

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2024, Том 16, № 3 / 2024, Vol. 16, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2024.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/93SAVN324.pdf>

2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ибе, Е. Е. Вопросы нормативно-технического регулирования повышения качества тепловой защиты наружных стен зданий для условий холодного климата / Е. Е. Ибе, Г. Н. Шibaева, А. В. Музалев // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/93SAVN324.pdf>

For citation:

Ibe E.E., Shibaeva G.N., Muzalev A.V. Issues of normative regulation of improving the quality of thermal protection of external walls of buildings for cold climate conditions. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(3): 93SAVN324. Available at: <https://esj.today/PDF/93SAVN324.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 699.86

Ибе Екатерина Евгеньевна

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Абакан, Россия

Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: Katerina.ibe@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=649187

Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?user=vN6K1Q4AAAJ>

Шibaева Галина Николаевна

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Абакан, Россия

Заведующий кафедрой, доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: shibaevagn@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=481067

Музалев Александр Владимирович

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Абакан, Россия

E-mail: alex-muz87@mail.ru

Вопросы нормативно-технического регулирования повышения качества тепловой защиты наружных стен зданий для условий холодного климата

Аннотация. В настоящее время весьма масштабно исследуется вопрос повышения теплоэнергосбережения при проектировании и строительстве зданий. Одним из аспектов данного вопроса является правильное проектирование наружных ограждающих конструкций. Эксплуатационные характеристики ограждающих конструкций должны соответствовать как климатическим характеристикам места строительства, так и параметрам микроклимата помещений.

Климатические условия Республики Хакасия заставляют совершенствовать проектные решения зданий в области энергосбережения, поскольку это отчасти является вкладом в обеспечение снижения выбросов от отопления в зимний период. Однако максимальный эффект энергосбережения может быть достигнут при комплексном рассмотрении конструктивных решений и нормативно-технического регулирования данного вопроса.

В рассматриваемой статье представлен анализ нескольких аспектов теплоэнергосбережения, таких как ошибки при проектировании ограждающих конструкций, отсутствие проектирования, дефекты монтажа утеплителя, а также вопросы качества составления энергопаспортов зданий и приемки объектов в эксплуатацию.

Авторами выполнена тепловизионная съемка многоквартирных и индивидуальных жилых домов в зимний период. Показано влияние дефектов тепловой защиты на эксплуатационный режим помещений.

Также в статье авторами проведен анализ тепловизионной съемки объектов, выполненной в составе разработки энергетических паспортов двух объектов. Показано, что реальные дефекты тепловой защиты не соответствуют принятому в итоге классу энергоэффективности зданий.

В работе представлена система факторов, влияющих на надежность наружных стен, разработанная на основании многолетнего опыта работы в области тепловой защиты.

Ключевые слова: тепловые потери; нормативная база; ограждающие конструкции; температурное поле; энергоэффективность; энергопаспорт; экоустойчивое проектирование

Введение

Климатические условия России имеют свои особенности. Распределение температуры летом имеет обычный характер — чем севернее, тем холоднее. Но распределение зимой необычно — чем восточнее, тем холоднее. Это объясняется тем, что влияние влажного воздуха атлантического океана убывает, а влияние сухого воздуха с севера возрастает. Для Восточной Сибири характерен резко-континентальный климат, так как она является удаленной от океанов [1]. К таким регионам относят Хакасию. Хакасия — регион с резко-континентальными суровыми климатическими условиями, которые характеризуются жарким летом и холодной зимой, невысокой влажностью и умеренным количеством осадков. Максимальная амплитуда колебаний температуры в отдельные годы превышает 80°C (от -40 до +40).

Особенности климата региона напрямую влияют на эксплуатационную надежность зданий и сооружений, в связи с чем на стадии проектирования специалистам требуется применять проектные решения, которые должны обеспечить высокую долговечность. Однако анализ практики эксплуатации гражданских объектов позволяет судить о несовершенстве многих технических решений, принятых в проектах.

Одним из проблемных мест при эксплуатации зданий являются наружные ограждающие конструкции, которые в первую очередь подвергаются воздействию резкоконтинентального климата Хакасии. На данную тематику применительно к данному региону опубликовано большое количество научных работ [2–4], а также ХТИ — филиалом СФУ ежегодно проводятся научные семинары в области повышения энергоэффективности зданий и долговечности наружных ограждающих конструкций. Тем не менее, стандартные методы проектирования без учета возможного снижения эксплуатационной надежности многослойных стен продолжают набирать обороты среди сообщества проектировщиков. В связи с этим в настоящее время становится весьма актуальным вопрос пересмотра и усиления требований в области проектирования тепловой защиты, а также требований к утверждению энергетических паспортов зданий, которые необходимы при сдаче объектов в эксплуатацию.

Присвоение класса энергоэффективности зданию на основе анализа удельного энергопотребления является обязательным этапом. При этом, данный показатель в ряде случаев рассчитывается некорректно. Автором [5] на примере конкретного объекта отмечается существенная разница между значениями фактической и расчетной удельной отопительной

характеристики — значение завышено практически на 50 %. В связи с этим возникает необходимость изучения вопросов составления энергопаспортов и поиск пробоем, выходящих за рамки нормативно-технического проектирования.

Методы исследований

В рамках выполненной работы приняты экспериментальные и теоретические методы исследований.

В настоящее время одним из современных методов получения достоверной информации о текущем состоянии ограждающих конструкций является тепловизионное обследование. В зимний период были проведены теплотехнические съемки жилых и общественных Хакасии. Выбирались дома с разными конструктивными решениями.

В качестве основного экспериментального этапа выполнено исследование теплового контура зданий в зимний период с декабря 2023 г. по февраль 2024 г. На данном этапе проведен визуальный осмотр зданий и последующее тщательное инструментальное исследование при помощи тепловизора. Сплошной тепловизионной осмотр для выявления скрытых дефектов конструкции. Тепловизор марки FlirB200, чувствительность — 0,08°C, разрешение 200×150 точек. Обследование проводилось по следующим объектам:

Объект № 1 — многоквартирный жилой дом по адресу: Республика Хакасия, г. Черногорск.

Объект № 2 — универсальный спортивный зал.

Объект № 3 — многоквартирный жилой дом по адресу: Республика Хакасия, г. Абакан.

Также выполнена тепловизионная съемка наружных ограждающих конструкций индивидуальных жилых домов.

На этапе теоретических исследований проведен анализ проектных решений и энергетических паспортов рассматриваемых объектов. Проведены сравнение и анализ полученных результатов, сделаны выводы о достижении критериев энергоэффективности, оценено влияние дефектов проектных решений и строительно-монтажных работ на долговечность ограждающих конструкций.

Результаты и обсуждение

Вопросы, стоящие сегодня на мировой экологической повестке, также косвенным образом связаны с проектированием, поскольку экологические требования к объектам недвижимости подразумевают в качестве основной цели обеспечить экоустойчивую среду с минимальным вредом для окружающей среды. Согласно ГОСТ Р 54964-2012, при проектировании зданий требуется учитывать ряд требований, в конечном счете приводящих к выполнению задач мировой экологической повестки (рис. 1).

Указанный ГОСТ вполне соответствует общему пониманию принципов экологического проектирования, одним из которых является обеспечение энергоэффективности зданий, в том числе снижение расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Для условий холодного климата выполнение данных условий пока находится на слабо реализуемом этапе, поскольку системы отопления эксплуатируемых и отчасти строящихся объектов являются несовершенными и морально устаревшими.



Рисунок 1. Экологические требования к объектам недвижимости (разработано авторами)

Для перехода на экологическое проектирование требуется обязательное государственное регулирование данного вопроса. Авторы [6] представили варианты первоочередных мер, необходимых для перехода к экологическому проектированию, основанные на административном стимулировании проектной и строительной деятельности. При этом для большинства регионов вопрос стоит достаточно остро.

Если подходить к вопросу энергосбережения масштабно, то, безусловно, одной из проблем является активно используемое печное отопление частного сектора. Научными сотрудниками ХТИ — филиала СФУ в течение многих лет поднимается вопрос о необходимости снижения выбросов от сжигания топлива, расходуемого на отопление жилого сектора республики, и в настоящее время замечен существенный прогресс — появляются республиканские программы, направленные на развитие стратегии чистого воздуха.

Одним из важных этапов на пути к развитию данной стратегии — повышение уровня тепловой защиты зданий на этапе проектирования. Но вопросам проектирования энергоэффективных индивидуальных жилых домов с надежной тепловой защитой уделяется мало внимания, поскольку при строительстве ИЖС не требуется проектная документация в принципе, и тем более её проверка.

Анализ дефектов тепловой защиты зданий различного назначения имеет многолетнюю статистику от ученых различных вузов и научных организаций РФ и не только [7–11]. Однако большой мировой опыт так и не позволил качественно подойти к вопросам проектирования и строительства объектов. Рассмотрим некоторые примеры.

Анализ проектных решений жилых домов в республике позволил выявить наиболее используемое конструктивное решение наружных ограждающих конструкций — многослойные стены из кирпича или легкого бетона. По данной технологии построена большая часть частных и многоквартирных и частных жилых домов региона. Тепловизионный контроль

зданий проводился для жилых объектов г. Абакана в период с различной температурой наружного воздуха. Один из примеров проведенной съемки представлен на рисунке 2.

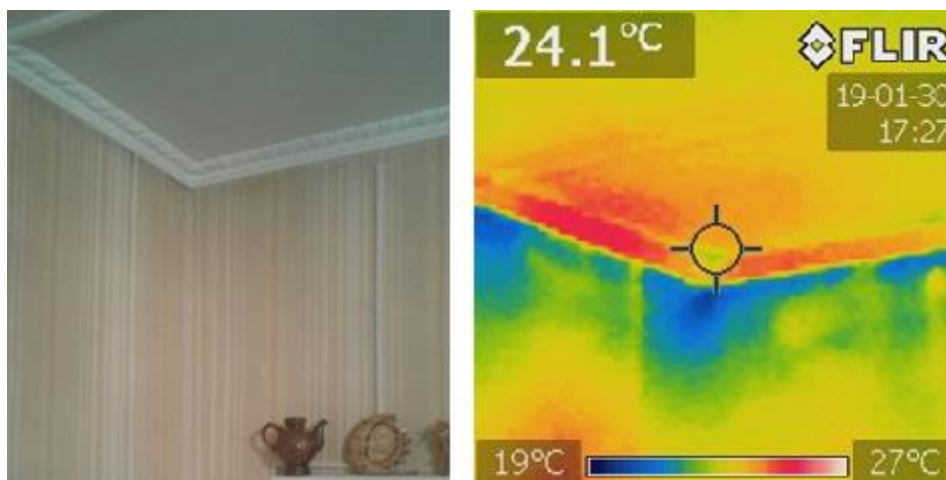


Рисунок 2. Термограмма угла примыкания многослойной стены и чердачного перекрытия (фото авторов)

На фотографиях отчетливо видно нарушение целостности теплового контура, что в итоге привело к значительным перепадам температур и появлению конденсата в углах стен. Данный объект был построен без разработки проектной документации. Со слов собственников жилого дома, при снижении температуры наружного воздуха до -30°C , по стенам начинает интенсивно стекать конденсат, и жильцам приходится расходовать в 1,5–2 раза больше топлива для обогрева помещения.

Дополнительно к вопросам недолговечности наружных стен подобных зданий добавляется проблема, которая появляется на фоне строительства индивидуальных жилых домов без проектов или со слабо разработанными техническими решениями, — это значительное загрязнение окружающей среды в период зимних антициклонов, в результате чего в республике второй год подряд периодически вводится режим «Черного неба».

Если с частными жилыми домами всё достаточно понятно, то относительно проектирования и строительства многоквартирных жилых домов остаются вопросы некачественных узлов и некачественного монтажа. На рисунке 3 представлен многоквартирный жилой в г. Абакане, наружные стены которого выполнены по технологии многослойной кладки с применением экструдированного пенополистирола в качестве теплоизоляции.

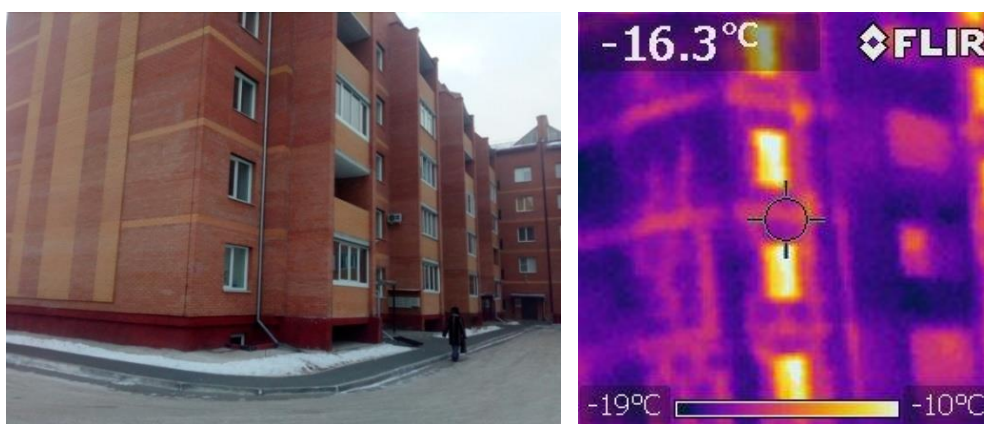


Рисунок 3. Теплотери в уровне примыкания перекрытия и кирпичной стены объекта № 3 (фото авторов)

При температуре наружного воздуха до -20°C уже четко прослеживаются теплопотери, вызванные некачественным монтажом утеплителя.

На тепловизионной съемке отчетливо видны фрагменты нарушения однородности тепловой оболочки, связанные с дефектами при устройстве теплоизоляционного слоя, а также следы высолов на облицовочном слое кладки. В конечном счете, эксплуатация данного объекта приведет к снижению свойств утеплителя вследствие замачивания, и долговечность облицовочного слоя также будет снижена.

Таким образом, рассмотренные дефекты имеют один общий недостаток — некачественное утепление ограждающих конструкций или их отсутствие.

Помимо нарушения теплозащитных свойств наружной оболочки вследствие отсутствия целостности утеплителя, отметим еще одну существенную проблему, влияющую на снижение энергетической эффективности, — это отсутствие строительного контроля при приемке объектов в эксплуатацию. Приведем примеры анализа результатов тепловизионных съемок, представленных в энергетических паспортах объектов.

На рисунках 5, 6 представлены тепловизионные съемки объекта № 1 — многоквартирный жилой дом. Анализ фото показал промерзание цокольной части фасада, причиной которого является отсутствие утепления. По рисунку 6 наблюдается снижение температуры внутреннего угла на 4°C при температуре наружного воздуха $-14,7^{\circ}\text{C}$, что является недопустимым.

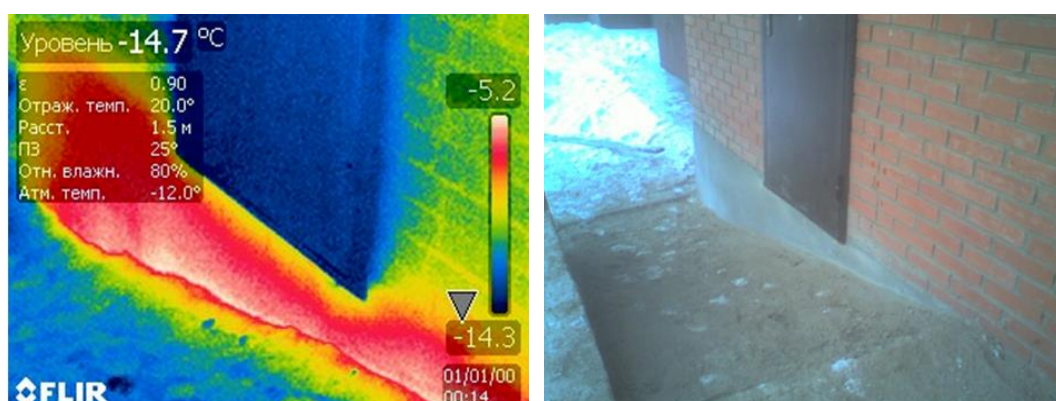


Рисунок 5. Тепловизионная съемка цоколя объекта № 1 (рисунок авторов)

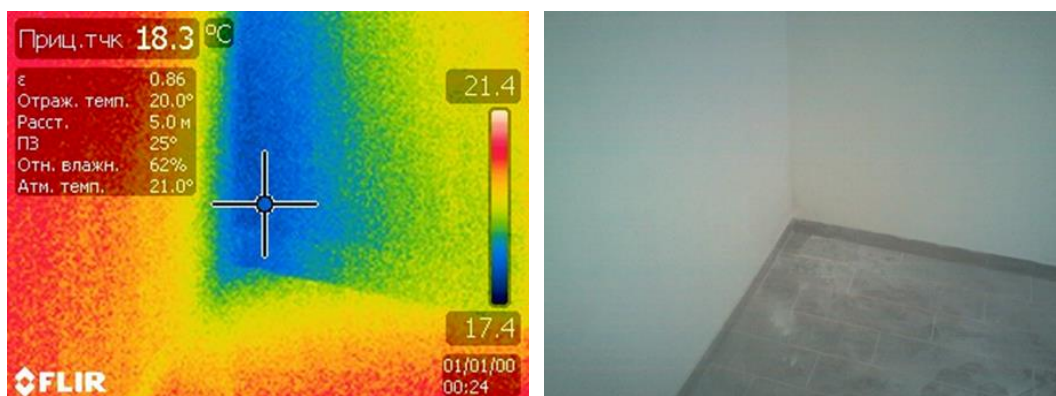


Рисунок 6. Тепловизионная съемка внутреннего угла квартиры объекта № 1 (рисунок авторов)

Рассмотрим второй объект — универсальный спортивный зал, выполненный из сэндвич-панелей. По рисункам 7–9 видны следы утечек тепла в монтажных стыках сэндвич-панелей, что является распространенным дефектом.

Однако, помимо этого, видны следы промерзания в самой конструкции панели, что связано с заводским браком при производстве сэндвич-панелей.

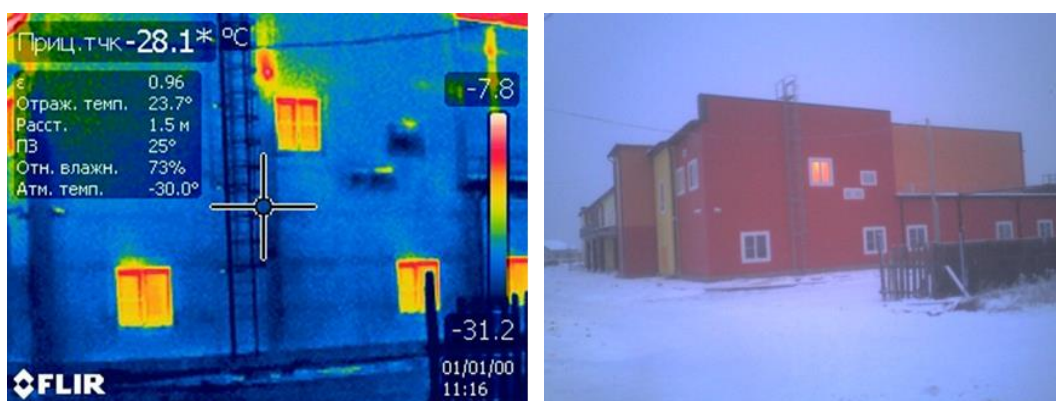


Рисунок 7. Тепловизионная съемка фасада объекта № 2 (рисунок авторов)

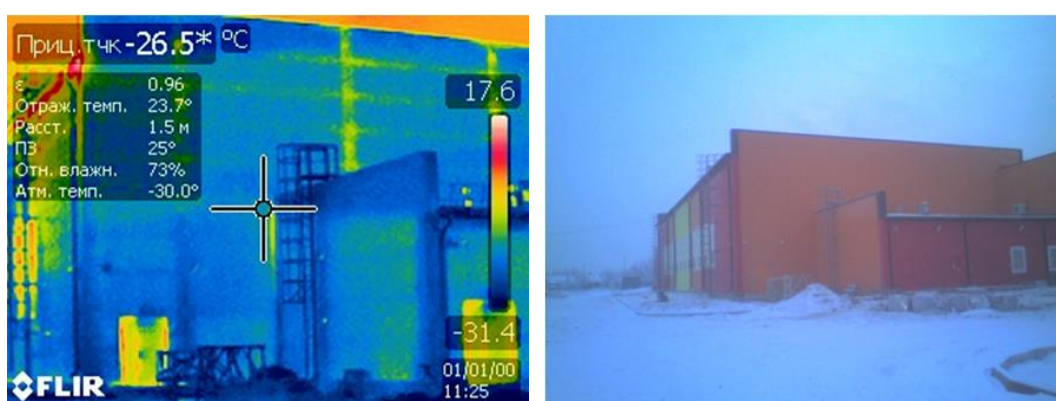


Рисунок 8. Тепловизионная съемка фасада объекта № 2 (рисунок авторов)

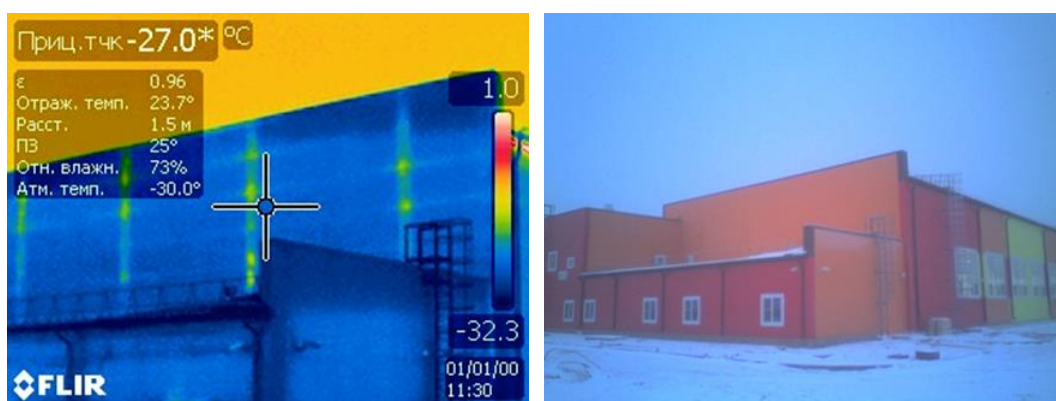


Рисунок 9. Тепловизионная съемка фасада объекта № 2 (рисунок авторов)

Оба представленных объекта сданы в эксплуатацию. Объект № 1 согласно энергопаспорту имеет класс энергоэффективности В, а объект № 2 — В+. Также энергоаудитор не выявил необходимости в доработке проектного решения. Вызывает сомнения рассчитанные показатели удельного энергопотребления, в том числе принятые коэффициенты расчетного термического сопротивления ограждающих конструкций и коэффициенты неоднородности.

Анализ множества конструктивных решений многослойных наружных стен, используемых в объектах Республики Хакасия, позволил выявить и систематизировать факторы, влияющие на их эксплуатационную надёжность (рис. 10).

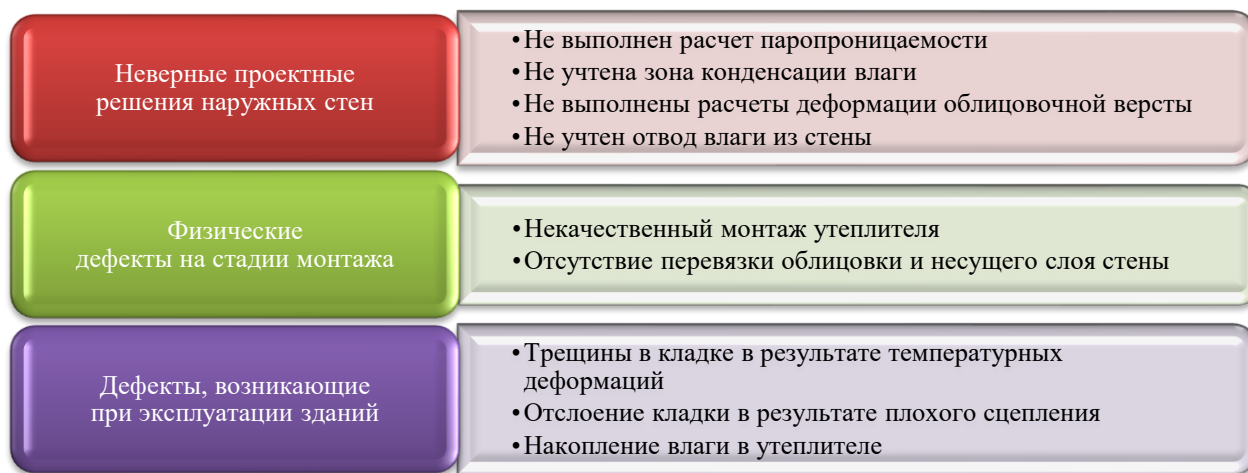


Рисунок 10. Факторы, влияющие на надежность наружных стен (разработано авторами)

Не менее ответственным шагом в разработке конструктивного решения наружных стен является правильный учет влажностного состояния наружного ограждения в зимний период, поскольку в условиях резконтинентального климата период влагонакопления достаточно продолжительный.

Заключение

По проведенному исследованию можно выделить следующее:

1. Климатические параметры в условиях резконтинентального климата оказывают максимальное воздействие на поверхностные слои наружных ограждений зданий. В условиях постоянно меняющихся температур, совместная работа наружной облицовки и утеплителя обеспечиваться не будет ввиду различных коэффициентов линейного расширения.
2. Типовые конструктивные решения многослойных наружных стен не обеспечивают надежный уровень тепловой защиты, несмотря на многолетнюю практику проектирования. Необходимо учитывать отрицательный опыт проектирования в части узловых соединений наружных стен для формирования правильного подхода к проектированию в рамках развития экоустойчивого проектирования.
3. Требуется усиление контрольно-надзорных мероприятий на этапе ввода в эксплуатацию при анализе энергетических паспортов зданий с целью оценки корректности их составления и формированию требований по доработке проектных решений и устранению недостатков и дефектов тепловой защиты зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Определение расчетной влажности строительных материалов // Промышленное и гражданское строительство. — 2015. — № 8. — С. 28–33.
2. Problems of thermal protection of two-layer external walls with hinged facade systems / E. Ibe, G. Shibaeva, S. Mironov, D. Litvin // E3S Web of Conferences: 24, Moscow, 22–24 апреля 2021 года. — Moscow, 2021. — DOI 10.1051/e3sconf/202126302013. — EDN OJWWZK.

3. Комплексный анализ нормативного регулирования тепловой защиты зданий с позиции теплотехнических неоднородностей / Е.Е. Ибе, Г.Н. Шиббаева, Д.Д. Гоголь [и др.] // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13 — № 3. — EDN VAUJAU.
4. Халимов, О.З. Влияние причин формирования динамики распространения высолов при взаимодействии инфильтрационных и эксфильтрационных потоков на теплоэффективность зданий / О.З. Халимов, О.А. Адьякова, Н.М. Халимова // Строительство и реконструкция. — 2019. — № 6(86). — С. 95–105. — DOI 10.33979/2073-7416-2019-86-6-95-105. — EDN NCKWYP.
5. Пухкал, В.А. Определение удельной отопительной характеристики жилых зданий при энергетическом обследовании / В.А. Пухкал // Вестник гражданских инженеров. — 2014. — № 4(45). — С. 99–103. — EDN SMTACX.
6. Семикин П.В., Должиков В.Н., Бацунова Т.П. Натурное обследование и теплотехнический расчет термически неоднородных ограждающих конструкций зданий // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2021. № 5(749). С. 97–106. DOI 10.32683/0536-1052-2021-749-5-97-106.
7. Халимов О.З. К вопросу о типологии дефектов теплопотерь через ограждающие конструкции индивидуальных зданий // Строительство и реконструкция. — 2017 — № 3 — С. 94–100.
8. Умнякова Н.П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты // Вестник МГСУ. — 2013. — № 1. — С. 94–100.
9. Косарев Л.В. и др. Выявление основных дефектов теплотехнической защиты наружных ограждающих конструкций крупнопанельных зданий и определение наиболее эффективных методов их устранения // Инновации и инвестиции. — 2021. — № 5. — С. 213–216.
10. Ignatova E. Search for Cold Bridges Based on the Building Information Model Collisions Analysis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2019 — С. 1–5.
11. Mavlyuberdinov A., Mukminov R. Research on problems of panel buildings // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. — 2019 — С. 1–6.

Ibe Ekaterina Evgen'evna

Siberian Federal University, Abakan, Russia

E-mail: Katerina.ibe@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=649187

Google Scholar: <https://scholar.google.ru/citations?user=vN6KIQ4AAAAJ>

Shibaeva Galina Nikolaevna

Siberian Federal University, Abakan, Russia

E-mail: shibaevagn@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=481067

Muzalev Alexander Vladimirovich

Siberian Federal University, Abakan, Russia

Issues of normative regulation of improving the quality of thermal protection of external walls of buildings for cold climate conditions

Abstract. Currently, the issue of increasing heat and energy conservation in the design and construction of buildings is being studied on a large scale. One aspect of this issue is the correct design of external enclosing structures. The performance characteristics of enclosing structures must correspond to both the climatic characteristics of the construction site and the parameters of the microclimate of the premises.

The climatic conditions of the Khakassia Republic force us to improve the design solutions of buildings in the field of energy conservation, since this is partly a contribution to reducing emissions from heating in winter. However, the maximum energy saving effect can be achieved with a comprehensive consideration of design solutions and regulatory and technical regulation of this issue.

The article under consideration presents an analysis of several aspects of heat and energy conservation, such as errors in the design of enclosing structures, defects in the installation of insulation, as well as issues of the quality of drawing up energy passports for buildings and acceptance of facilities into operation.

The authors performed a thermal imaging survey of apartment buildings and individual residential buildings in winter. The effect of defects in thermal protection on the operating mode of the premises is shown. The authors also analyzed the thermal imaging survey of objects, carried out as part of the development of energy passports for two objects. It is shown that real defects in thermal protection do not correspond to the ultimately adopted energy efficiency class of buildings. The work presents a system of factors affecting the reliability of external walls, developed on the basis of many years of experience in the field of thermal protection.

Keywords: heat loss; regulatory framework; enclosing structures; temperature field; energy efficiency; energy passport; eco-sustainable design