

УДК 697.1

## Оценка теплопотерь и мероприятия по их снижению для учебного корпуса № 3 МИ ВлГУ

Сметанина А.А., Соловьев Л.П.

В работе проанализирована характеристика исследуемого здания - **учебного корпуса № 3** Муром-ского института Владимирского государственного университета и проведен тепловизионный анализ наружных ограждений, с последующей обработкой полученной информации. Тепловизионная съемка здания – самый распространённый метод, который позволяет оценить качество теплозащиты строения, найти места скрытых дефектов и повреждений. По полученным данным тепловизионного обследования, выявлены наиболее низкие и высокие значения температуры, найдены холодные и горячие точки в области рассматриваемого объекта, построены гистограммы и температурные профили. После проведения тепловизионного обследования выявлены скрытые дефекты строительных конструкций, участки нарушения тепловой изоляции, фильтрации воздуха и увлажнения. Так же, с помощью термограммы получена информация о теплозащитных свойствах ограждающих конструкций, а это позволило оценить энергоэффективность здания.

*Ключевые слова:* тепловизионная съемка, тепловизионная информация, тепловизор, здание, температура.

## Assessment of heat losses and measures to reduce them for the educational building № 3 MI VISU

Smetanina A.A., Solovjev L.P.

The paper analyzes the characteristics of the building under study - the building № 3 of the Murom Institute of the Vladimir State University and the thermal imaging analysis of the outer fences was carried out, followed by the processing of the received information. Thermal imaging of a building is the most common method that allows you to assess the quality of the building's heat protection, find the places of hidden defects and damages. According to the thermal imaging survey, the lowest and highest temperatures were found, cold and hot spots were found in the area of the object under consideration, histograms and temperature profiles were constructed. After conducting the thermal imaging survey revealed hidden defects in building structures, areas of thermal insulation, air filtration and humidification. Also, using the thermogram, information was obtained on the heat-shielding properties of the enclosing structures, and this allowed us to evaluate the energy efficiency of the building.

*Keywords:* thermal imaging, thermal imaging information, thermal imager, building, temperature.

### Введение

Одной из самых актуальных проблем в современном строительстве является потеря тепла через ограждающие конструкции. Поэтому при проектировании и эксплуатации здания важен вопрос снижения энергозатрат. Чтобы определить уровень теплопотребления системой отопления здания, необходимо определить тепловые потери за весь отопительный период, но, чтобы их рассчитать, нужно знать теплозащитные свойства ограждений и коэффициенты теплообмена.

В ограждающих конструкциях, таких как стены, окна, двери, потолок и др., может быть большое количество дефектов, через которые из помещения выходит нагретый воздух и поступает холодный. Таким образом, для того чтобы избежать теплопотерь, необходимо произвести их расчет и потом уже попытаться наметить основные этапы работы по модернизации.

Решение проблемы в уменьшении теплопотерь здания состоит в разработке мероприятий, повышающих энергоэффективность зда-

ния [1,2]. Данные мероприятия должны учитывать теплозащитные свойства ограждающих конструкций здания и экономические затраты на них.

Первым делом для подсчета теплопотерь нужно иметь строительные чертежи с поэтажными планами, на которых должны быть указаны размеры помещений и их назначения, а также технический паспорт, в котором указаны все материалы конструкций ограждений [3]. Кроме этого, для правильного установления расчетной наружной температуры необходимо знать климатические условия местности, где возведено отапливаемое здание, а для подсчета добавочных теплопотерь — ориентацию здания по странам света и направление главенствующих ветров [4,5].

В данной статье рассматривается учебный корпус, расположенный во Владимирской области, в городе Муром. Представляет собой трехэтажное здание, не имеет подвала и чердака. Корпус располагается в юго-западной части города, причем наибольшие площади внешних ограждений здания ориентированы на север и юг. Рельеф участка, на котором располагается строение – ровный. Строение учебного корпуса выполнено из силикатного белого кирпича, который внутри облицован штукатуркой. Фундаменты - железобетонные. Межэтажные перекрытия 1-го и 2-го этажей - из сборных железобетонных плит. Покрытие – то же из сборных железобетонных плит с утеплителем.

Климат Муромского района умеренно континентальный: с теплым летом, однако с равномерно прохладной и снежной зимой; холодной осенью и недлинной, теплой весной [6]. Количество солнечной радиации зависит от высоты солнца над горизонтом, длительности дня и облачности.

Тепловая характеристика здания так же зависит от района строительства и формы здания. Учебный корпус № 3 МИ ВлГУ является общественным зданием с постоянным пребы-

ванием людей. Общая площадь всех помещений - 1317,4 м<sup>2</sup>. С оконными и дверными проёмами в наружных и внутренних стенах. Сообщение между этажами осуществляется с помощью двух рассредоточенных лестниц. По функциональному назначению - здание гражданское. Учебный корпус № 3 МИ ВлГУ имеет холодное водоснабжение, горячее водоснабжение, канализацию - от центральных сетей. Отопление - от котельной. Теплопроводы выполняют из стальных бесшовных труб, соединенных между собой сваркой. Прокладку теплопровода исполняют, как правило, в непроходных каналах [7]. Стенки канала выкладывают из кирпича на цементном растворе. Здание имеет системы вентиляции, телефонизации, электроснабжения. В некоторых помещениях установлены кондиционеры. Отделка помещений – простая [8].

Вентиляция - обновление воздуха в помещении. В рассматриваемом здании канальная естественная вентиляция. В таких системах происходит подача наружного воздуха или удаление загрязненного по специальным каналам, предусмотренным в конструкциях строения или приставным воздуховодам. Воздух в данной системе перемещается вследствие разности давлений наружного и внутреннего воздуха.

Большое технико-экономическое влияние на теплопотери оказывает степень остекления здания. Теплопотери возрастают с увеличением остекления наружных ограждений, однако в летние периоды наоборот возможно перегревание воздуха [9].

При эксплуатации зданий и сооружений важной целью является эффективное использование энергии с обеспечением комфортных условий для человека [10].

В ходе энергоаудита необходимо решение следующих задач:

- оценка фактического состояния энергоиспользования здания, выявление причин возникновения и определение

значений потерь топливно-энергетических ресурсов;

- разработка плана мероприятий, направленных на снижение потерь топливно-энергетических ресурсов;

- выявление и оценка резервов экономии топлива и энергии;

В нашей работе для выявления теплопотерь используется тепловизионный метод обследования здания.

Зачем нужно тепловизионное обследование? Оно даёт возможность правильно, и главное наименее затратно провести уменьшение тепловых потерь. Тепловизионный анализ зарекомендовал себя как наиболее наглядный, объективный, а самое главное достоверный метод диагностики, поскольку в результате проделанной работы мы можем тут же визуально оценить и выявить все дефекты и изъяны ограждающих конструкций. Сделать это так легко, потому что тепловизор, улавливая инфракрасное излучение от поверхностей объектов, создаёт изображение, на котором градацией света «обозначена» температура тех или иных участков, как нагретых, так и холодных. Взглянув на эту картинку, можно чётко спланировать и оценить работу по утеплению и изоляции.

### Технология обследования

Оптимальным временем года для проведения такого рода диагностики является холодный период, когда разница между наружной и внутренней температурой помещения не менее 15 градусов [11]. На момент тестирования обязательно должна работать система отопления.

Тепловизионная диагностика состоит из следующих этапов:

- Внутренняя съёмка. С помощью внутренней съёмки можно выявить около 85% всех дефектов. Исследовать нужно не выборочно, не через одно, а каждую стену, окно и дверь, желательно даже не один раз, потому что не

каждое ограждение может быть правильно установлено.

- Внешняя съёмка. С помощью внешней съёмки больше исследуются дефекты кровли и фасадов.

- Обработка результатов. Полученные термограммы исследуются с помощью специальных программ, где можно увидеть наиболее пропускающую тепло точку или же наоборот обозначить место, где утепление вовсе не требуется.

- Создание отчета с подробным анализом дефектов, выявлением причин появления и профессиональными рекомендациями по их устранению.

Однако термограммы не всегда могут дать ответ на причину тепловых потерь, так как не способны оценить такой дефект как конденсат. Скапливаемая влага очень быстро приводит к разрушению и к потере теплозащитных свойств ограждающих конструкций, особенно это касается деревянных и каркасных сооружений [12]. В прочем определить это можно воспользовавшись сканером влажности высокой чувствительности. Но необходимо иметь в виду, что при наличии влаги не целесообразно использовать паронепроницаемые материалы, поскольку это может законсервировать воду в стенах и перекрытиях и создать ещё больше проблем.

### Выводы

Таким образом, использование тепловизионного обследования является эффективным методом в обнаружении различных дефектов зданий.

После проведения тепловизионного обследования выявлены скрытые дефекты строительных конструкций, участки нарушения тепловой изоляции, фильтрации воздуха и увлажнения. Так же, с помощью термограммы получена информация о теплозащитных свойствах ограждающих конструкций, а это позволило оценить энергоэффективность здания.

## Литература

1. *Вавилов В. П.* Тепловидение для инженеров: учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - 129 с.
2. *Бажанов С.А.* Тепловизионный контроль электрооборудования в эксплуатации. - М.: Изд-во Энергопрогресс, 2005.
3. *Богословский В.Н.* Тепловой режим здания. - М.: Стройиздат, 1979. - 248 с.
4. *Козин В.Е.* Теплоснабжение. - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с.
5. *Стомахина Г.И.* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Справочное пособие. Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. - М.: Пантори, 2003. - 308 с.
6. *Кувшинов Ю.Я., Самарин О.Д.* Основы обеспечения микроклимата зданий. - М.: АСВ, 2012. - 197 с.
7. *Хрусталеv Б.М., Кувшинов Ю.Я., Копко В.М.* Теплоснабжение и вентиляция. - М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2008. - 784 с.
8. СП 60.13330.2012. "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. - М.: 2012.
9. СП 131.13330.2012. "Строительная климатология". Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. - М.: 2012.
10. СТО 00044807-001-2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий.
11. *Малявина Е. Г.* Теплотери здания: справочное пособие. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с.
12. *Сибикин Ю.Д.* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Академия, 2004. - 304с.
13. Справочное пособие СНиП II-3-79\*\* Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий / НИИСФ Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1990.
14. СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий". Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. - М.: 2012.
15. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

## References

1. *Vavilov V. P.* Teplovidenie dlja inzhenerov [Thermal imaging for engineers: a manual]. - Tomsk: Izd-vo Tomskogo politeh-nicheskogo universiteta, 2012. - 129 p.
2. *Bazhanov S.A.* Teplovizionnyj kontrol' jelektrooborudovanija v jekspluatacii [Thermal imaging control of electrical equipment in operation]. - Moscow: Izd-vo Jenergoprogress, 2005.
3. *Bogoslovskij V.N.* Teplovoj rezhim zdanija [Thermal conditions of the building]. - Moscow: Strojizdat, 1979. - 248 p.
4. *Kozin V.E.* Teplosnabzhenie [Heat supply]. - Moscow: Vysshaja shkola, 1980. - 408 p.
5. *Stomahina G.I.* Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha. Spravochnoe posobie. Zhilje zdanija so vstroenno-pristroennymi pomeshhenijami obshhestvennogo naznachenija i stojan-kami avtomobilej [Heating, ventilation and air conditioning. Reference manual. Residential buildings with built-in public buildings and parking lots]. - Moscow: Pantori, 2003. - 308 p.
6. *Kuvshinov Ju.Ja., Samarina O.D.* Osnovy obespechenija mikroklimate zdanij [Basics of building microclimate]. - Moscow: ASV, 2012. - 197 p.
7. *Hrustalev B.M., Kuvshinov Ju.Ja., Kopko V.M.* Teplosnabzhenie i ventiljacija [Heat supply and ventilation]. - Moscow: Izdatel'stvo asociacii stroitel'nyh vuzov, 2008. - 784 p.
8. SP 60.13330.2012. Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha [Heating, ventilation and air conditioning]. The updated edition of SNiP 41-01-2003. - Moscow: 2012.
9. SP 131.13330.2012 Stroitel'naja klimatologija [Building Climatology]. The updated edition of SNiP 23-01-99\*. - Moscow: 2012.
10. СТО. 00044807-001-2006. Teplozashhitnye svojstva ograzhdajushhih konstrukcij zdanij [Thermal protective properties of building envelopes].
11. *Maljavina E. G.* Teplopoteri zdanija: spravochnoe posobie [Heat loss of the building: reference book]. - Moscow: AVOK-PRESS, 2007. - 144 p.
12. *Sibikin Ju.D.* Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha [Heating, ventilation and air conditioning]. - Moscow: Akademija, 2004. - 304 p.
13. Spravochnoe posobie SNiP II-3-79\*\* Raschet i proektirovanie ograzhdajushhih konstrukcij zdanij [Reference manual SNiP II-3-79 \*\* Calculation and design of building envelopes] / NIISF Gosstroja SSSR.

---

– Moscow: Strojizdat, 1990.

14. SP 50.13330.2012 Teplovaja zashhita zdaniy [Thermal protection of buildings]. The updated edition of SNiP 23-02-2003. – Moscow: 2012.

15. GOST 30494-2011 Zdanija zhilye i obshchestvennye. Parametry mikroklimate v pomeshhenijah [The buildings are residential and public. Indoor microclimate parameters].

**Статья поступила в редакцию 13 декабря 2016 г.**

---

*Сметанина Анастасия Андреевна* – студент кафедры «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: smetnastya1995@yandex.ru

*Соловьев Лев Петрович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: solovjev47@mail.ru

---

*Smetanina Anastasia Andreevna* – student, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: smetnastya1995@yandex.ru

*Solovjev Lev Petrovich* – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: solovjev47@mail.ru