

ҚҰРЫЛЫС ТЕХНОЛОГИЯСЫ  
ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА  
CONSTRUCTION TECHNOLOGY

МРНТИ 67.09.33

DOI: <https://doi.org/10.62724/202610701>

Аманова Бибигуль Нағашебайевна\*<sup>1</sup>

Старший преподаватель,

Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск,  
Казахстан, [amanova.b@mail.ru](mailto:amanova.b@mail.ru), ORCID ID: 0009-0008-8891-2990

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА  
ЗДАНИЙ

**Аннотация.** Теплоизоляция зданий выступает важнейшим фактором повышения их энергетической эффективности. До 30–40% тепловых потерь приходится на ограждающие конструкции, в частности стены. Применение энергосберегающих теплоизоляционных материалов позволяет существенно сократить утечку тепла, снизить энергозатраты и обеспечить стабильный комфортный микроклимат в помещениях. В связи с этим одной из приоритетных задач при строительстве и реконструкции жилых зданий является эффективная минимизация теплопотерь.

Данное практическое исследование направлено на анализ использования современных высокоэффективных теплоизоляционных материалов с целью повышения энергоэффективности зданий. В рамках работы проведено экспериментальное изучение свойств и эксплуатационных характеристик актуальных теплоизоляционных решений.

Методологическая основа исследования объединяет теоретические и прикладные методы, используемые в практике проектирования и строительства, с учетом накопленного профессионального опыта и результатов экспериментальных испытаний. Оценка эффективности теплоизоляционных материалов осуществляется по показателю коэффициента теплопроводности ( $\lambda$ ): чем ниже его значение, тем выше способность материала снижать теплопередачу и минимизировать тепловые потери. Ключевой принцип действия заключается в уменьшении теплопередачи благодаря наличию воздушных или газонаполненных полостей в структуре материала (микропористая структура, ячеистое строение), которые препятствуют распространению теплового потока.

В ходе исследования и в рамках данной статьи проведён сравнительный анализ физико-технических характеристик теплоизоляционных материалов, включая аэрогель, целлюлозную и отражающую изоляцию, а также рассмотрены их ценовые предложения на рынке Республики Казахстан. Дополнительно изучены свойства современного строительного блока «FINNBLOCK», предназначенного для возведения стен без применения дополнительного утепления и отделочных работ, что позволяет рассматривать его как перспективную альтернативу традиционным строительным материалам.

**Ключевые слова.** теплопроводность, теплоизоляция, энергоэффективность, теплоизоляционные материалы, физико-технические свойства, строительный блок.

Аманова Бибігул Нағашебайқызы\*<sup>1</sup>

Аға оқытушы,  
Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан  
[amanova.b@mail.ru](mailto:amanova.b@mail.ru), ORCID ID: 0009-0008-8891-2990

## ҒИМАРАТТАРДЫ САЛУ ПРОЦЕСІНДЕ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ТИІМДІЛІГІ

**Аңдатпа.** Ғимараттардың жылу оқшаулауы олардың энергетикалық тиімділігін арттырудың маңызды факторы болып табылады. Жылу шығынының 30-40% - ы қоршау құрылымдарына, атап айтқанда қабырғаларға түседі. Энергияны үнемдейтін жылу оқшаулағыш материалдарды қолдану жылу ағынын едәуір азайтуға, энергия шығынын азайтуға және үй-жайларда тұрақты қолайлы микроклиматты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты тұрғын үйлерді салу және қайта құру кезіндегі басым міндеттердің бірі жылу шығынын тиімді азайту болып табылады.

Бұл практикалық зерттеу ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру мақсатында заманауи жоғары тиімді жылу оқшаулағыш материалдарды пайдалануды талдауға бағытталған. Жұмыс аясында өзекті жылу оқшаулау шешімдерінің қасиеттері мен пайдалану сипаттамаларын эксперименттік зерттеу жүргізілді.

Зерттеудің әдіснамалық негізі жинақталған кәсіби тәжірибе мен эксперименттік сынақтардың нәтижелерін ескере отырып, жобалау және құрылыс тәжірибесінде қолданылатын теориялық және қолданбалы әдістерді біріктіреді. Жылу оқшаулағыш материалдардың тиімділігін бағалау жылу өткізгіштік коэффициентінің ( $\lambda$ ) көрсеткіші бойынша жүзеге асырылады: оның мәні неғұрлым төмен болса, материалдың жылу беруді азайту және жылу шығынын азайту қабілеті соғұрлым жоғары болады. Негізгі жұмыс принципі-жылу ағынының таралуына кедергі келтіретін материал құрылымында (микрокеукті құрылым, торлы құрылым) ауа немесе газ толтырылған қуыстардың болуына байланысты жылу беруді азайту.

Зерттеу барысында және осы мақалада аэрогельді, целлюлозды және шағылыстыратын оқшаулауды қоса алғанда, жылу оқшаулағыш материалдардың физикалық-техникалық сипаттамаларына салыстырмалы талдау жүргізілді, сондай-ақ олардың Қазақстан Республикасының нарығындағы баға ұсыныстары қаралды. Қосымша оқшаулау мен әрлеу жұмыстарын қолданбай қабырғаларды тұрғызуға арналған "FINNBLOCK" Заманауи құрылыс блогының қасиеттері одан әрі зерттелді, бұл оны дәстүрлі құрылыс материалдарына перспективалық балама ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер.** жылу өткізгіштік, жылу оқшаулау, энергия тиімділігі, жылу оқшаулағыш материалдар, физикалық-техникалық қасиеттері, құрылыс блогы.

**Amanova Bibigul Nagashebayevna**<sup>\*1</sup>

Senior Lecturer,

West Kazakhstan Innovative Technology University, Uralsk, Kazakhstan

[amanova.b@mail.ru](mailto:amanova.b@mail.ru), ORCID ID: 0009-0008-8891-2990

## FUNCTIONAL EFFECTIVENESS OF ENERGY-SAVING THERMAL INSULATION MATERIALS IN THE CONSTRUCTION PROCESS OF BUILDINGS

**Abstract.** Thermal insulation of buildings is a crucial factor in improving their energy efficiency. Up to 30-40% of heat loss occurs through building envelopes, particularly through walls. The use of energy-efficient thermal insulation materials can significantly reduce heat leakage, lower energy consumption, and ensure a stable and comfortable indoor environment. Therefore, minimizing heat loss is a priority in the construction and renovation of residential buildings.

This practical study aims to analyze the use of modern high-performance thermal insulation materials in order to improve the energy efficiency of buildings. The study includes an experimental examination of the properties and performance characteristics of current thermal insulation solutions.

The methodological basis of the study combines theoretical and applied methods used in the practice of design and construction, taking into account the accumulated professional experience and the results of experimental tests. The effectiveness of thermal insulation materials is assessed based on the coefficient of thermal conductivity ( $\lambda$ ): the lower the value, the higher the material's ability to reduce heat transfer and minimize heat loss. The key principle of action is to reduce heat transfer by incorporating air or gas-filled cavities in the material's structure (microporous or cellular structure), which act as barriers to the flow of heat.

In the course of the study and within the framework of this article, a comparative analysis of the physical and technical characteristics of thermal insulation materials, including aerogel, cellulose, and reflective insulation, was conducted, and their price offers on the market of the Republic of Kazakhstan were reviewed. Additionally, the properties of the modern building block "FINNBLOCK" were studied, which is designed for building walls without the use of additional insulation and finishing, making it a promising alternative to traditional building materials.

**Keywords.** thermal conductivity, thermal insulation, energy efficiency, thermal insulation materials, physical and technical properties, building block.

**Введение.** Эффективная функциональность энергосберегающих теплоизоляционных материалов является одним из ключевых факторов повышения энергетической эффективности зданий и снижения эксплуатационных затрат в современном строительстве. В условиях ужесточения требований к энергопотреблению и экологической безопасности особую актуальность приобретает применение инновационных теплоизоляционных решений, обеспечивающих минимизацию теплопотерь, повышение комфортности внутренней среды и снижение выбросов парниковых газов.

В статье рассматриваются физико-технические свойства современных теплоизоляционных материалов, пенополистирольные и пенополиуретановые системы, а также материалы на основе аэрогелей и современный строительный FINNBLOCK. Проведен сравнительный анализ их теплопроводности, паропроницаемости, влагостойкости, долговечности и экологических характеристик. Рациональный выбор и грамотная интеграция теплоизоляционных систем позволяют существенно сократить энергопотребление, повысить срок службы конструкций и обеспечить устойчивое развитие строительной отрасли. Результаты исследования могут быть использованы при разработке проектных решений, нормативных документов и программ повышения энергоэффективности зданий.

#### **Материалы и методы исследований.**

Исследование проведено с применением теоретических и прикладных методов, используемых в практике проектирования, строительства и реконструкции зданий, с

опорой на профессиональный опыт и накопленные экспериментальные данные. Сравнительный эксперимент по определению коэффициентов теплопроводности различных материалов осуществлялся для оценки их теплоизоляционных характеристик и выявления эффективности в процессе передачи и сохранения тепловой энергии.

#### Результаты и их обсуждение.

Исследование - Сравнение коэффициентов теплопроводности современных материалов проведен с целью оценки теплоизоляционных свойств и определения их эффективности в передаче и удержании тепла. В качестве стены был выбран силикатный кирпич толщина - 250 мм, коэффициент теплопроводности - 0,81. В качестве влаговетрозащиты использован лист фанеры толщиной 8 мм. Для сравнения с альтернативной изоляцией была принята минвата.

Тепловой поток  $q = 21,68$  при использовании минваты толщиной 50 мм [1];

$q=10,37$  при использовании аэрогеля толщиной 50 мм;

$q=21,68$  при использовании целлюлозной изоляции толщиной 50мм;

$q=18,22$  пенополиуретан 50 мм

В данном случае для утепления использовались ЦИ (целлюлозная изоляция) и напыляемый пенополиуретан с открытыми ячейками. при использовании отражающей изоляции толщиной 50мм;

Таблица 1. Сравнения коэффициентов теплопроводности PUR и PIR с другими теплоизоляционными материалами [6,7].

Материал	Коэффициент теплопроводности
Пенополиуретан (PUR)	0,022 Вт/(м·К)
Пенополиизоцианурат (PIR)	0,022 Вт/(м·К)
Экструзионный пенополистирол (XPS)	0,028 Вт/(м·К)
Пенополистирол	0,038 Вт/(м·К)
Минеральная вата	0,038 Вт/(м·К)
Пенобетон	0,16 Вт/(м·К)

Ценовое предложение: Пенополиуретан (PUR) Пенополиизоцианурат (PIR) 6000 - 9 000 тг /м<sup>2</sup>. Минвата – 6000-7000 тг/м<sup>2</sup>.

Следует отметить, что минераловатный утеплитель при увлажнении существенно теряет теплотехнические свойства. Минвата может набирать воду и при замерзании превращается в лед. При глубоком проникновении влаги минвата слипается, волокна склеиваются, а материал теряет прочность.

Альтернатива минвате предлагается пенополиуретан, который обладает низким водопоглощением - до 2% от общей массы, что позволяет использовать плиты или панели в помещениях с повышенной влажностью.

Пенополистирол - термопластичный полимер, который широко используется в строительстве для теплоизоляции и упаковки [2].

Согласно теплотехническому расчету рекомендуется для жилых зданий использовать пенополистирол толщиной от 50 до 100 мм, для промзданий, от 100 до 200 мм. При утеплении крыши необходимо использовать толщину не менее 150 мм.

Целлюлозная изоляция - материал, который создается из переработанных газет и картона, обладает высокой теплоизоляционной способностью и может существенно

снизить затраты на отопление и кондиционирование воздуха. (состав: бумажная макулатура - 80 %; борная кислота - 12 %; бура - 8 %) [3].

Таблица 2. Характеристики целлюлозной изоляции

Свойство	Значение
Теплопроводность	0,038 Вт/(м·К)
Коэффициент сопротивления теплопередаче	3,7 м <sup>2</sup> ·К/Вт
Удельная теплоемкость	2100 Дж/(кг·К)
Плотность	30-50 кг/м <sup>3</sup>
Энергоэффективность	Высокая

Аэрогель - материал, который создается путем удаления жидкости из геля. Он обладает очень низкой теплопроводностью и может существенно улучшить теплоизоляцию здания. Он характеризуется низкой плотностью, низкой диэлектрической проницаемостью (1,1 ~ 2,5), низкой теплопроводностью (0,013 ~ 0,025 Вт / (мК)), высокой пористостью (80 ~ 99,8%), высокой удельной площадью поверхности (200 ~ 1000 м<sup>2</sup> / г) [4].

Таблица 3. Характеристика аэрогеля

Свойство	Значение
Теплопроводность	0,013-0,018 Вт/(м·К)
Коэффициент сопротивления теплопередаче	5,5-7,7 м <sup>2</sup> ·К/Вт
Удельная теплоемкость	1000-1200 Дж/(кг·К)
Плотность	100-200 кг/м <sup>3</sup>
Энергоэффективность	Очень высокая

Таблица 4. Отражающая изоляция - материал, который используется для уменьшения тепловпотерь через стены, крыши [5].

Свойство	Значение
Теплопроводность	0,03-0,05 Вт/(м·К)
Коэффициент сопротивления теплопередаче	1,5-2,5 м <sup>2</sup> ·К/Вт
Удельная теплоемкость	840 Дж/(кг·К)
Плотность	60-80 кг/м <sup>3</sup>
Энергоэффективность	Средняя

Ценовое предложение 1000 – 2000 тг/м<sup>2</sup>.

Как перспективную альтернативу традиционным строительным материалам при возведении зданий рассмотрим свойства современного строительного блока под названием «FINNBLOCK», предназначенного для возведения стен без применения дополнительного утепления и отделочных работ. Представляет собой комбинированный трёхслойный стеновой блок с несущими бетонными слоями и встроенным утеплителем, что делает стены одновременно прочными и тёплыми. Внутренний слой утеплителя пенополистирол ALPHAPOR. Технология строительства без колонн, ригеля и перемычек. Предусмотрено применение в строительстве зданий до 5 этажей и популярен при возведении коттеджей, школ, детских садов, административных, промышленных и складских зданий.

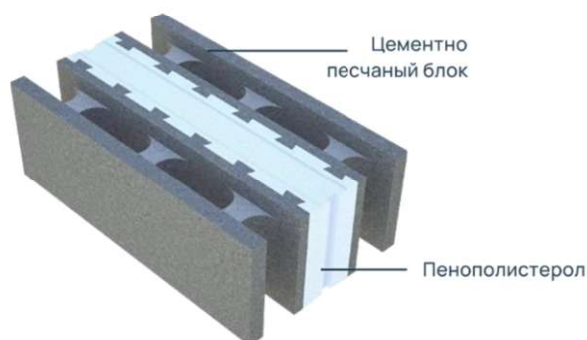


Рисунок 1. FINNBLOCK

В данном строительном блоке используется бетон марки М200, прочность при сжатии  $\sim 200 \text{ кг/см}^2$ ; морозостойкость F100; теплопроводность  $\lambda = 0,039 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$ , что сопоставимо с кирпичной стеной толщиной 1,5 м. Исследована эффективная теплоизоляция например, в отопительный сезон при наружной температуре воздуха равной  $-50^0\text{C}$  температура внутри здания составляет  $+23^0\text{C}$ . Следует отметить отличную звукоизоляцию стены например, при уровне шума снаружи здания 60-80 ДЦБ, то внутри помещения составляет 15-20 ДЦБ Стены обладают высокой сейсмостойчивостью (до 10 баллов).

FINNBLOCK - прогрессивная альтернатива другим стройматериалам, быстрота строительства, не требует выравнивание и утепление стен. На рисунке 2 приведен сравнительный анализ возведения стен из FINNBLOCKа, газоблока и кирпича, а в таблице 5 приведен сравнительный анализ характеристик FINNBLOCK, газоблока и кирпича.

Таблица 5. Сравнительный анализ характеристик FINNBLOCK, газоблока и кирпича

Характеристики	FINNBLOCK	Газоблоки	Кирпич керамический
Прочность, $\text{кг/см}^2$	200	10-50	50-150
Объемный вес, $\text{кг/м}^3$	690	450-900	1000-2000
Теплопроводность, $\text{Вт/м гр.}$	0,034	0,2-0,4	0,3-0,8
Морозостойкость (циклов)	100	25	50
Усадка, % мм/м	0	0,6-1,2	0
Водопоглощение, %	4	95	40

Звукоизоляция, Дц	52-65	42-48	54
Ценовое предложение, тг/м <sup>2</sup>	45 000	32 000	30 000



Рисунок 2. Сравнительный анализ возведения стен из FINNBLOCKа, газоблока и кирпича

Длина 6000мм, высота 3000мм,  
 толщина стены 350мм  
 Виды работ и материалов:  
 1.FINNBLOCK  
 2.Арматура  
 3.Бетон В15 мелкозернистый  
 4.Монтажная пена  
 5.Работа

Длина 6000мм, высота 3000мм,  
 толщина стены 38см  
 1.Устройство колонн 2шт 40\*40см  
 2.Бетон В25  
 3.Арматура  
 4.Устройство несущей балки или  
 сейсмопояса  
 5.Бетон В25  
 6.Арматура  
 7.Кирпич  
 8.Раствор кладочный  
 9.Сетка ВР кладочная  
 10.Штукатурка цементно-  
 песчаная снаружи внутри  
 11. Сетка штукатурная  
 12.Утеплитель Пемоплекс 50мм  
 13.Дюбель зонтики  
 14.Опалубка на колонну и балку  
 15. Работа по кладке  
 16. Работа по штукатурке  
 16. Работа по утеплению

Длина 6000мм, высота  
 3000мм, толщина стены 30см  
 1.Устройство колонн 2шт  
 40\*40см  
 2. Бетон В25  
 3. Арматура  
 4. Устройство несущей балки  
 или сейсмопояса  
 5. Бетон В25  
 6. Арматура  
 7. Газоблок  
 8. Тонкостенный клеящий  
 раствор (толщина 3мм)  
 9. Вертикальный профиль  
 120\*50\*2мм  
 10.Закладная деталь  
 120\*70\*4мм  
 11.Распорный анкерный болт  
 12. Минвата 100 мм  
 13.Дюбельзонтики  
 14.Опалубка на колонны и  
 балку  
 15. Работа по кладке работа по  
 утеплителю

**Заключение.** Результаты сравнения показателей энергоэффективности пароизоляционных материалов (аэрогеля и минваты) демонстрируют, что аэрогель более эффективный, так как обладают гидрофобными свойствами, благодаря применению технологии открытых ячеек при их производстве. Аэрогели обладают сопротивлением паропрооницанию, которое превышает минваты примерно в 10 раз.

Рассмотренные целлюлозная изоляция, аэрогель и отражающая изоляция проявились как многообещающие альтернативы минвате, обладая высокой теплоизоляционной эффективностью.

Энергосберегающие теплоизоляционные материалы являются важным элементом устойчивого строительства и повышают энергоэффективность зданий за счёт снижения теплопотерь. Развитие инновационных материалов (аэрогели, композиты, отражающие слои) обеспечивает более высокие показатели изоляции, а их интеграция в строительные конструкции способствует значительной экономии энергии, снижению затрат и улучшению комфорта зданий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев, В.С. Энергоэффективность и теплозащита зданий / В.С. Беляев, Ю.Г. Граник, Ю.А. Матросов // Москва, 2014.
2. Данилевский, Л.Н. Принципы проектирования и инженерное оборудование энергоэффективных жилых зданий / Л.Н. Данилевский // Минск, Бизнесофсет; 2013.
3. Поняев, А. Н. Строим энергоэффективные здания: тенденция настоящего времени / А. Н. Поняев, Ю. Я. Дворников. - Текст : непосредственный // Техника. Технологии. Инженерия. 2019. № 3 (13). - С. 17-21.
4. Лина, Ч. Современные энергоэффективные здания /Ч. Лина, Т.П. Билушова //Строительство и архитектура, 2016. С. 80.
5. Беляев, В.С., Энергоэффективность и теплозащита зданий / В.С. Беляев, Ю.Г. Граник, Ю.А. Матросов // Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2012 - 400 с.
6. СН РК 3.02-38-2013 «Энергосберегающие здания».
7. СП РК 2.04-106-2012 «Проектирование тепловой защиты зданий».

### REFERENCES

1. Belyaev V.S., Granik Yu.G., Matrosov Yu.A. Energoeffektivnost' i teplozashchita zdaniy. [Energy efficiency and thermal protection of buildings.]. Moskva, (2014). – (In Rus)
2. Danilevskij L.N. Principy proektirovaniya i inzhenernoe oborudovanie energoeffektivnyh zhilyh zdaniy. [Design principles and engineering equipment of energy-efficient residential buildings.]. Minsk: Biznesofset, (2013). – (In Rus)
3. Ponyaev A.N., Dvornikov Yu.Ya. Stroim energoeffektivnye zdaniya: tendenciya nastoyashchego vremeni. [Building energy-efficient buildings: a current trend.]. // Tekhnika. Tekhnologii. Inzheneriya. (2019): – № 3 (13). – S. 17-21. – (In Rus)
4. Lina Ch., Bilyushova T.P. Sovremennyye energoeffektivnye zdaniya. [Modern energy-efficient buildings.]. // Stroitel'stvo i arhitektura. (2016): – S. 80. – (In Rus)
5. Belyaev V.S., Granik Yu.G., Matrosov Yu.A. Energoeffektivnost' i teplozashchita zdaniy. [Energy efficiency and thermal protection of buildings.]. Uchebnoe posobie. M.: Izdatel'stvo ASV, (2012): – 400 s. – (In Rus)
6. SN RK 3.02-38-2013 «Energoberegayushchie zdaniya». [Building Regulations of the Republic of Kazakhstan 3.02-38-2013 "Energy-saving buildings"]. – (In Rus/Kaz)
7. SP RK 2.04-106-2012 «Proektirovanie teplovoj zashchity zdaniy». [Code of Practice of the Republic of Kazakhstan 2.04-106-2012 "Design of thermal protection of buildings"]. – (In Rus/Kaz)