

ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА ПО ТЕПЛОВОМУ КОНТРОЛЮ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

Е. В. АБРАМОВА, канд. техн. наук (НПО «Институт термографии», Москва)

Статья посвящена актуальным вопросам развития направлений теплового контроля, его технологической базе и опыту сертификации персонала.

The paper deals with urgent problems of development of thermal inspection directions, its technological base and experience of personnel certification.

Обеспечение соответствующего уровня безопасной эксплуатации, энергетической и экологической эффективности технических устройств, зданий и сооружений в современных условиях требует развития нормативно-правовой, технической, методической базы неразрушающего контроля (НК) и, в первую очередь, наличия подготовленного квалифицированного персонала.

Современные технологии контроля качества, надежности и энергоэффективности оборудования и строительных конструкций — это, прежде всего, экспресс-обследование с определением точных геометрических, теплотехнических и др. характеристик в натуральных условиях неразрушающими методами. Без них построить эффективную систему мониторинга энергетической, промышленной и экологической безопасности невозможно.

Для получения достоверной информации о параметрах внутренней структуры материалов необходимо применять многопараметрический НК, основанный на анализе взаимодействия различных физических полей с материалами.

Значимость диагностики и НК для народного хозяйства будет увеличиваться по мере постоянного повышения тарифов и цен на энергоносители, выхода из строя выработавших свой ресурс промышленных объектов, обуславливающих в свою очередь рост аварийных ситуаций с человеческими потерями.

Как показывает мировой опыт, в ближайшем будущем основой технологий экспресс-диагностики технического состояния различных объектов станут методы НК и совместной обработки результатов многопараметрических спектральных и энергетических измерений.

Традиционными, наиболее востребованными методами НК и большинства материалов и объектов являются визуальный и измерительный, ультразвуковой, радиационный, магнитный и др.

Одним из перспективных методов НК и диагностики является быстро развивающийся тепловой метод, где информацию о параметрах объекта несет температура его поверхности, значения которой в основном определяются изменением теплофизических, геометрических характеристик и параметров нагрузки.

Любые объекты, эксплуатация которых прежде всего связана с изменением температурных режимов их функционирования могут диагностироваться с использованием теплового контроля (ТК).

В отличие от традиционных методов дефектоскопии, требующих вывода объекта из рабочего состояния, ТК применяется на эксплуатируемых объектах под рабочими нагрузками. Он может быть использован также на начальной стадии оценки технического состояния объекта как «скрининговый», диагностический метод, дающий возможность выявить нарушения в функционировании объекта, более подробный анализ которых в последующем может быть проведен другими методами НК.

На практике применяются, в основном, два способа реализации ТК (рис. 1):

– дефектоскопия, когда заключение о наличии дефекта делается на основе прямых измерений перепадов температур между дефектными и качественными участками в соответствии с различными пороговыми правилами;

– дефектометрия, т. е. определение характеристик дефектов и материалов изделий, в этом случае заключение делается на основе косвенных измерений температур, тепловых потоков, параметров среды и т. д. с использованием различных расчетных математических моделей теплопередачи, что требует специальной подготовки персонала.

Для контроля объектов под нагрузкой в основном применяют пассивные методы ТП. При этом не требуется дополнительно нагревать или охлаждать объект, температурное поле объекта изменяется в силу естественных причин. Активные ме-

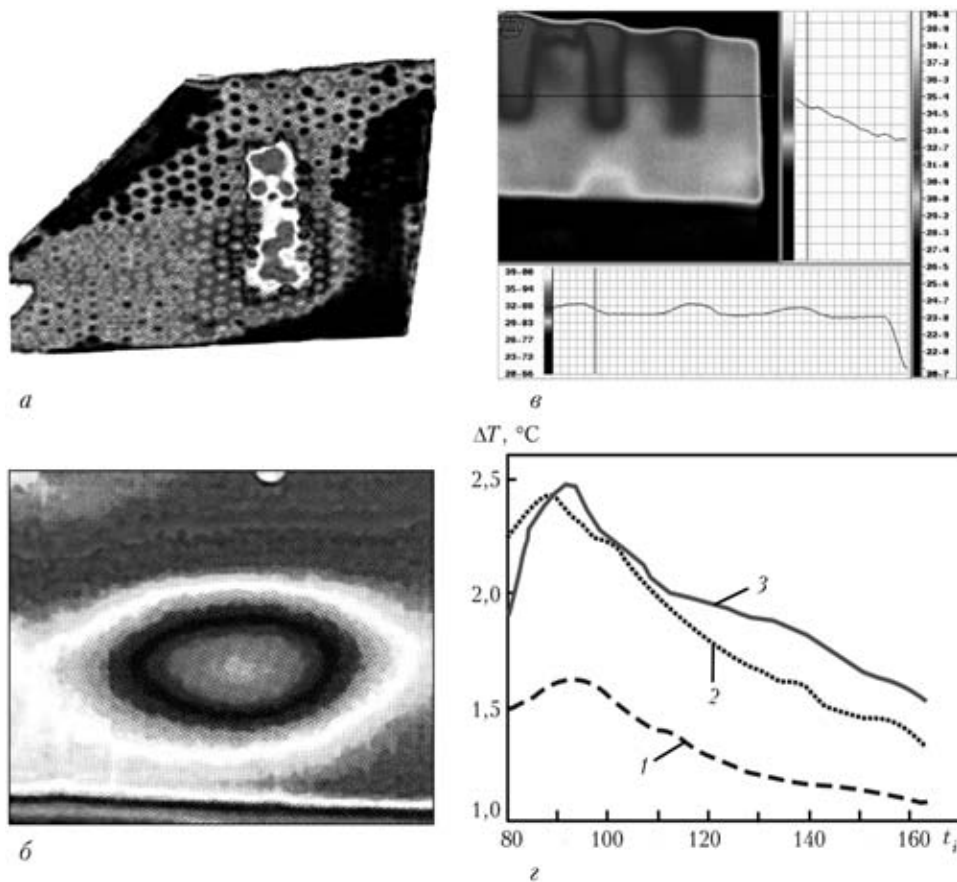


Рис. 1. Способы реализации ТК: а, б — дефектоскопия: определяется местоположение и площадь дефекта по резкому изменению температуры в зоне дефекта в соответствии с принятым пороговым правилом*; в, з — дефектометрия: в — термограмма и термопрофиль (под ней) дефектов типа отслоения штукатурного покрытия от основного материала строительных объектов; з — изменение во времени перепадов температур ΔT на дефектах 1–3, по которым определяют глубину залегания последних

тоды, требующие изменения теплового состояния объекта путем применения нагревающих (охлаждающих) устройств, чаще всего применяют как традиционные методы дефектоскопии, анализирующие его отклик на воздействующую нагрузку в виде нагрева или охлаждения. Наиболее часто их используют для контроля объектов авиации, космонавтики, военно-промышленного комплекса. Пассивные же методы ТК наиболее перспективны для применения в металлургии, нефтехимическом комплексе, газовом хозяйстве, при диагностике технического состояния взрывопожароопасных производств, подъемных сооружений, железнодорожного и других видов транспорта, газо- и нефтепродуктопроводов, зданий и сооружений, энергетике и т. д.

Пассивные и активные методы ТК могут быть использованы на одних и тех же объектах для выявления дефектов разного типа в различных условиях.

Одним из последних документов, подтверждающих актуальность применения ТК и перспективы его развития, является Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

Принятие Закона регламентирует проведение мероприятий по определению параметров энергоэффективности энергопотребляющих объектов с целью экономии топливно-энергетических ресурсов страны.

Методом НК, с помощью которого можно решить поставленные задачи технического диагностирования, является тепловой. Он позволяет выбрать оптимальные температурные нагрузки функционирования объектов, выявить и определить степень опасности дефектных узлов по признакам их перегрева по отношению к качественным зонам, определить утечки тепла через ограждающие конструкции зданий, оценить их теплопотери через них и т.п.

Востребованность ТК увеличивается год от года. Отмечен специалистами рост в следующих направлениях:

- количестве и качестве аппаратуры контроля, предлагаемой в настоящее время на рынке: от самой простой и относительно дешевой, доступной широкой аудитории, до профессиональных и дорогих тепловизионных камер для проведения уникальных исследований;

* Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. — М.: ООО "Издательский Дом "Спектр", 2009. — 544 с.

– номенклатуре объектов контроля, которая постоянно расширяется, например, с введением в действие упомянутого выше Закона № 261-ФЗ в России постепенно вводится обязательное энергетическое обследование (энергоаудит) зданий перед сдачей в эксплуатацию и в период их функционирования в соответствии с законодательной базой страны; проводится контроль электро- и теплофикационного оборудования, дымовых труб, трубопроводов и т. д.

К сожалению, рост количества специалистов по ТК и развитие технологической базы значительно отстают по своим темпам от роста предложений на рынке производителей приборов ТК. Количество проданных тепловизоров значительно больше, чем количество сертифицированных специалистов, их применяющих. Поэтому даже при наличии совершенной техники можно получить неудовлетворительные результаты контроля.

Зачастую последний осуществляется совершенно неподготовленным персоналом, научившимся правильно «нажимать кнопки» приборов в соответствии с инструкциями по эксплуатации, но не владеющим теоретическими и физическими основами метода, технологией контроля, умением грамотно расшифровывать термограммы и получить подтвержденные измерительными данными результаты с заданной погрешностью. Это приводит к серьезным нарушениям в процедурах диагностики оборудования, выдаче некорректных, а иногда и ошибочных заключений, и, в конечном счете, к дискредитации метода. Ситуация усугубляется еще тем, что нормативные технические документы по ТК в основном устарели, методик контроля крайне мало. Тем самым возрастают требования к квалификации персонала, а так как в России практически нет учебных заведений, в которых бы готовили специалистов по тепловому методу, то возрастает актуальность получения базовых знаний по его теории, технологии и практических навыков в учебных центрах, на курсах повышения квалификации.

Подготовка и оценка уровня квалификации специалистов НК, в том числе и ТК, проводится в специализированных центрах, относящихся к признанным в России и Европе Системам сертификации персонала.

Центры проводят подготовку и сертификацию (аттестацию) персонала в области НК и технического диагностирования на I, II и III квалификационные уровни в соответствии:

– с российскими стандартами в Системе добровольной сертификации персонала неразрушающего контроля Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (СДСПНК РОНКТД);

– в Единой системе оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве;

– в системе ISO 17024 в соответствии с европейскими стандартами EN 473, ISO 9712, EN 4179 (один центр в России по ТК);

– в области авиации и космонавтики по российским и европейским нормам (СДСПНК-РОНКТД, EN4179, EASA AMC 145.A.30.(f);

– в области объектов Российского морского и речного регистра судоходства (ГОСТР 51000.9–97, EN 473:2000, СДСПНК, один центр в России по ТК).

Ситуация в области сертификации специалистов планируется к изменению в связи с выходом Указа Президента РФ от 24.01.2011 «О единой национальной системе аккредитации».

Подготовка в Центрах в области ТК должна давать специалистам такие базовые знания, чтобы они могли самостоятельно работать в области диагностирования различных объектов строительства, энергетики, промышленности, подконтрольных Ростехнадзору, в жилищно-коммунальном секторе и другого подчинения.

Спецификой ТК является то обстоятельство, что его объектами являются действующее оборудование, находящееся под нагрузками, эксплуатирующиеся здания и сооружения. При этом объект нельзя принести в испытательную лабораторию, сложно, а зачастую и невозможно создать эталонные образцы с известными дефектами, диагностику нужно проводить в натуральных условиях, применять комплексные технологии контроля с использованием бесконтактных, контактных измерений и расчетных моделей теплопередачи для получения корректных результатов контроля. С учетом этих особенностей формируется курс подготовки специалистов в области ТК.

Подготовка персонала должна проводиться специалистами, имеющими личный практический опыт в области ТК, с учетом развития современной технологической и приборной базы. Большое внимание следует уделять нормативной базе и технологии контроля различных видов объектов.

Техническая база ТК включает кроме традиционных тепловизоров контактные приборы измерения величин, необходимых для корректной диагностики объектов, определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий, измерения параметров теплоизоляции, определения степени дефектности объектов электроэнергетики, учета влияния излучательных характеристик поверхности и условий контроля.

Длительность курса в основном составляет 2 недели, при этом 3/4 времени занимает изучение теории и технологии контроля, получение практических навыков по его проведению, остальное время посвящается сдаче квалификационных эк-

заменов. Важно уделять внимание вопросам ознакомления с современными приборами, предлагаемыми на рынке различными фирмами, грамотному выбору оптимальной аппаратуры по техническим характеристикам и стоимости. Для слушателей важно изучение технологических документов по проведению ТК различных объектов, актуальна информация по решению организационных вопросов создания технической базы испытательных лабораторий ТК, имеющих признание как независимые и технически компетентные в своей области аккредитации.

Опыт автора в области подготовки и сертификации персонала ТК свидетельствует о том, что в ряде случаев существует необходимость строить индивидуальные планы подготовки специалистов по желанию заказчика, в зависимости от базовых знаний и навыков кандидатов, включающие углубленное изучение технологии ТК тех объектов, которые представляют для них наибольший интерес.

Например, в области подготовки специалистов по ТК зданий и сооружений рассматриваются дополнительно российский и зарубежный опыт термографии, существующие нормативные документы, особенности технологии контроля применительно к разным типам ограждающих конструкций зданий, оптимальные расчетные модели теплопередачи в стационарных и нестационарных режимах воздействия внешних и внутренних температур, условия контроля, необходимый состав приборов и дополнительного оборудования, разрабатываются подробная технологическая инструкция по проведению контроля, форма отчета, процедуры заполнения энергетического паспорта, вплоть до существующих расценок на проведение работ по диагностике.

Общий курс подготовки включает теоретические и методические основы метода, разработку технологических карт контроля различных объектов, практические занятия и сдачу сертификационных экзаменов.

В рамках теоретической части подготовки рассматриваются:

- физические основы метода;
- принципы построения аппаратуры контроля;

- способы измерения основных информационных параметров;

- метрологическое обеспечение контроля.

Подготовка по методическим основам ТК включает следующие темы:

- основные положения технологии контроля различных объектов;

- наиболее применяемые на практике расчетные модели теплопередачи;

- выбор аппаратуры для контроля конкретных объектов;

- особенности расшифровки термограмм с учетом конструкции объектов и параметров окружающей среды;

- способы идентификации дефектов;

- оценка мешающих факторов;

- определение качества объекта.

Практические занятия проводятся:

- в лабораторных условиях на образцах и имитаторах дефектов;

- в натуральных условиях на реальных объектах;

- путем расшифровки термограмм контролируемых объектов из информационной базы в соответствии с заявкой сертифицируемого специалиста (рис. 2). В качестве учебного образца по строительству Центры подготовки и сертификации персонала могут использовать само здание, где они располагаются.

Очень важно уделять внимание обратной связи с сертифицированными специалистами с целью оптимизации курса по замечаниям слушателей; создания базы термограмм, образцов заключений по ТК; оказания методической помощи по вопросам проведения диагностики различных объектов. Это очень важная часть в подготовке специалистов. Материал набирается при общении со специалистами, имеющими высокую квалификацию и большой опыт работы, специфические знания особенностей технологии.

Личный опыт автора в области сертификации персонала по ТК показывает, что слушателей курсов подготовки прежде всего интересуют вопросы технологии контроля различных объектов, получение информации о нормативно-правовой базе его применения в нашей стране, приобретения средств ТК, оптимальных с точки зрения обеспе-



Рис. 2. Экзаменационные образцы: а — образец с внутренними дефектами из стеклопластика; б — контактное соединение-термограмма; в — дымовые трубы — термограмма

чения полноты требуемых технических характеристик и привлекательной стоимости, а также критерии признания технической компетентности испытательных лабораторий, осуществляющих свою деятельность в области энергетической и промышленной безопасности.

В силу того, что в области ТК большинства объектов отсутствуют нормативные технологические документы по проведению контроля, оценке уровня дефектности, определению пороговых правил и выдаче заключений по результатам диагностики важное значение имеет разработка методических документов по технологии контроля.

В рамках Схем сертификации персонала только специалисты высшей квалификации (III уровень) разрабатывают методические документы по НК, в том числе и по ТК. Это очень важное направление, но в сложившейся ситуации оно практически не финансируется, и только энтузиасты своего дела работают в этой области.

Согласно требований Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве методические документы по НК должны включать следующие разделы: область применения; нормативные ссылки; терминология, принятые сокращения; общие положения; органи-

зация контроля; квалификация персонала; средства контроля; подготовка к контролю; настройка средств контроля; проведение контроля; оценка качества; оформление результатов контроля; требования безопасности.

Разработанные специалистами методические документы, аттестованные принятым порядком соответствующими органами, имеют статус разрешающего документа по технологии НК опасных производственных объектов. Такие документы могут применять центры для изучения на курсах подготовки персонала и сдачи квалификационных экзаменов.

Выводы

Комплексный подход к подготовке и сертификации специалистов в разных областях применения ТК, включая строительство и электроэнергетику, оценку технической компетентности испытательных лабораторий, а также разработку и аттестацию методических документов по технологии его проведения обеспечит оптимальные условия для решения важных задач безопасности эксплуатации и повышения энергоэффективности различных объектов.

Поступила в редакцию
02.03.2011

Новый издательский проект!

Уважаемые коллеги! Сообщаем вам об основании нового международного журнала по проблемам неразрушающего контроля. **Издатели журнала:** УО НКТД и РО НКТД, **участники проекта** — национальные общества НК (по желанию).

Идея такого проекта объясняется необходимостью общения специалистов НК бывших стран СССР в плане обмена опытом и возможных совместных работ. Несмотря на деградацию прикладной науки во всем мире, нам надо максимально использовать имеющийся научный потенциал.

◆ Журнал будет иметь информационную направленность и ориентирован на руководителей предприятий, лабораторий НК, сертификационных и учебных центров, а также на широкий круг специалистов НК как в странах — участницах проекта, так и за рубежом.

◆ Главным редактором журнала согласился стать президент РО НКТД академик **Клюев В.В.**, заместителем главного редактора — президент УО НКТД профессор **Троицкий В.А.**

◆ Первый номер журнала планируется к выходу осенью этого года и будет посвящен подробному представлению состояния НК и ТД в странах — участницах проекта, а также деятельности национальных обществ НК.

Перечень постоянных рубрик журнала: Новости ◆ Интервью номера ◆ Общества НК (информация об обществах) ◆ Выставки, семинары, конференции (подготовка, отчеты, реклама, календарь мероприятий) ◆ Современные технологии (технические статьи, обзоры, информация об оборудовании и приборах и т.д.) ◆ Подготовка специалистов (системы сертификации, требования к специалистам, международное признание сертификатов, библиотека специалистов, информационные ресурсы для подготовки и т.д.) ◆ Нормативные документы и стандарты (документы, проекты документов, обсуждения) ◆ Обратная связь (ответы специалистов на вопросы читателей журнала) ◆ Контактные данные обществ.

Тираж журнала — минимум 5000 экземпляров, объем примерно 80 полос формата А4.

Журнал будет бесплатным для читателей.

Издание журнала планируется в Москве ООО "Издательский Дом "Спектр".