

## Тепловизионный контроль теплотерь жилых зданий

© Н.Л. Дорофеева, У.Д. Коршунова

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация*

**Аннотация.** В работе рассматриваются современные методы обнаружения тепловых потерь эксплуатируемых зданий и сооружений. Энергоаудит эксплуатируемых зданий проводится независимыми аккредитованными компаниями, по его результатам дому присваивается класс энергетической эффективности, который заносится в энергетический паспорт здания, и даются рекомендации по повышению данного параметра. Энергетический паспорт здания заполняется в три этапа: при разработке проекта здания, при сдаче его в эксплуатацию и в самом процессе эксплуатации. Тепловизионное обследование зданий производится с целью выявления скрытых дефектов строительства или дефектов, возникших в процессе эксплуатации, и позволяет определить параметры тепловой защиты здания, которые сравниваются с нормативными значениями. Тепловизионная съёмка даёт информацию об объекте путём бесконтактной регистрации всех видов излучения объекта в инфракрасном диапазоне спектра. Это позволяет определить равномерность обогрева здания, эффективность работы отопительной системы и размер тепловых потерь, устранить обнаруженные недостатки и повысить КПД отопительной системы здания до максимально возможного уровня. Локализация местоположения повреждений даёт возможность устранять дефекты с минимальными затратами, повышать прочность построек, увеличивать их долговечность и снижать расходы здания на энергопотребление.

**Ключевые слова:** энергоаудит, энергетический паспорт здания, теплотери, тепловизионный контроль, термографический метод обследования

## Thermal Monitoring of Heat Loss in Residential Buildings

© Natalia L. Dorofeyeva, Ulyana D. Korshunova

*Irkutsk National Research Technical University,  
Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The article discusses modern methods for detecting heat losses of buildings and structures in operation. Energy audit of buildings in operation is carried out by independent accredited companies, based on its results, an energy efficiency class is assigned to the house, which is entered in the building's energy passport, and recommendations are given to increase this parameter. The energy passport of a building is filled in in three stages: when developing a building project, when it is put into operation and during the operation itself. Thermal imaging inspection of buildings is carried out in order to identify hidden defects in construction or defects that have arisen during operation, and allows you to determine the parameters of thermal protection of the building, which are compared with the standard values. Thermal imaging provides information about an object by contactless registration of all types of radiation of an object in the infrared range of the spectrum. This allows you to determine the uniformity of the building heating, the efficiency of the heating system and the amount of heat losses, eliminate the identified deficiencies and increase the efficiency of the building heating system to the maximum possible level. Localization of the location of damage makes it possible to eliminate defects at minimal cost, increase the strength of buildings, increase their durability and reduce the building's energy consumption.

**Keywords:** energy audit, building energy passport, heat loss, thermal imaging control, thermographic survey method

Для решения технических проблем, которые возникают при эксплуатации многоквартирных жилых домов и промышленных сооружений, требуется проведение энергоаудита здания и составление его энергетического паспорта. Энергетический паспорт здания – это вариант энергоаудита, индивидуальный учёт энергопотребления здания. Он содержит точную информацию о теплозащите дома, о его энергопотреблении.

Также он подтверждает соответствие реальных показателей энергетической эффективности дома нормативным значениям и позволяет указать её категорию. Она оценивается величиной потребляемой тепловой энергии на 1 м<sup>2</sup> площади. Сейчас принята единая форма энергетического паспорта на всей территории Европейского содружества, хотя не так давно, к примеру, Германия

насчитывала около 30 вариантов соответствующего документа [1, 2].

Заполнение энергетического паспорта происходит в три этапа: при разработке проекта здания, при сдаче его в эксплуатацию и в самом процессе эксплуатации (оцениваемое здание должно находиться в эксплуатации больше года). Последняя стадия процесса называется энергоаудитом. Энергоаудит проводится независимыми аккредитованными компаниями, по его результатам

дому присваивается класс энергетической эффективности, даются рекомендации по повышению данного параметра [3].

В таблице 1 приведены классы энергетической эффективности многоквартирных домов. Если характеристика класса исследуемого жилого дома имеет «очень низкий уровень», то здание относится к конструкциям, требующим утепления в ближайшей перспективе.

Таблица 1. Классы энергетической эффективности зданий

Класс энергетической эффективности	Наименование класса	Величина отклонения расчётного фактического значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного	Рекомендуемые мероприятия органов администрации субъектов РФ
<b>Для новых и реконструированных зданий</b>			
A	Очень высокий	Менее -51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От -10 до +10	То же
C	Нормальный	От +5 до -9	–
<b>Для существующих зданий</b>			
D	Низкий	От + 6 до + 75	Желательная реконструкция здания
E	Очень низкий	Более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

В большинстве случаев под энергоэффективностью подразумевается минимизация затрат на отопление здания зимой и охлаждение летом. Для модернизации системы вентилирования рекомендуется использование рекуператоров, а для отопления – создание замкнутого теплового контура при строительстве или реконструкции здания. Чем ниже расходы энергоносителей на отопление, кондиционирование и вентиляцию, тем выше энергетическая эффективность дома [4].

Для выделения предприятиями средств на ремонт, реконструкцию, модернизацию с целью получения энергосберегающего эффекта или для финансирования муниципальными образованиями энергосберегающих проектов и программ необходимо найти и устранить места наибольших потерь энергии в зданиях, сооружениях и оборудовании, потребляющем и транспортирующем тепловую или электрическую энергию. Теплоизоляция внутренних помещений, таких как наружные стены, окна, перекрытия, фундамент, крыша и чердак, от внешних воздействий должна учитываться ещё на стадии проектирования зданий, что даст возможность максимально снизить затраты энергоносителей.

Выявить некачественное исполнение строительных или ремонтных работ и места с наибольшими потерями энергии позволяют тепловые обследования с привлечением специализированных организаций, выполняющих энергоаудит или обследования без обращения к специализированным организациям с помощью тепловизионной съёмки [5].

Тепловизионная съёмка, или термографический метод обследования, производится при получении информации об объекте посредством бесконтактной регистрации всех видов излучения объекта в инфракрасном диапазоне спектра с помощью прибора тепловизора. Тепловизор – это устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности с возможностью её измерения. Также для обследования можно использовать пирометр, данный прибор предназначен для бесконтактного измерения температуры тел. Принцип действия обоих приборов основан на измерении мощности теплового излучения объекта. Измерения производятся преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света [6].

По сравнению с визуальными методами контроля и диагностики тепловизион-

ный контроль имеет следующие преимущества:

- не зависит от метеоусловий;
- применим во время эксплуатации;
- даёт точные и достоверные результаты;
- имеет доступную стоимость выполнения подрядными организациями;
- имеет высокую информативность и наглядность состояния всей контролируемой поверхности объекта;
- имеет высокую производительность;
- безопасен, не требует контакта с обследуемым объектом, дистанционен;
- имеет широкие возможности программно-аппаратных методов обработки;
- перечень наблюдаемых объектов неограничен.

Удельное энергопотребление старых зданий выше, чем у современных. Однако данная ситуация может быть замечена и в новом строительстве при некачественной или непродуманной системе стыков плит или отсутствии теплоизоляции домов. Большие тепловые потери в доме ведут к перерасходу тепловой энергии и в относительно тёплое время отопительного сезона, к «перетопам», характеризующимся подачей в помещения избыточного количества тепла, которое за счёт интенсивного проветривания «скидывается» жильцами на улицу. При низких температурах подобная ситуация приводит к «недотопам» и заставляет по-

требителей использовать всевозможные методы отопления с помощью электрической энергии. В некоторых районах это неминуемо ведёт к росту пиковых нагрузок и дефициту мощностей.

Методика тепловизионного обследования тепловых затрат зданий заключается в съёмке исследуемого сооружения в инфракрасном диапазоне со всех сторон с помощью камеры. Перед проведением обследования никакой предварительной подготовки не требуется. Получаемые в результате съёмки цветные снимки отображают температурные диапазоны в различных точках здания, что помогает выявлять зоны потери тепла и нарушения теплоизоляции ограждающих конструкций [7, 8].

Тепловизионное обследование зданий производится с целью обнаружения скрытых дефектов строительства или дефектов, возникших в процессе эксплуатации. Такие исследования позволяют выявить места тепловых потерь. К ним следует отнести:

- 1) низкую герметичность оконных и дверных проёмов;
- 2) наличие трещин в ограждающих периметр изделиях;
- 3) некачественное заполнение и просадку утеплителя в стыковых соединениях железобетонных панелей.

На рисунке 1 приведён пример обследования мест тепловых потерь в здании на стыке панелей.

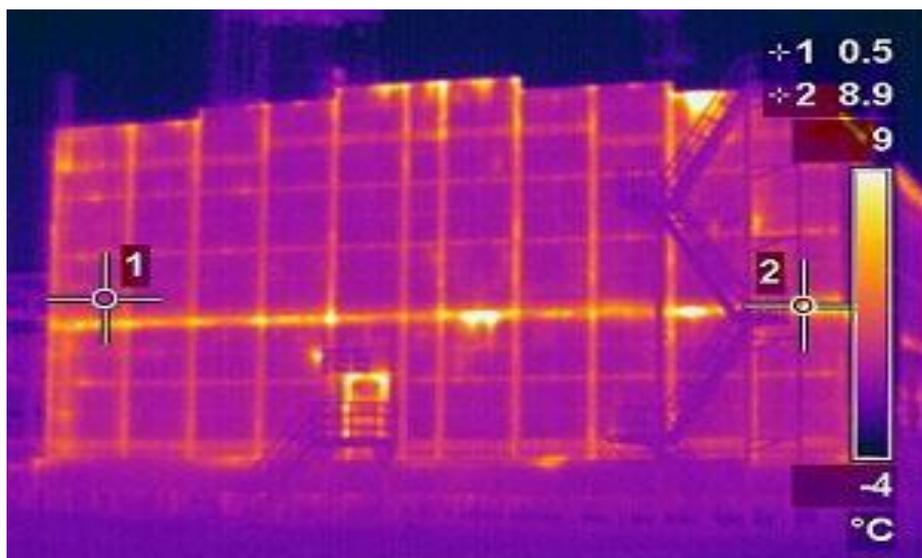


Рис. 1. Места тепловых потерь на стыке панелей

Тепловизионная съёмка позволяет определить параметры тепловой защиты здания, которые сравниваются с норматив-

ными значениями. На основании проведённого исследования зданию присваивается

класс энергоэффективности, который заносится в энергетический паспорт здания.

Тепловизионное обследование позволяет без дорогостоящих экономических и трудовых, а также временных затрат исследовать тепловую изоляцию такого оборудования, как турбоагрегаты, котлы, турбины и трубопроводы с различными теплоносителями, и обнаружить требующие безотлагательного ремонта места и стыки. Целью обследования является определение размера тепловых потерь, определение области нарушения цельности тепловой изоляции, обнаружение дефектов в сварных соединениях. Применение современной тепловизионной техники даёт возможность провести диагностику в труднодоступных местах. Тепловизионный контроль совместно с традиционными измерениями позволяет оптимизировать и тем самым снизить затраты на проведение ремонтных работ, оптимизировать затраты на энергоаудит и даже полностью от него отказаться [9].

Тепловизионный контроль способствует улучшению качества работы:

- управляющих компаний и товариществ собственников жилья;

- тепло- и электроснабжающих организаций;
- тепло- и электрогенерирующих предприятий;
- государственных контролирующих органов;
- промышленных предприятий.

Виды обследований зависят от цели их проведения. При предварительном обследовании особое внимание уделяется таким характеристикам, как возраст дома, условия содержания элементов здания. Так, при осуществлении тепловизионной съёмки ограждающих конструкций группы зданий в посёлке Жилкино г. Иркутска отступлений от правил эксплуатации не зафиксировано. Также исследовались тепло-влажностный и аэрационный режимы чердачных и подвальных помещений, состояние фасадов и перекрытий. При предварительном обследовании не обнаружены серьёзные дефекты и повреждения, что позволяет признать состояние зданий технически работоспособным. Работы выполнялись с помощью тепловизора FLIR i5. Результаты сравнительной съёмки представлены на рисунке 2.



**Рис. 2.** Тепловизионная съёмка ограждающих конструкций группы зданий в посёлке Жилкино г. Иркутска в сравнении с обычным видом

Необходимо отметить, что при тепловизионной съёмке выявляются скрытые дефекты не только в изоляции, но и в теле ограждающих и несущих конструкций. Локализация местоположения повреждений позволяет устранять дефекты с минимальными затратами, что даёт возможность повысить прочность построек и увеличить их долговечность. Дефекты теплоизоляции возникают в результате нарушений строительных технологий или износа зданий и чаще всего визуальным обследованием не обнаруживаются. Эти дефекты начинают искать после длительных значительных расходов на

отопление или при постоянном холоде и сырости [10].

В заключение следует сказать, что при тепловизионном обследовании визуализируется работа отопительной системы. Это позволяет определять равномерность обогрева здания, эффективность отопительной системы и размер тепловых потерь. На основе получаемых данных можно устранить обнаруженные недостатки и повысить КПД отопительной системы здания до максимально возможного уровня, что приведёт к снижению расходов на энергопотребление.

**Библиографический список**

1. Абрашитов В.С. Техническая эксплуатация и обследование строительных конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2002. 104 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibr.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks56972> (03.02.2020).
2. Бойко М.Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1993. 208 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://books.totalarch.com/maintenance\\_and\\_repair\\_of\\_buildings\\_and\\_structures\\_reference\\_manual](http://books.totalarch.com/maintenance_and_repair_of_buildings_and_structures_reference_manual) (03.02.2020).
3. Булгаков С.Н. Повышение надежности и безопасности жилищного фонда России // Промышленное и гражданское строительство. 2001. № 7. С. 44–46.
4. Клевцов В.А., Прокопович А.А., Репетко В.В., Вайнгартен Г.И., Шабанин В.В. Территориальные строительные нормы по обследованию и оценке технического состояния зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2001. № 7. С. 25–26.
5. Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Дузинкевич М.С. Оценка параметров остаточного ресурса зданий массовой застройки первого периода индустриального домостроения // Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 4. С. 25–26.
6. Добромыслов А.Н. Диагностика повреждений зданий и сооружений. М.: Изд-во АСВ, 2007. 256 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://lidersmsk.ru/documents/82/dobromyislov-andiagnostika-povrezhdenij-zdaniij-i-inzhenernyih-sooruzhenij-2006g/> (03.02.2020).
7. Добромыслов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. М.: АСВ, 2004. 72 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ozis-venture.ru/files/docs/litra/Dobromislov.pdf> (03.02.2020).
8. Дорофеев В.М., Дузинкевич М.С., Лысов Д.А. О результатах комплексного обследования жилых зданий второго периода индустриального домостроения // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 12. С. 27–30.
9. Ким Л.В., Коваленко Р.Н. Информационно-когнитивная диагностика зданий // Вестник отделения строительных наук. 2007. № 11. С. 125–128.
10. Козачек В.Г., Нечаев Н.В., Хотенко С.Н., Римшин В.И., Ройтман А.Г. Обследование и испытание зданий и сооружений. М.: Высш. шк., 2004. 447 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://lidersmsk.ru/documents/86/kozachek-vg-obsledovanie-i-ispytanie-zdaniij-i-sooruzhenij-2004g/> (03.02.2020).

**Сведения об авторах / Information about the Authors**

**Дорофеева Наталья Леонидовна**,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры механики и сопротивления материалов,  
Институт архитектуры, строительства и дизайна,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская  
Федерация,  
e-mail: dorofeeva@istu.edu

**Коршунова Ульяна Дмитриевна**,  
студентка группы ДСб-18-1,  
Институт архитектуры, строительства и дизайна,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская  
Федерация,  
e-mail: ulya.meow@mail.ru

**Natalia L. Dorofeyeva**,  
Cand. Sci. (Technics),  
Associate Professor of Mechanics and Strength of  
Materials Department,  
Institute of Architecture, Construction and Design,  
Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation,  
e-mail: dorofeeva@istu.edu

**Ulyana D. Korshunova**,  
Student,  
Institute of Architecture, Construction and Design,  
Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation,  
e-mail: ulya.meow@mail.ru