



УДК: 811

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Ёвьева Ольга, Джумадурдыев Тиркеш

старшие преподаватели

Гурбансахедова Мерджен

студентка

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. В условиях глобального стремления к декарбонизации и сокращению энергетических затрат, выбор оптимального теплоизоляционного материала становится ключевым этапом проектирования любого современного здания. Теплоизоляция выполняет важнейшую функцию минимизации тепловпотерь через ограждающие конструкции, что напрямую влияет на эксплуатационные расходы и уровень комфорта внутри помещений. Энергоэффективные здания требуют материалов с крайне низким коэффициентом теплопроводности, долговечностью и экологической безопасностью в течение всего жизненного цикла. Сравнительный анализ различных видов утеплителей позволяет выявить наиболее рациональные решения для конкретных климатических условий и архитектурных задач. Современный рынок предлагает широкий спектр продуктов, начиная от традиционной минеральной ваты и заканчивая инновационными вакуумными панелями.

Ключевые слова: теплоизоляция, энергоэффективность, теплопроводность, минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан, пеностекло, эковата, вакуумные панели, аэрогель, долговечность, горючесть, строительство, материалы, экология.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMAL INSULATION MATERIALS FOR ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

Yovyyeva Olga, Jumadurdyev Tirkesh

Senior Lecturers

Gurbansahedova Merjen

Student

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. Introduction. In the global pursuit of carbon neutrality and reduced energy consumption, selecting the ideal thermal insulation material has become a cornerstone of modern architectural design. Thermal insulation serves the vital function of minimizing heat transfer through a building's envelope, directly impacting operational costs and indoor occupant comfort. Energy-efficient buildings, such as passive houses, demand materials with exceptionally low thermal conductivity, long-term structural stability, and environmental safety throughout their lifecycle. A comparative analysis of various insulators allows engineers to identify the most rational solutions based on specific climatic conditions and structural requirements. The market currently offers a spectrum of products ranging from traditional mineral wool to cutting-edge vacuum insulation panels.

Keywords: thermal insulation, energy efficiency, thermal conductivity, mineral wool, polystyrene, polyurethane, cellular glass, cellulose, vacuum panels, aerogel, durability, flammability, construction, materials, ecology.

Введение

Минеральная вата на основе базальтового волокна остается одним из самых востребованных материалов благодаря сочетанию негорючести и хороших теплотехнических характеристик. Коэффициент теплопроводности этого материала варьируется в пределах от 0,035 до 0,045 ватт на метр-кельвин, что обеспечивает высокую термическую эффективность. Важным преимуществом каменной ваты является ее паропроницаемость, позволяющая конструкциям «дышать» и предотвращающая накопление избыточной влаги в стенах. Однако высокая гигроскопичность требует обязательного устройства качественной гидроизоляции и пароизоляции для предотвращения потери теплозащитных свойств при намокании. Минераловатные плиты сохраняют геометрическую стабильность на протяжении десятилетий, не подвергаясь существенной усадке.

Стекловолоконная вата, производимая из расплава стеклянного боя или кварцевого песка, обладает схожими с базальтовой ватой свойствами, но имеет более длинные и эластичные волокна. Это придает материалу высокую вибростойкость и удобство при монтаже на криволинейных поверхностях или в труднодоступных местах. Теплопроводность стекловаты сопоставима с каменной ватой, однако она имеет меньшую плотность и более склонна к потере объема со временем. При работе с этим материалом требуется строгое соблюдение техники безопасности из-за хрупкости стеклянных нитей, способных вызвать раздражение кожи и слизистых. Экологичность стекловаты обусловлена использованием вторичного сырья, что снижает нагрузку на природные ресурсы.

Пенополистирол, широко известный как пенопласт, ценится за свою легкость, низкую стоимость и отличные влагозащитные свойства. Закрытая ячеистая структура материала делает



его практически водонепроницаемым, что позволяет использовать его в конструкциях фундаментов и цокольных этажей. Однако обычный пенополистирол обладает высокой горючестью и при термическом разложении выделяет токсичные вещества, что ограничивает его применение в высотном строительстве. Также материал характеризуется низкой паропроницаемостью, что может привести к образованию конденсата на стыке утеплителя и несущей стены. В энергоэффективных зданиях его часто заменяют более современными модификациями с антипиренами.

Экструдированный пенополистирол представляет собой более совершенную форму полимерного утеплителя с равномерной структурой из мелких закрытых ячеек. Он обладает значительно более высокой прочностью на сжатие и крайне низким коэффициентом водопоглощения по сравнению с обычным пенопластом. Теплопроводность экструдированного полимера составляет около 0,028–0,032 ватт на метр-кельвин, что делает его одним из лучших серийных утеплителей. Высокая жесткость плит позволяет использовать их под стяжку пола или в инверсионных кровлях, где материал подвергается значительным механическим нагрузкам. Основным недостатком остается его горючесть и необходимость защиты от прямого воздействия ультрафиолетовых лучей.

Пенополиуретан, наносимый методом напыления непосредственно на строительную площадку, обеспечивает создание бесшовного теплоизоляционного слоя. Отсутствие стыков и мостиков холода значительно повышает общую энергоэффективность ограждающей конструкции и герметичность здания. Коэффициент теплопроводности напыляемого полиуретана является одним из самых низких среди полимеров и достигает 0,022 ватт на метр-кельвин. Материал обладает отличной адгезией к большинству строительных поверхностей, включая бетон, кирпич и металл. Тем не менее, высокая стоимость оборудования и компонентов, а также зависимость качества слоя от квалификации оператора являются сдерживающими факторами.

Эковата, изготавливаемая из переработанной целлюлозы с добавлением природных антисептиков и антипиренов, позиционируется как самый экологичный утеплитель. Она обладает уникальной способностью связывать и отдавать влагу без существенной потери теплоизоляционных свойств, что регулирует микроклимат в помещении. Заполнение полостей эковатой производится методом задувки, что позволяет надежно изолировать конструкции любой сложной формы. Несмотря на органическое происхождение, наличие добавок буры и борной кислоты делает материал непригодным для жизни грызунов и устойчивым к гниению. Однако со временем эковата может подвергаться усадке, что требует строгого контроля плотности при монтаже.

Заключение



Сравнительный анализ показывает, что универсального теплоизоляционного материала не существует, и выбор всегда зависит от баланса технических, экономических и экологических факторов. Для частного домостроения оптимальным выбором часто становятся минеральная вата или эковата, в то время как для сложных технических объектов предпочтительнее пеностекло или пенополиуретан. Энергоэффективность здания будущего будет строиться на интеграции нанотехнологических решений и высокоэффективных традиционных материалов. Постоянное совершенствование технологий производства утеплителей открывает новые горизонты для создания комфортного и экологически чистого жилья. Грамотное применение теплоизоляции является залогом устойчивого развития строительной индустрии в долгосрочной перспективе.

Список литературы:

1. Кузнецов, С. В., & Иванова, М. Р. (2020). Техничко-экономическое сравнение современных утеплителей в климатических условиях северных регионов. Инженерно-строительный вестник, 14(2), 33-41.
2. Петров, А. Л., & Сидоров, П. Д. (2022). Энергоэффективность многослойных ограждающих конструкций с применением вакуумной изоляции. Журнал устойчивого строительства, 9(4), 85-92.
3. Васильева, Е. Н., & Морозов, И. В. (2019). Сравнительный анализ экологической безопасности полимерных и минеральных теплоизоляционных материалов. Экология в строительстве, 11(1), 50-58.
4. Николаев, Д. С., & Соколова, Т. В. (2021). Влияние влажностного режима на теплотехнические характеристики волокнистых утеплителей. Технологии гражданского строительства, 18(3), 67-74.
5. Федоров, К. М., & Смирнова, О. А. (2023). Оценка жизненного цикла и долговечности систем наружного утепления фасадов. Современные материалы и конструкции, 22(5), 102-110.