СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНОПОЛИСТИРОЛА И МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В. П. Ярцев, А. А. Крюкова

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений», jarcev21@rambler.ru;
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия

Ключевые слова: минеральная вата; пенополистирол; распределение температур; тепловые потери; теплопоступления.

Аннотация: В программе ArchiCAD 19 на основании проектной документации по объемно-планировочному решению строений выполнено исследование распределения температурных полей и потоков энергии, проходящих в период эксплуатации через ограждающие конструкции с утеплением из пенополистирола и минеральной ваты.

Проведено исследование распределения температур по толщине ограждающих конструкций и потоков энергий двух одноэтажных зданий при различном решении ограждающих конструкций кровли. Параметры моделей исследованных зданий задавались в программе ArchiCAD 19 на основании проектной документации по объемно-планировочному решению строений (рис. 1).

Рис. 1. Объемно-планировочное решение здания:
а – фасад; б – план; в – разрез

Исследованы варианты, которые имеют практически одинаковые габаритные размеры и высоту (рис. 2). Несколько отличается по высоте вариант 1. Это было сделано в целях выравнивания объемов внутреннего пространства дома, в связи с конструктивным решением расположения несущих конструкций кровли, которые снижают объем внутреннего пространства помещения [1, 2].

В программе ArchiCAD 19 имеется возможность моделирования распределения температурных полей в ограждающих конструкциях теплозащитной оболочки здания, а также потоков энергии, проходящих через нее в период эксплуатации.

На рисунке 3, а – в, представлен анализ температурных полей и потоков энергии в местах сопряжения дверного проема с ограждающими конструкциями. Решения узлов сопряжения дверного проема с ограждающими конструкциями по варианту 1 и 2 аналогичны друг другу. Рассматриваемые места имеют конструктивное решение и уровень теплозащиты, исключающие образование мостиков холода. Внутренняя температура помещения не допускает выпадения конденсата на поверхности внутри помещений, так как температура поверхности выше точки росы.

Сравнительный анализ температурных полей и потоков энергии в коньке (место сопряжения стропильных ног) показал, что вариант 1, с теплоизоляционным материалом пенополистиролом, лучше варианта 2, где теплоизоляционным материалом является минераловатные плиты (рис. 3, з, д). С позиции энергоэффективности вариант 2 более предпочтителен, так как теплопроводность древесины намного выше теплопроводности теплоизоляционного материала. Температура на внутренней поверхности конька ниже в зимний период эксплуатации, что приводит к дополнительным теплов потерям через боковые поверхности кровли в коньке.

Рис. 2. Конструкция кровли дома по вариантам 1 (а) и 2 (б)

Рис. 3. Результаты моделирования температурного поля, °С, и потока энергии, Вт/(м²·К) в местах сопряжения соответственно верхней (а), нижней (б), боковой (в) частей дверного проема и стенового ограждения; кровли и стропильной системы по вариантам 1 (з) и 2 (д) (начало)

Рис. 3. Окончание. Результаты моделирования температурного поля, °С, и потока энергии, Вт/(м²·К) в местах сопряжения соответственно кровли и пола по вариантам 1 (е) и 2 (ж)

Результаты моделирования температурных полей и потоков энергии в местах сопряжения кровли и конструкции пола между стропильными ногами показаны на рис. 3, е, ж.

Конструктивное решение узлов и уровень теплозащиты двух вариантов домиков исключают образование мостиков холода. Внутренняя температура помещения предотвращает выпадение конденсата на поверхностях и внутренних слоях ограждающих конструкций, так как температура внутренних поверхностей выше точки росы. Температура воздуха в домиках автоматически поддерживалась не ниже требуемых санитарно-гигиенических норм.

Проведено исследование распределения величин теплопоступления и теплопотерь вариантами моделей домов в течение года в период эксплуатации на основе географического расположения г. Тамбова. Для расчета в программе ArchiCAD 19 задавалась 3D-модель домов на основании принятых объемно-планировочных и конструктивных решений ограждающих и несущих конструкций. Посредством функции «Просмотр энергетической модели» учитывались инженерные системы, имеющиеся в здании.

Теплопотери в здании происходят через ограждающие конструкции в окружающую среду [6]. На данный фактор сильно влияет показатель расчетного сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции.

Теплопоступления в здание осуществляются за счет теплопередачи энергии через ограждающие конструкции из окружающей среды, когда температура наружного воздуха выше нормированной температуры внутри помещения [6] и системы отопления.

Теплопотери происходят за счет теплопередачи энергии через ограждающие конструкции в окружающую среду и работы системы вентиляции воздуха.

Суммарно поступающая и суммарно затрачиваемая энергии представлены в виде графиков (рис. 4). Как видно из графика, вариант 1 оказывается наиболее энергоэффективным. Разница по теплопоступлениям и теплопотерям у вариантов незначительна и составляет 2,6 %.

Суммарно поступающая энергия, кВт·ч

а)

Суммарно затрачиваемая энергия, кВт·ч

б)

Рис. 4. Суммарно поступающая энергия (а) и суммарно затрачиваемая энергии (б) (вариант 1– утепление кровли материалом «ПЕНОПЛЭКС КРОВЛЯ»; вариант 2 – «ИЗОРОК П-75»):

—♦— вариант 1 —■— вариант 2

Наличие в ограждающих конструкциях теплозащитной оболочки здания мостиков холода, имеющих более высокий коэффициент теплопроводности, чем у основного материала теплоизоляционного слоя, приводит в результате к перерасходу энергии на поддержании в доме комфортных условий выбранного режима эксплуатации помещения.

Из анализа полученных результатов видно, что вариант 2 модели домика проигрывает варианту 1 из-за наличия в конструкции кровли мостиков холода в местах расположения стропильных ног. В общем и целом, конструктивное решение ограждающей конструкции кровли теплозащитной оболочки дома по варианту 2 удовлетворяет нормам [6 – 8] по тепловой защите зданий, хотя и уступает варианту 1 с позиции энергоэффективности в плане решения ограждающей конструкции кровельного покрытия.

Список литературы

1. Об энергетическом потреблении зданий в отопительный период / В. П. Ярцев, С. А. Струлев, А. А. Мамонтов, И. А. Струлева // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2019. – № 9-10 (248-249). – С. 30 – 32.
2. Ярцев, В. П. К вопросу оценки энергетической эффективности ограждающих конструкций малоэтажных зданий / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов, С. А. Струлев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2019. – № 1-2 (240-241). – С. 24 – 27.
3. Ярцев, В. П. Сравнительный анализ эффективности применения утеплителей в каркасном домостроении / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2016. – № 6. – С. 32 – 35.
4. Ярцев, В. П. Влияние внешних воздействий на теплофизические и длительные механические свойства минераловатных плит / В. П. Ярцев, С. А. Мамонтов, А. А. Мамонтов // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – №1 (50). – С. 125 – 134.
5. СП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий. – Взамен СП 23-101-2000 ; введ. 2004-06-01. – М. : ФГУ ЦПП, 2004. – 145 с.
6. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-07-01. – М. : Минрегион России, 2012. – 100 с.
7. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013-01-01. – М. : Минстрой России, 2015. – 124 с.
8. Анализ экономической целесообразности применения различных ограждающих конструкций зданий / В. П. Ярцев, С. А. Струлев, А. А. Мамонтов [и др.] // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2018. – № 7-8 (234-235). – С. 24 – 27.

The Comparison of Thermal Characteristics of Polystyrene Foam and Mineral Wool under Atmospheric Impact

V. P. Yartsev, A. A. Kryukova

*Department of Structures of Buildings and Structures, jarcev21@rambler.ru;
TSTU, Tambov, Russia*

Keywords: mineral wool; expanded polystyrene; temperature distribution; heat losses; heat gain.

Abstract: In the ArchiCAD 19 software, on the basis of design documentation for the space-planning solution of buildings, a study of the distribution of temperature fields and energy flows passing through enclosing structures with insulation from expanded polystyrene and mineral wool during operation was conducted.

References

1. Yartsev V.P., Strulev S.A., Mamontov A.A., Struleva I.A. [On the energy consumption of buildings during the heating period], *Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka* [Building materials, equipment, technologies of the XXI century], 2019, no. 9-10 (248-249), pp. 30-32. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Yartsev V.P., Mamontov A.A., Strulev S.A. [On the issue of assessing the energy efficiency of enclosing structures of low-rise buildings], *Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka* [Building materials, equipment, technologies of the XXI century], 2019, no. 1-2 (240-241), pp. 24-27. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Yartsev V.P., Mamontov A.A. [Comparative analysis of the effectiveness of the use of heaters in frame housing construction], *Krovel'nyye i izolyatsionnyye materialy* [Roofing and insulating materials], 2016, no. 6, pp. 32-35. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Yartsev V.P., Mamontov S.A., Mamontov A.A. [Influence of external influences on thermophysical and long-term mechanical properties of mineral wool slabs], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no.1 (50), pp. 125-134. (In Russ., abstract in Eng.)
5. SP 23-101-2004. *Svod pravil po proyektirovaniyu i stroitel'stvu. Proyektirovaniye teplovoy zashchity zdaniy* [SP 23-101-2004. A set of rules for design and construction. Design of thermal protection of buildings], Moscow: FGU TSPP, 2004, 145 p. (In Russ.)
6. SP 50.13330.2012. *Svod pravil. Teplovaya zashchita zdaniy. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 23-02-2003* [SP 50.13330.2012. Set of rules. Thermal protection of buildings. Updated edition of SNIp 23-02-2003], Moscow: Minregion Rossii, 2012, 100 p. (In Russ.)
7. SP 131.13330.2012. *Svod pravil. Stroitel'naya klimatologiya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 23-01-99** [SP 131.13330.2012. Set of rules. Construction climatology. Updated edition of SNIp 23-01-99*], Moscow: Minstroy Rossii, 2015, 124 p. (In Russ.)
8. Yartsev V.P., Strulev S.A., Mamontov A.A., Struleva I.A., Zhrebtsov A.V., Popinako Ye.O. [Analysis of the economic feasibility of using various building envelopes], *Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka* [Building materials, equipment, technologies of the XXI century], 2018, no. 7-8 (234-235), pp. 24-27. (In Russ., abstract in Eng.)

Vergleich der wärmetechnischen Eigenschaften von expandiertem Polystyrol und Mineralwolle bei Witterungseinflüssen

Zusammenfassung: Im Programm ArchiCAD 19 ist auf der Grundlage der Projektdokumentation zur raumplanerischen Lösung von Gebäuden die Verteilung von Temperaturfeldern und Energieströmen untersucht, die im Betrieb durch umschließende Konstruktionen mit Dämmung aus expandiertem Polystyrol und Mineralwolle geleitet werden.

Comparaison des caractéristiques thermiques de la mousse de polystyrène et de la laine de roche dans des conditions atmosphériques

Résumé: Dans le programme ArchiCAD 19 à la base des documents de conception de la décision sur la planification des bâtiments est effectuée une étude de la distribution des champs de température et de flux d'énergie dans une période qui inclut le fonctionnement avec la protection et l'isolation en mousse de polystyrène et la laine minérale.

Авторы: *Ярцев Виктор Петрович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»; *Крюкова Ангелина Андреевна* – магистрант, ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.

Рецензент: *Леденев Виктор Васильевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.