

уверенностью в свободно дренирующих материалах, таких как песок крупнозернистый.

Список литературы

1. Айзенберг Я. М. Исследование по сейсмостойкости зданий и сооружений. М. : Госстройиздат, 1960.
2. Аленин В. П. Итерационные методы расчета систем с внешними и внутренними односторонними связями.
3. Купчикова Н. В. Технологическая эффективность применения свай с поверхностными уширениями в зависимости от изменения геометрии сборных клиньев в просадочных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 6. С. 40–43.
4. Купчикова Н. В. Определение коэффициента постели по деформации свободного конца сваи с использованием методики дискретного преобразования Фурье // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. № 1 (73). Т. 4. С. 206–209.
5. Бабков В. Ф., Безрук В. М. Основы грунтоведения и механики грунтов. М. : Высшая школа, 1976.
6. Бартоломей А. А. Прогноз осадок сооружений с учетом совместной работы основания, фундамента и надземных конструкций. Пермь : ПГТУ, 1997.

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Р. Х. Курамин, Е. В. Гурова, А. Лутов

Волгоградский государственный технический университет

В настоящее время практически любая программа работ при проведении технической экспертизы зданий включает в себя вопросы исследования теплозащитных показателей ограждающих конструкций. Теплотехническое обследование ставит своей целью определение фактических теплозащитных качеств конструкций, выявление их соответствия требованиям современных нормативных документов в сфере тепловой защиты зданий. Рассмотрены особенности проведения тепловизионного контроля теплозащитных характеристик ограждающих конструкций объекта недвижимости при проведении технической экспертизы. Назначение здания: административное, (проектировалось и эксплуатировалось до 2010 г. как объект общественного назначения).

Здание трехэтажное с чердачным этажом, техническим подпольем и подвалом. В здании на трех этажах расположены: конференц-зал на 1000 мест, бывшие лекционные залы на 140 и 462 места, административные и подсобные помещения. В уровне технического подполья расположены: гардероб, технические и подсобные помещения. На чердаке с высокой плотностью расположены инженерные коммуникации систем отопления и вентиляции. Подвал расположен вне абриса основного здания как отдельное подземное сооружение технического назначения.

Контроль теплозащитных характеристик ограждающих конструкций при проведении технической экспертизы объекта включал в себя решение следующих задач:

- установление температурных полей по поверхностям ограждающих конструкций (особое внимание уделялось участкам теплопроводных включений, узлам примыкания внутренних стен к наружным, зонам соединений элементов конструкций);
- выявление участков с пониженной температурой, где возможно образование конденсата на поверхностях конструкций;
- определение характера неоднородности температурного поля.

При проведении сплошного тепловизионного обследования кровли решались следующие задачи обследования:

- выявление участков активных тепловых потерь,
- обнаружение дефектов (в том числе скрытых) гидроизоляции кровли, определение мест образования водяных пузырей.

В соответствии с положениями, реализованными в действующих нормативных документах [1, 3], к теплозащитной оболочке здания предъявляются следующие требования:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений (поэлементные требования);

б) температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Основным санитарно-гигиеническим критерием оценки при проведении тепловизионной съемки является показатель, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности, значение которой выше температуры точки росы.

Согласно требованиям [2] температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных растворных швов, стыков панелей, оконных откосах др.) должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон зданий (за исключением производственных) должна быть не ниже плюс 3 °С.

В основу метода тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций, использованного при проведении настоящего обследования положен принцип дистанционного измерения полей распределения поверхностных температур ограждающих конструкций с применением тепловизионной камеры. Основным условием реализации метода является существование перепада температур между внутренними и наружными поверхностями конструкций. Современные приборы-термо-

графы выполняют визуализацию температурных аномалий для выявления дефектов в виде областей повышенных теплопотерь, связанных с наличием дефектов и повреждений теплоизоляции, а также участков внутренних поверхностей ограждающих конструкций, температура которых в процессе эксплуатации может опускаться ниже точки росы. В условиях эксплуатации термографирование рекомендуется производить при разности температур (наличии теплового потока ΔT) между температурой внутреннего объема объекта контроля T_{int} и наружного воздуха T_{ext} не менее чем 20 °С. Наличие температурного напора $\Delta T = T_{int} - T_{ext}$ обуславливает образование на исследуемой поверхности температурного поля, качественный и количественный анализ которого позволяет выявлять дефекты, проводить оценку качества и определять характеристики контролируемого объекта.

Работы по тепловизионной съемке ограждающих конструкций проводились с учетом требований [1–9] при наружной температуре, близкой к среднесуточной. Для получения достоверных результатов измерения выполнены при отсутствии атмосферных осадков, тумана, смога и задымленности. Обследуемые поверхности не имели налетов, несвойственных материалам исследуемых конструкций. Коэффициент излучения обследуемых поверхностей – не менее 0,93. Перед каждой съемкой измерена температура в центре помещения и на расстоянии около 10 см от поверхности наружных стен, а также температура наружного воздуха. Термографирование поверхностей наружных ограждающих конструкций выполнено, в основном, в перпендикулярном к плоскости стены направлении, а возможные отклонения от этого направления не превышали 30°. С целью получения достоверных результатов измерений время съемки выбрано таким образом, чтобы исключить воздействие прямого и отраженного солнечного облучения на обследуемые поверхности в течение не менее чем 3 часов до начала измерений.

Тепловизионное обследование выполнено при устойчивой работе системы отопления, проверка и контроль теплозащитных качеств осуществлены в зимний период при разности температуры внутреннего и наружного воздуха не менее 20 °С. Перепад температур между наружным и внутренним воздухом при измерении теплозащитных характеристик превосходит минимально допустимый перепад, определяемый по формуле:

$$\Delta t_{\min} = \Theta \cdot R_0^n \cdot \frac{\alpha \cdot r}{1 - r},$$

где Θ – предел температурной чувствительности тепловизора, °С; R_0^n – значение сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт; α – коэффициент теплоотдачи, принимаемым равным для внутренней поверхности стен – по нормативно-техническим документам; для наружной поверхности стен при скоростях ветра 1,3,6 м/с, соответственно, 11, 20, 30 м²/С·Вт; r – относительное сопротивление теплопередаче, принимаемое равным отношению значения, требуемого нормативно-технической документацией, к проектному значению сопротивления теплопередаче, но не более 0,85.

Для тепловизионного контроля объекта использована тепловизионная камера (тепловизор) FlirE8, разработанная с учетом требований, предъявляемых к мобильной аппаратуре, используемой для инфракрасной диагностики и позволяющая провести полное тепловизионное обследование здания.

Проведено обзорное термографирование наружной части здания, по которому определена неоднородность теплового поля и выявлены участки с нарушенными теплозащитными свойствами. Качественные и количественные результаты полученного распределения температур по поверхности объекта, позволили выявить дефекты, определить параметры сопротивления теплопередачи, теплотехнической неоднородности и др. На основании обзорной термограммы определены участки поверхностей стен и кровли для более детального тепловизионного обследования и идентификации зон температурных аномалий для принятия решения об их соответствии скрытому дефекту или конструктивным особенностям исследуемого объекта. Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций записаны в виде термограмм во встроенной памяти тепловизора, визуализированы и подвергнуты компьютерной обработке для анализа результатов измерений. Совместно с тепловизионной съемкой выполнено исследование температурно-влажностного режима помещений здания для расшифровки полученных термограмм.

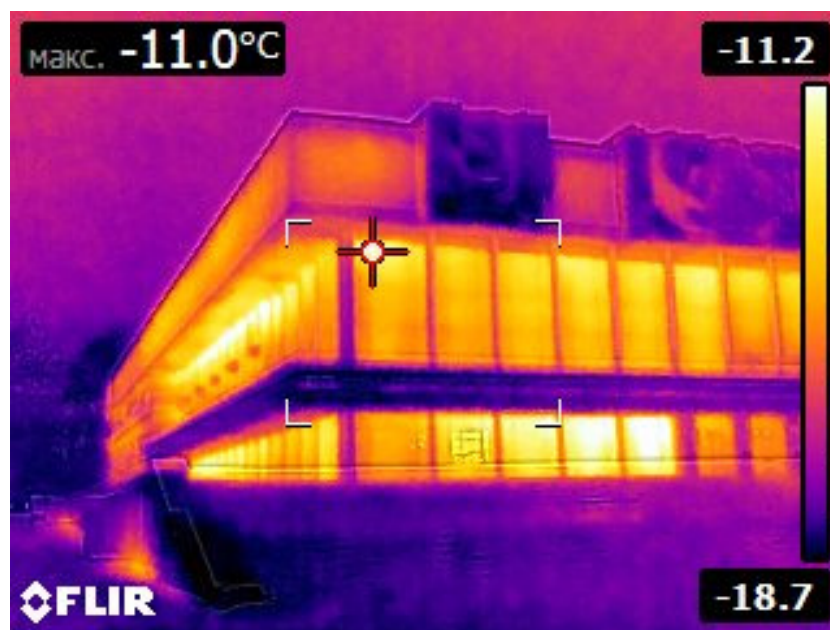


Рис. 1. Термограмма участка фасада объекта обследования

На рис. 1, 2 приведены термограммы фрагмента фасада и отдельного участка покрытия объекта, полученные в процессе тепловизионной съемки, на которых градациями цвета (светло-желтый и белый) показаны участки повышенных теплопотерь через конструктивные элементы зданий. На основании термограмм, полученных при выполнении тепловизионной диагностики зданий, определены максимальные, минимальные и средние

температуры отдельных участков ограждающих конструкций. Оценка тепловых аномалий проведена по величине температурного перепада в зоне несоответствий.

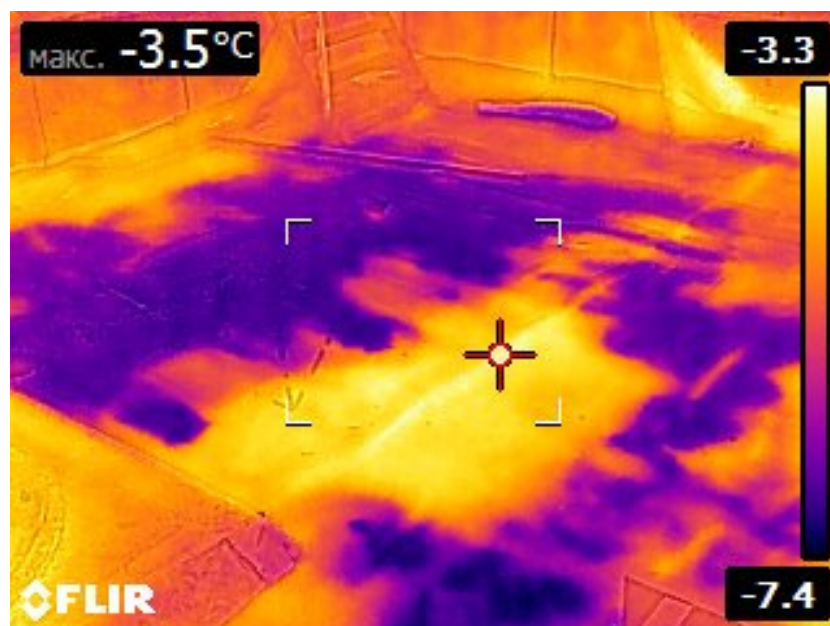


Рис. 2. Термограмма участка покрытия объекта обследования

Тепловые аномалии отображаются на термограммах в виде областей повышенной или пониженной температуры, которые соответствуют конструктивным особенностям объекта контроля, неоднородностям коэффициента излучения поверхности, неоднородностям теплообмена с окружающей средой (например, в связи с неоднородностью и неравномерной толщиной тепловой изоляции), дефектам.

Проведенное сплошное тепловизионное обследование кровли выявило участки активных тепловых потерь, скрытых дефектов кровельного ковра, места образования воздушных пузырей.

Оценка качества теплозащитных характеристик объекта, а также его элементов по результатам теплового контроля проведена по нормативным показателям качества, в соответствии с требованиями действующих нормативных технических документов.

Проведенные тепловизионные исследования позволили сделать вывод о недостаточности теплозащитных характеристик ограждающих конструкций здания. На основании результатов проведенной технической экспертизы, включавшей сплошное термографирование ограждающих конструкций (в том числе кровлю), разработан перечень рекомендаций по доведению теплозащитных характеристик ограждающих конструкций до нормативных значений для включения в проект капитального ремонта объекта. Разработаны рекомендации по ремонту и замене отдельных участков кровельного покрытия, позволяющих восстановить его эксплуатационные показатели.

Список литературы

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. М., 2013.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М., 2012
3. СП 13-102-2003. Правила по обследованию несущих конструкций зданий и сооружений. М., 2003.
4. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению. М., 1999.
5. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Рекомендован для применения в качестве нормативного документа. М., 2004.
6. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. М., 1985.
7. ГОСТ 26629-85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. М., 1985.
8. Будадин О. Н., Потапов А. И., Колганов В. И и др. Тепловой неразрушающий контроль изделий. М. : Наука, 2002.
9. Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом. Свидетельство об аттестации в Госстандарте РФ № 09/442-2001 от 09.07.01 г. / О. Н. Будадин, Е. В. Абрамова, В. И. Сучков ; Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО», 2001.

ДЕФОРМИРОВАНИЕ БЕТОННЫХ ПРИЗМ ПРИ ПОВТОРНЫХ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

*А. М. Кокарев, А. А. Вопилова, А. С. Баркова
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

Многие железобетонные элементы во время эксплуатации работают при малоцикловых повторных нагружениях различного уровня при этом происходят изменения деформативных свойств бетона, что приводит к изменению их напряженно деформированного состояния элементов. Для оценки напряженно деформированного состояния (трещиностойкости, прогибов) необходимо знать изменения деформативных характеристик бетона в зависимости режима нагружения, уровня нагружения, количества циклов, прочности бетона, коэффициента армирования и других факторов.

Бетон, нелинейно деформирующийся материал, начиная с малых напряжений, в нем помимо упругих деформаций развиваются неупругие или пластические деформации. Силовые деформации в зависимости от режима приложения нагрузки можно подразделять на четыре основных вида: при однократном нагружении кратковременной нагрузкой, при длительном, многократно повторном и малоцикловом действиях нагрузки.

Повторение циклов нагрузки и разгрузки бетонного образца приводит к постепенному изменению приращения неупругих деформаций. Нелинейные деформации могут затухать от цикла к циклу при уровне нагружения меньше длительной прочности бетона или возрастать при более вы-