ключевую роль в температурном отклике увлажненного материала. Изучая влияние дефектов на измеряемую величину, показано, что теоретически можно обнаружить любой дефект при условии приложения достаточной энергии возбуждения и существенной разности коэффициентов теплопроводностей материала и дефекта в нем.

В работе<sup>3</sup> приведен сравнительный анализ методов неразрушающего контроля применительно к диагностике ...

В докладе [4] представлена разработанная универсальная физико-математическая модель процесса теплового неразрушающего контроля многослойных объектов (адекватная и достоверная реальному процессу) с учетом производственных условий, как проведения контроля, так и состояния контролируемого объекта на базе решений прямой и обратной задач уравнения нестационарной теплопроводности для многослойной

области с помощью функционала правдоподобия. Реализованное решение данной обратной задачи нестационарной теплопроводности получено с помощью функционала правдоподобия с помощью конечно-разностных схем и обратного преобразования Фурье и применено для нахождения теплофизических характеристик наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. В работе представлены результаты успешного практического использования данного результата, полученные на практике при обследовании более 1000 ограждающих конструкций зданий и строительных сооружений на территории России.

Разработка метода определения динамических теплофизических характеристик многослойных объектов методом решения обратной задачи теплопроводности без использования данных о внутренней структуре объекта приведена в работе [5]. На основе разработанного метода создан алгоритм и программные средства для расчета сопротивления теплопередаче в реперной ограждающих конструкций зданий и сооружений методом решения обратной задачи нестационарной теплопроводности с использованием одновременного измерения временных серий температур и плотностей теплового потока.

Автоматическое определение дефектов на радиационных нагревателях при индустриальном процессе контроля, основанное на инфракрасном методе неразрушающего контроля при статистическом анализе распределения интенсивности излучения, представлено в работе [6]. Нагревание детектируется инфракрасной камерой после возбуждения образца короткими импульсами. Разработан метод локализации и классификации дефектов, основанный на статистическом анализе последовательности изображений. Распределение интенсивности излучения в каждом изображении регулируется специальной гистограммой, которая изменяется в присутствии дефекта. Математические алгоритмы по нахождению пиков функции гистограммы интенсивностей позволяют достичь автоматизации процесса.

представили доклад о технических возможностях неохлаждаемых ИК-камерах, применяемых для диагностики промышленного оборудования [7]. В работе отмечено, что в настоящее время разработчики оборудования сосредотачивают основные усилия на миниатюризации камеры и улучшение качества изображения. Однако, при дальнейшей увеличении температурной чувствительности можно будет сделать качественно новый переход от визуализации тепловых источников до возможности видеть разницу в показателях излучательной способности. Отмечено, что перед разработчиками возникают новые проблемы, например, что требования для компенсации теплового фонового возмущения требуются качественное термостатирование германиевых окон и инфракрасных матричных детекторов.

Термографическому обследованию лопаток ротора посвящена работа [8]. В статье описаны технические основы активного и пассивного методов теплового контроля. Подробно представлена и объяснена самая современная техника для измерений теплового потока в режиме реального времени, разработанная специально для диагностики лопастей ротора. Множество примеров показывают возможность обнаружить дефекты разных типов при использовании пассивных методов контроля, например, ослабленная связь, расслаивание и внутренние структурные ошибки. Но более передовые методы, такие как активная термография в режиме реального времени будут демонстрировать выдающиеся результаты в обнаружении даже маленьких дефектов в лопастях ротора длиной 65 м. ветровых турбин.

Активный метод термографии используется также в работе [9]. Термография, при использовании возбуждения горячего воздуха, показала, что для достижения идеального результата необходимо измерить стенную толщину турбинных лезвий газа броска. Принцип измерения демонстрируется на тестовом объекте и представлено фактическое выполнение, используемое на заводе - изготовителе. Как пример реальной компоненты показываются измерение острия газовой турбины.

Аналитические методы расчета, представленные для оптимизации процесса и калибровки, снабжены обсуждением.

Как и большинство конференций, ориентированных на диагностику и неразрушающий контроль, в рамках конференции проводилась выставка, которая стала одной из крупнейших выставок в мире в области диагностики в этом году. Список представленных компаний насчитывал более 100 фирм (<http://www.ecndt2006.info/?page=exhibition/exhibitors>). Она отличалась чрезвычайно широким ассортиментом устройств, начиная от нового поколения тепловизионных систем с матрицей размером 640\*480 для инспекции тепломеханических объектов, представленной фирмой FLIR<sup>10</sup>, и заканчивая самыми современными интеллектуальными роботами (crawler), начиненными мультиканальными (камеры в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн) системами контроля, для внутренней инспекции трубопроводов<sup>11</sup>. Выставка, прошедшая в 2006 году была крупнейшей из всех проводившихся в данном году, где было представлено большое количество инновационных диагностических устройств.

Подводя краткие итоги конференции, стоит отметить, что слово “тепловой” присутствует в той или иной степени в 100 статьях и докладах, поэтому, можно с уверенностью говорить о том, что тепловые методы контроля после появления некоторого периода удешевления тепловизионной техники, который происходит сейчас, завоевывает все большее число ниш как при фундаментальных, так и при прикладных исследованиях в различных отраслях промышленности.

Задать подробные вопросы об интересующих аспектах диагностики различных элементов теплоснабжающих систем, а также все доклады данной конференции и материалы с выставки можно получить в научно-аналитическом отделе “Технологического института энергетических

обследований, диагностики и неразрушающего контроля ”ВЕМО”(тел. 8(495)2377288, e-mail: olegleb@gmail.com).

- <sup>1</sup> Ulrike SIEMER, Volkswagen AG, Wolfsburg, Simulation and Evaluation of New Thermographic Techniques for the Deployment in the Automotive Industry, ECNDT 2006, Th.3.4.3, pp.1-9, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>2</sup> Abdellatif OBBADI, Sougrati BELATTAR, Thermal Non Destructive Characterization of a Wall in the Presence of Moisture, ECNDT 2006, P153, pp. 1-8, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>3</sup> J. Bruce NESTLEROTH, Battelle, Columbus, OH, USA, Pipeline In-line Inspection – Challenges to NDT, ECNDT 2006, Mo.2.5.1, pp.1-9, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>4</sup> V. Avramenko, O. Lebedev, D. Kirzhanov and O. Budadin, Mathematical Methods of Thermal Nondestructive Testing, ECNDT 2006, P77, pp.1-9, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>5</sup> V. Avramenko, O. Lebedev, D. Kirzhanov and O. Budadin, In-Use Determination of the Dynamical Thermal Properties of Multilayer Objects, ECNDT 2006, Th.4.2.3, pp.1-9, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>6</sup> Francisco J. MADRUGA, Daniel A. GONZÁLEZ, Jesús MIRAPEIX, José-Miguel LÓPEZ HIGUERA, Photonics Engineering Group, University of Cantabria, Santander, Spain César JAÚREGUI, Automatic Detection of Defects on Radiant Heaters Based on Infrared Radiation, ECNDT 2006, P73, pp.1-6, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>7</sup> Vitaly G. FEDCHISHIN, Alexander S. STUDITSKY, Yuriy A. POLYAKOV, Alexey A. KOVALEV, Svetlana .P. PANFILOVA, Alexey V. KOVALEV, Association "SPEKTRGROUP", Moscow, Russia, Performance Capabilities of Non-Cooled IRImagers for Diagnostics of Energy Saturated Objects and Industrial Equipment, ECNDT 2006, P66, pp.1-5, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>8</sup> Peter MEINLSCHMIDT, Jochen ADERHOLD, Thermographic Inspection of Rotor Blades, ECNDT 2006, Tu.1.5.3, pp.1-9, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>9</sup> Matthias GOLDAMMER, Werner HEINRICH, Siemens AG, Berlin, Germany, Active Thermography for Dimensional Measurements on Gas Turbine Components, ECNDT 2006, Tu.3.8.1, pp.1-9, Berlin, Germany, September 2006.
- <sup>10</sup> FLIR Systems GmbH, <http://www.flir.com>.
- <sup>11</sup> INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, <http://www.inspectorsystems.de>.