

*к.т.н. Николаева Е.К., к.т.н. Бондарчук В.В.,
Симонов С.И.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Проведені тепловізійні дослідження огорожувальних конструкцій будівель. Визначені шляхи енергозбереження при експлуатації житлових будівель в умовах посилювання нормативних вимог до мікроклімату помешкань.

Ключові слова: енергозбереження, інфрачервона зйомка, теплові втрати, тепловізійний контроль, тепловізор, мікроклімат.

Проведены тепловизионные исследования ограждающих конструкций зданий. Определены пути энергосбережения при эксплуатации жилых зданий в условиях усиления нормативных требований к микроклимату помещений.

Ключевые слова: энергосбережение, инфракрасная съёмка, тепловые потери, тепловизионный контроль, тепловизор, микроклимат.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Экономия потребления энергоресурсов является приоритетной задачей государственного регулирования, как в большинстве стран мира, так и в Украине. Значительная их доля используется в жилищно-коммунальном секторе. При этом энергопотребление в жилищно-коммунальном секторе Украины превышает соответствующие показатели европейских стран более чем в два раза. Так, на отопление зданий расходуется более 40% всех топливно-энергетических ресурсов страны, поэтому снижение потерь теплопотерь наружными ограждениями зданий и сооружений является одной из приоритетных задач.

Потери тепла через наружные стены, в зависимости от высоты и конструкции строения, составляют 20 – 60% от общего расходуемого тепла. На долю световых проемов (окна, двери) зданий, отвечающих ранее действующим СНиП II-3-79^{**}, приходится до 80% всех теплопотерь здания. Однослойные бетонные конструкции, которые изготавливались большинством предприятий стройиндустрии, не соответствуют современным энергетическим требованиям (требованиям энергосбережения). Эффективность потребления тепла зданиями зависит от многих

факторов. В первую очередь, к ним относятся объемно-планировочные и строительные решения, то есть виды остекления, уровень теплозащиты наружных ограждений и здания в целом. Другим немаловажным фактором является степень регулируемости систем отопления [1].

В настоящее время вышел целый комплекс нормативных документов по проектированию современных зданий и сооружений, направленных на экономию тепловой энергии, согласно которым должны проектироваться современные здания и сооружения. Современные нормы по тепловой защите зданий гармонизированы с аналогичными зарубежными нормами развитых стран. Эти нормы не только в несколько раз увеличили требуемые сопротивления теплопередачи современных ограждающих конструкций, закрепили правила проектирования ограждений, но и предусматривают введение новых показателей энергетической эффективности зданий – удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период с учетом инфильтрации, теплопоступлений и ориентации здания по сторонам света, устанавливают их классификацию по показателям энергетической эффективности [2].

Однако для решения проблемы нерационального расходования тепла явно недостаточно разработки и усовершенствования строительной нормативной базы, необходимо также проведение тщательных обследований зданий на предмет выполнения этих норм. Создание современных зданий и проведение реконструкции эксплуатируемого фонда с учетом нормативных требований к их энергопотреблению возможно только при высоком качестве проектирования и производства, использовании современных материалов и технологий, а также своевременной и обязательной диагностике реального состояния вновь возводимых, эксплуатируемых и реконструируемых объектов.

Одним из необходимых этапов работ на этом пути является проведение теплового контроля и определение фактических теплотехнических характеристик строительных конструкций в условиях их эксплуатации.

Анализ исследований и публикаций.

В настоящее время в постсоветском пространстве большинство зданий и сооружений имеют наружные ограждающие конструкции, не соответствующие современным нормативным требованиям по сопротивлению теплопередаче. Поэтому очень важным является проведение массового и оперативного обследования фактического теплотехнического состояния зданий или, другими словами, фактического распределения температурных полей на поверхности наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Температура поверхностей строительных конструкций зависит от теплофизических свойств их материалов, наличия теплопроводных включений, как конструктивно обусловленных, так и случайных, являющихся технологическими или конструктивными дефектами и др. Если пользоваться традиционными методами, то для определения теплофизического состояния ограждающих конструкций здания необходимо установить несколько сотен или тысяч термодатчиков. Естественно, большая трудоемкость и высокая стоимость такой работы затрудняет осуществление необходимого контроля теплофизических свойств во время приемки зданий в эксплуатацию и, особенно, перед капитальным ремонтом или реконструкцией.

Однако теперь на вооружении специалистов имеется эффективный метод контроля и определения пространственного распределения тепловых потоков (температур) по поверхности ограждающих конструкций зданий, основанный на применении прибора под названием «тепловизор». Он одновременно, на одном кадре, регистрирует более 65000 значений температур, усредненных на площади в несколько квадратных сантиметров [1].

Очень интересен опыт проведения тепловизионного обследования зданий в России. Так технологическим институтом «ВЕМО» г. Москва разработана и внедрена в практику система комплексного теплового (тепловизионного) обследования зданий и строительных сооружений в реальных условиях их эксплуатации (в летний и зимний периоды) с определением их количественных характеристик. Методика позволяет произвести тепловой контроль строительных конструкций в натуральных условиях их эксплуатации (с определением приведенного сопротивления теплопередаче по стенам и окнам). Кроме того, в случае необходимости, возможно: определение точки росы и координаты плоскости промерзания в ограждающих конструкциях; определение остаточного теплового ресурса здания при аварийном отключении теплоснабжения; выдача рекомендаций по необходимым мероприятиям для устранения сверхнормативных теплопотерь на участках их обнаружения.

К преимуществам тепловизионных съемок также относятся:

- высокая температурная разрешающая способность приборов;
- дистанционность измерения при полном исключении механического контакта и нарушения поля температур измеряемого объекта;
- возможность обнаружения внутренних дефектов по измерениям возмущений поля температур на поверхности конструкции;
- высокая пространственная разрешающая способность приборов;

– возможность обзора одним и тем же прибором малых (размером до нескольких сантиметров) и очень больших (размером до сотен метров) объектов;

– большой диапазон температур, охватываемых одним и тем же прибором.

Тепловизионному контролю подвергаются наружные и, при необходимости, внутренние поверхности ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Тепловизионное обследование, в том числе при проведении приемосдаточных мероприятий, позволяет решать широкий спектр задач по выявлению дефектов зданий и сооружений:

– конструктивных, технологических, эксплуатационных и строительных дефектов стеновых панелей;

– недостаточно утепленных строительных конструкций;

– дефектов кирпичной кладки;

– дефектов перекрытий и покрытий;

– нарушений швов и стыков между сборными конструкциями;

– утечек тепла через окна и остекленные участки зданий в результате плохого монтажа;

– утечек тепла через конструкции и стыки цокольных этажей и чердачных конструкций;

– утечек тепла через системы вентиляции;

– участков зданий с повышенным содержанием влаги;

– участков с плохой работой системы отопления и горячего водоснабжения.

Следовательно, метод тепловизионного контроля качества теплозащиты позволяет определять места и размеры участков, подлежащих ремонту для восстановления требуемых теплозащитных качеств.

Постановка задачи.

Главная цель испытаний заключается в обследовании различных конструктивных схем зданий массового строительства жилого фонда г. Алчевска на предмет определения потерь тепла наружными ограждениями, накопление опыта обследования, создание базы результатов испытаний и разработки рекомендаций по фактическому сбережению тепловой энергии.

Диагностика (обследование) зданий заключается в осмотре объектов в инфракрасном диапазоне спектра («тепловая картинка»), измерение температуры в любой их точке, наблюдение динамики тепловых

процессов, а также создание банка данных теплового состояния по каждому из наблюдаемых объектов.

Изложение материала и его результаты.

В настоящее время энергетические обследования зданий с приборным замером фактических теплопотерь и составлением энергетических паспортов проводятся редко. По мнению специалистов, объекты ЖКХ требуют постоянного или выборочного контроля, диагностики технического состояния и определения теплотехнических характеристик. Перед разработкой проекта утепления фасадов эксплуатирующихся и восстанавливаемых зданий необходимо проводить обязательное комплексное тепловизионное обследование ограждающих конструкций с целью определения их реального сопротивления теплопередаче как в целом по зданию, так и его отдельных зон.

Тепловизионная съемка является одним из видов теплотехнического испытания здания. С помощью тепловизора (телекамеры, снимающей объект в инфракрасном спектре излучения) получают «тепловую» картинку, которая показывает распределение температуры на поверхности объекта. После компьютерной обработки данных оценивается общий температурный режим, определяются слабые места и выдаются рекомендации по устранению дефектов.

Тепловизор представляет собой портативную камеру для съемки в инфракрасных лучах, рисунок 1. Стандартное оборудование тепловизора включает в себя: 1 – портативную камеру для съемки в инфракрасных лучах с крышкой объектива; 2 – футляр для переноски камеры; 3 – протирочную ткань для ЖК-дисплея; 4 – адаптеры переменного тока (2); 5 – дополнительный источник переменного тока (только TiR2, TiR4, Ti45 и Ti55); 6 – соединительный шнур переменного тока; 7 – шейный ремень; 8 – видеокабель; 9 – источник переменного тока; 10 – зарядное устройство; 11 – компактную карту флэш-памяти с адаптером PCMCIA; 12 – две аккумуляторные батареи; 13 – компактное устройство считывания с карт флэш-памяти с USB адаптером; 14 – руководство по началу работы с устройством; 15 – компакт-диск с программным обеспечением SmartView™ (включает руководство пользователя SmartView); 16 – компакт-диск с документацией по FlexCam (руководства пользователя). Уникальное контрольное изображение и технология IR-Fusion® позволяют комбинировать видимые изображения – такие же, как при использовании обычного цифрового фотоаппарата – и инфракрасные изображения, чтобы создать единое изображение с гораздо большим количеством деталей. Это особенно удобно при съемке изображений с малым

контрастом, когда разность температур является минимальной и инфракрасное изображение является одноцветным.

Данная камера представляет собой компактную облегченную систему с большим пятидюймовым дисплеем, положение которого можно изменять для получения оптимального ракурса. Также можно вращать объектив, что облегчает захват изображения объекта съемки, расположенной на потолке, за высокими объектами, под низкими препятствиями или в других труднодоступных местах. Кроме того, можно располагать камеру для удобного анализа изображения на рабочем столе компьютера, а также устанавливать систему на стандартном штативе для непрерывного наблюдения за одним участком. Хотя данная камера является сложной системой формирования изображений со многими сложными функциями, ею легко управлять с помощью кнопок, опций меню, управляемых с помощью мыши, или используя обе данные возможности. Блок камеры для видимого излучения (VLCM) имеет дополнительный 1,3-мегапиксельный датчик видимого излучения, который помогает выявлять и анализировать тепловые аномалии и получать контрольные изображения видимого излучения для отчетов.

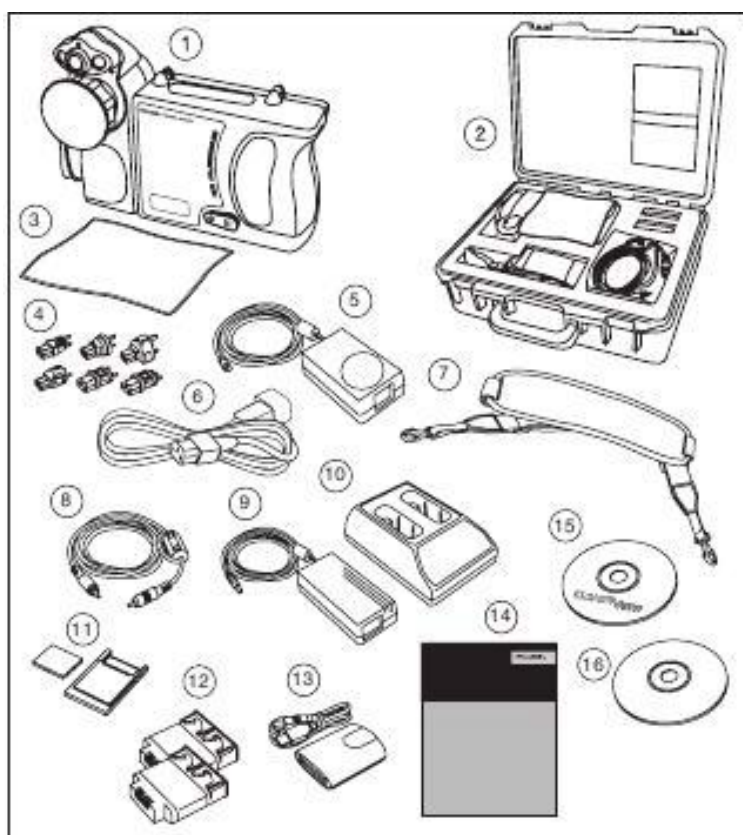


Рисунок 1 – Стандартное оборудование тепловизора

Возможности тепловизора огромные. С помощью тепловизора можно проводить мониторинг и контроль температуры на поверхностях любых ограждений в режиме реального времени. Тепловизор позволяет получить тепловой «портрет» ограждающей конструкции здания (на рисунках 2 – 4), проанализировать изображение на компьютере и принять экспертное заключение по способу теплоизоляции здания, а после выполнения работ по утеплению – вновь снять тепловой "портрет" ограждающей конструкции и проверить качество выполненных работ. После компьютерной обработки изображения и распечатки на цветном принтере тепловые «портреты» могут являться официальными документами состояния конструкции здания.



Рисунок 2 – Тепловизионный снимок жилого дома в режиме реального времени



Рисунок 3 – Тепловизионный снимок жилого дома в режиме «картинка в картинке»



Рисунок 4 – Накопление тепловизионных картинок зданий в тепловизоре

Выводы и направление дальнейших исследований. За рубежом, за два десятилетия интенсивного развития сформировалась система стандартов и методик по применению тепловидения в строительстве.

В Украине, к сожалению, нет значительных успехов в области инфракрасной термографии строительства. Но, законы рыночной экономики, удорожание энергоносителей обусловили прямой интерес к их экономии. Проведение энергетических обследований становится, таким образом, одним из необходимых этапов решения проблемы энергосбережения. Главная цель этих работ заключается в проведении проверки реального состояния всех элементов и конструкций здания. По всем фрагментам фасадов зданий проводится определение фактического сопротивления теплопередаче и сравнение его величины с минимально допустимым. В результате данного сравнения производятся выводы по каждой из конструкций на предмет соответствия ее комфортным условиям и условиям энергосбережения, а также разрабатываются рекомендации по улучшению этих условий.

Библиографический список

1. Будадин О.Н., Потапов А.И., Колганов В.И и др. *Тепловой неразрушающий контроль изделий*. – М.: Наука, 2002. – 476с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. *Теплова ізоляція будівель*. – На заміну СНиП II-3-79. – Київ.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 70с.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Дрозд Г.Я.