

## ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРОМ УЧЕБНОГО КОРПУСА №3 ОГУ (Г. ОРЕНБУРГ)

Столповский Г.А., Потехенченко Н.В., Романюк П.В.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Тепловизионное обследование зданий проводится с целью обнаружения тепловых потерь с помощью тепловизора – прибора, который воспринимает невидимое инфракрасное (тепловое) излучение и преобразует его в видимое на экране цветное изображение.

Наружные несущие стены корпусов №3 выполнены из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе общей толщиной 640 мм. Дополнительно часть стен утеплена с фасадной стороны зданий.

Тепловизионное обследование включает в себя предварительный и три основных этапа: осмотр объекта контроля; обзорное, детальное термографирование; обработка термограмм. Для проведения обследования тестировались два тепловизора марок: Testo 876, FLIR 620.

На предварительном этапе определяются необходимые климатические параметры и условия. Замеры температуры внутреннего воздуха и относительной влажности проводились в каждом помещении с помощью многофункционального прибора Testo -435-4. Фиксирование верных и реальных значений гарантирует достоверность результата.

Тепловизионные измерения проводят при перепаде температур между наружным и внутренним воздухом, превосходящем минимально допустимый перепад, значение которого определяется по формуле [2]:

$$\Delta t_{\min} \geq \Delta \theta \cdot R_0^{\text{п}} \cdot \frac{\alpha \cdot r}{1 - \alpha} = 0,04 \cdot 2,76 \cdot \frac{20 \cdot 0,85}{1 - 0,85} = 12,51^{\circ}\text{C}. \quad (1)$$

В результате замеров и расчета на 21 марта 2016 года были получены следующие значения климатических параметров [6]:

- средняя температура окружающей среды, 3,4°C;
- средняя температура внутреннего воздуха, 21,5°C;
- перепад температуры, 12,51°C;
- относительная влажность воздуха, 84 %;
- скорость ветра, 2 м/с.
- облачность, осадки, задымленность не наблюдались.

Обследуемые конструкции не должны находиться в зоне прямого и отраженного солнечного облучения в течение 12 часов до проведения измерений. Коэффициент излучения поверхности объекта задается в программе тепловизора. Тепловизионная и фотографическая съемка объекта выполняется при работающей штатной системе отопления.

С целью выявления мест для детального термографирования и общей характеристики качества теплоизоляции выполняют осмотр объекта контроля.

Однако, результаты, полученные в ходе осмотра исследуемых объектов, считаются предварительными и не могут быть отдельно использованы для анализа тепловых потерь здания.

Детальное обследование заключается в установке тепловизора на выбранном месте, при этом удаленность точек съемки выбирают исходя из величины наименьшего линейного размера, согласно формуле [2]:

$$L \leq \frac{H}{5 \cdot \Delta\varphi}. \quad (2)$$

Предварительно принимаются реперные и базовый участки перед каждым термографированием. Непосредственно перед началом и после термографирования измеряется расстояние до точки, температуру и влажность внутреннего и наружного воздуха, с помощью дополнительной аппаратуры. Все угловые стыки наружных и внутренних поверхностей ограждающих конструкций (стен, потолка, пола, карнизов, сопряжений с землей и др.) рекомендуется подвергать дополнительному детальному термографированию.

Обработку термограмм проводят для получения записанного в цифровом виде теплового изображения распределения температуры на поверхности ограждающей конструкции. Неточности тепловизионной съемки могут быть вызваны неточностями задания коэффициента излучения поверхности, учета температуры отраженного излучения и другими факторами. Обработку термограмм проводят программными средствами непосредственно тепловизора, которые имеют обыкновенный интерфейс, простые в использовании и предлагают ряд инструментов для качественной обработки термограмм.

Обследованию подверглись наружная и внутренняя поверхности главного фасада учебного корпуса № 3.



Рисунок 1 – Главный фасад Учебного корпуса № 3 ОГУ

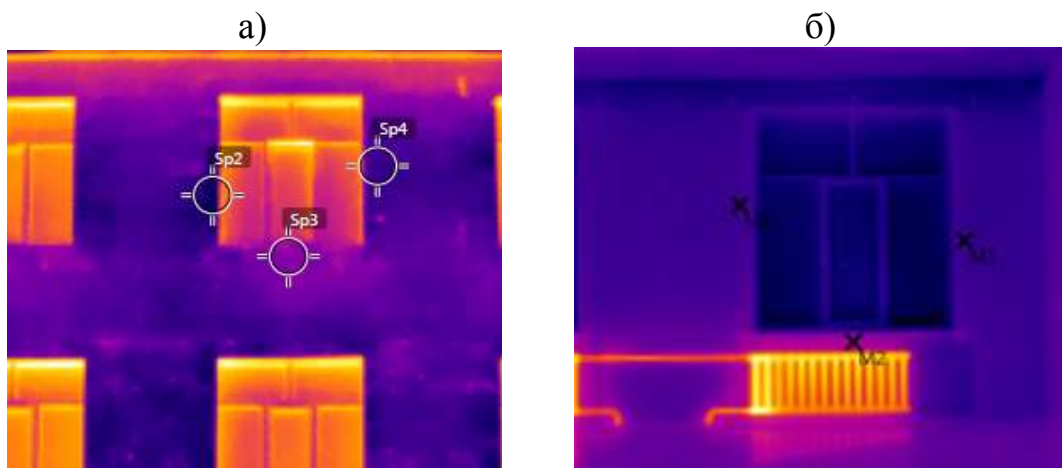


Рисунок 2 – Термограммы фрагментов главного фасада учебного корпуса № 3 а) наружного, б) внутреннего

Таким образом, минимальная температура на поверхности обследуемого участка фасада снаружи равна минус 7, внутри здания – 25,5. Температурных аномалий в зоне оконного проема не обнаружено, значительные температурные перепады между секциями приборов отопления. Полученные значения температур принимаются в расчетах. Обработка результатов тепловизионного обследования заключается в определении температурных полей по поверхности и расчете фактических термических сопротивлений исследуемых участков ограждающих конструкций. Сравнение с требуемым и расчетным сопротивлением теплопередаче позволит сделать вывод о тепловой защите здания и его конструкций.

Требуемое расчетное сопротивление теплопередаче для стеновых ограждений и конструкций покрытия определяются по формуле [1]:

$$R_{0,тр} = \frac{n \cdot (t_{в} - t_{н})}{\Delta t \cdot \alpha_{в}}. \quad (3)$$

Фактическое сопротивление теплопередаче рассчитывается по формуле (3) ГОСТ 26254 «Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»

$$R_{0,фак} = \frac{t_{в} - t_{н}}{t_{в} - \tau_{в}} \cdot R_{b,i}, \quad (4)$$

где  $R_{b,i} = \frac{1}{\alpha_{к} + \alpha_{л}}$ ;  $\alpha_{к}, \alpha_{л}$  - коэффициенты соответственно конвективного

и лучистого теплообмена внутренней поверхности характерной зоны, Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

При ремонтных работах утепление дворового фасада учебного корпуса №3 не проводилось, детальное обследование данного участка целесообразно. На рисунке 3 показаны фотографическая съемка и термограмма с указанием участков тепловых потерь. Таким образом, в результате обследования выявлены следующие дефекты: утечка тепла в углу здания, в подоконных

зонах, а также в местах опирания междуэтажного перекрытия на стену и карнизном участке

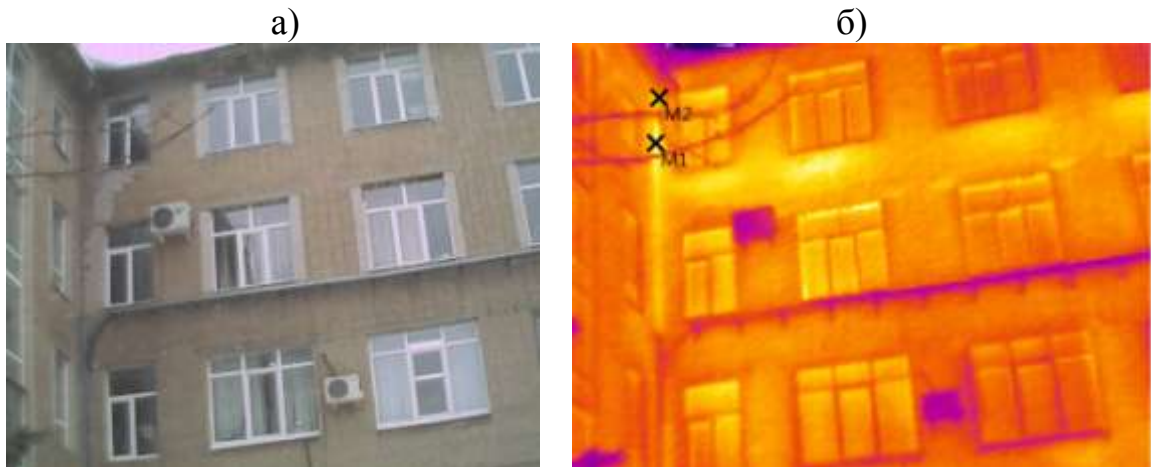


Рисунок 3 – Фотографическая съемка дворового фасада учебного корпуса № 3 (а) и термограмма участка (б)

При обследовании карнизного участка учебного корпуса №3 был выявлен отток тепла на карнизном участке и подоконных зонах.



Рисунок 4 – Фотографическая съемка карнизного участка учебного корпуса № 3 (а) и термограмма участка (б)

Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», тепловизионный расчет наружной конструкции можно провести на основе сравнения требуемой температуры наружной поверхности. С этими значениями сравниваются термографические изображения для выявления характерных дефектов.

В результате обследования и проведения сравнительных расчетов температурные поля ограждающих конструкций (стен) учебного корпуса № 3 равномерны и соответствуют рассчитанному нормативу; тепловизионное

обследование большинства окон, углов, карнизов и других участков ограждающих конструкций здания показало не равномерные температурные поля; откосы окон, как с наружной, так и с внутренней стороны, также имеют тепловые аномалии, места инфильтрации холодного воздуха установлены и показаны на термограммах; значительные температурные перепады между секциями приборов отопления; фактическое значение сопротивления теплопередачи большинства конструкций соответствует требуемому, однако не всегда превышает расчетное. Данный факт можно оправдать погрешностью измерений, так как обследуемые объекты находились менее 12 часов без контакта солнечного излучения.

#### *Список литературы*

1. СП 50.13330.2012. «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003».

2. ГОСТ Р 54852-2011. «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».

3. ГОСТ 26254. «Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».

4. МДС 23-1.2007. «Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники».

5. СП 131.13330.2012. «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*».

6. Столповский Г.А. Тепловизионное обследование зданий на территории ОГУ. Методы их тепловой защиты / Г.А. Столповский, В.И. Жаданов, Н.В. Потехенченко // Современные строительные конструкции из металла и древесины: сборник научных трудов. – №20. – Одесса: ООО «Внешрекламсервис», 2016. – С. 126-133.

