

Энергоэффективные стеновые материалы для коттеджного строительства

А. Проскуровскис¹, Л. Г. Назинян², А.А. Тарасова³, С.В. Беляева⁴

¹⁻⁴ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье обзор

Аннотация

Основной проблемой при выборе жилья является выбор оптимального места для жизни с точки зрения чистоты окружающей среды, развитой инфраструктуры, безопасности данного района или территории, а также стоимости самого жилья. Проанализировав все вышеуказанные факторы, люди часто предпочитают строить загородные коттеджи. Именно поэтому при постройке собственного дома одной из первостепенных задач является выбор ограждающих конструкций и материала их изготовления, т.к. они делают существенный вклад в долговечность, энергоэффективность и теплозащиту здания. Целью данной работы является проведение анализа рынка стеновых строительных материалов, выбор наиболее часто используемых и энергоэффективных решений, а также проведение сравнения их энергоэффективности и стоимости квадратного метра стены, выполненного из каждого из отображенных материалов.

Ключевые слова: газобетон, керамзитобетон, кирпич, долговечный материал, энергоэффективный материал, сравнение стоимости стеновых материалов

Содержание

1.	Введение	112
2.	Показатели стеновых материалов	114
2.1.	Энергоэффективность	114
2.2.	Долговечность	115
2.3.	Предел прочности при сжатии	115
3.	Технология возведения	116
4.	Итоговая стоимость стены площадью 1 м ²	116
5.	Заключение	117

Контактный автор:

1. +79013734222, arprosk@gmail.com (Проскуровскис Артурс, студент)
2. 89189026085, nazinyan.lg@edu.spbstu.ru (Назинян Левон ГайковичЛ. Г., студент)
3. +7(906)2550789, tarasova3.aa@edu.spbstu.ru (Тарасова Анна Андреевна, студент)
4. +7(921)9056310, sbelaeva@gmail.com (Беляева Светлана Вячеславовна, старший преподаватель)

1. Введение

В настоящее время ведется активная работа по улучшению существующих строительных материалов и технологий, а также разработка новых с целью увеличить энергоэффективность зданий, скорость их возведения и уменьшить их стоимость. Так, например керамзитобетонные, керамические или газобетонные блоки уже нельзя представить без всех привычных атрибутов, которые были придуманы и введены совсем недавно. К таким можно отнести пазогребневную систему, которая одновременно позволяет сократить время на укладку блоков, а также исключить продуваемость стен за счет отсутствия каких-либо промежутков между блоками. Однако, несмотря на огромную работу, сделанную специалистами данной области, проблема создания одновременно теплоэффективных и долговечных материалов до сих пор остается наиболее актуальной.

Теоретический материал по методам исследования наружных стен с целью повышения их энергоэффективности, а также разные типы стен приведен в работах [1-5].

В статье «Обзор методов оценки энергоэффективности стен» рассмотрены более 150 статей и проанализированы наиболее актуальные методы, используемые при оценке энергоэффективности. Данный обзор охватывает фундаментальные теоретические основы, а также оборудование и материалы, необходимые для измерений на месте, критерии установки оборудования, ошибки, вызванные метрологическими и экологическими аспектами, сбор данных, их обработка и анализ [1].

В статьях [2] и [3] рассматривается новая Т-образная стена. Результаты исследования показали, что температура воздуха в помещении для испытаний была выше 16,0 °С в течение более половины периода испытаний, что удовлетворяет существующим государственным стандартам. Кроме того, эффективность улучшенной Т-образной стены была выше на 50% в дневное время. Потенциал энергоэффективности данной стены для офисного здания был оценен с использованием программного обеспечения для расчета динамической тепловой нагрузки THERB. Исследование показало, что данная система фентилируемого фасада может снизить ежегодные затраты энергии на 3,7% по сравнению с аналогичной без подачи воздуха.

В статье «Вычисление минимальной стоимости строительства наружной стены здания с учетом его энергоэффективности» исследователи показали, что с помощью программного обеспечения Integer Linear Programming (ILP) можно подобрать материалы нужной толщины, для минимизации стоимости строительства наружной стены с учетом соблюдения всех стандартов и ограничений. В исследовании представлено более 5,5 миллионов комбинаций различных выбранных материалов и их толщин для разных слоев стены [4].

Исследователи Санкт-Петербургского Политехнического университета представили результаты исследования теплофизических испытаний жилых зданий типовой серии с несущими стенами из газобетонных блоков и облицовочным каменным слоем. Было доказано, что для рассматриваемого района строительства двухслойные наружные стены без дополнительной теплоизоляции не являются рациональными [5].

Теоретический материал по традиционным строительным материалам для возведения стен приведен в работах [6-7].

Pietro Picino утверждает, что одним из наиболее интересных традиционных строительных материалов является высушенный на солнце глиняный кирпич «Саман», в состав которого добавляют волокнистые растительные материалы для предотвращения растрескивания во время сушки на солнце. В статье автор показал результаты испытаний сырцового кирпича, армированного волокнистыми материалами [6].

В статье «Тепловой комфорт в зданиях с использованием современных строительных материалов» показана степень удовлетворенности человека условиями температурной и тепловой среды восьми исследуемых зданий, в строительстве которых используются современные строительные материалы. Было обнаружено, что пассивное охлаждение оказывает существенное влияние на тепловую среду внутреннего пространства и является неотъемлемой частью здания. В качестве основных материалов были использованы долговечные строительные материалы, такие как цемент и сталь [7].

Теоретический материал по исследованию и применению разных типов керамзитобетона приведен в работах [8-13].

Горин В.М., Шиянов Л.П. показали, что применение керамзитобетона на современном этапе имеет широкие перспективы. Помимо этого приведены области применения керамзита различной плотности [8].

Исследователи из Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета описали результаты исследований влияния различных факторов на свойства мелкозернистого керамзитобетона на основе безобжигового ангидритового вяжущего. Показаны результаты оценки целесообразности инвестиций в технологию производства перегородочных камней из предлагаемого материала методом вибропрессования [9].

В статье «Керамзитобетон в жилищно-гражданском строительстве республики Башкортостан» рассмотрены технические аспекты и перспективы применения крупнопористого и вибропрессованного конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона в конструкциях наружных стен малоэтажных зданий, мансардных ограждений и в качестве утеплителя наружных панельных стен. Показано его преимущества перед

традиционными минерало-ватными и органическими утеплителями как более прочного, долговечного и огнестойкого материала [10].

Бондарь В.В представил накопленный общемировой опыт применения конструкционного керамзитобетона, в том числе высокопрочного, при строительстве гражданских и промышленных зданий, гидротехнических и мостовых сооружений, в дорожном строительстве. Замечены основные преимущества и недостатки, выявленные на протяжении большей части жизненного цикла объектов - начиная со стадии проектирования и заканчивая эксплуатацией [11].

Исследователи Таджикского Политехнического университета привели результаты изучения воздействия добавки подмыльного щелока на качества низкомарочного керамзитобетона. Добавка понижает объемную массу, увеличивает коэффициент конструктивного свойства и позволяет понизить удельные затраты цемента на 10 % в составе керамзитобетона [12].

Исследователи Казанского государственного архитектурно-строительного университета обсудили технические нюансы применения крупнопористого керамзитобетона в конструкциях наружных стен и мансардных кровель. Доказано его преимущество перед классическими минераловатными и органическими утеплителями в связи с более высокой долговечностью и огнестойкостью материала [13].

Теоретический материал по оценке и анализу энергоэффективности и эффективности стен приведены в работах [14-19].

В статье «Анализ снижения тепловой эффективности ограждающих конструкций здания в процессе эксплуатации» освещены итоги оценки физического износа жилых зданий, построенных по типовым проектам с учетом их этажности и материалов стен. Рассмотрено воздействие всевозможных повреждений здания на состояние его теплового баланса. Обнаружены зависимости снижения тепловой защиты ограждающих конструкций зданий, выполненных из различных материалов, от степени их износа. Помимо этого предложены основные рекомендации по улучшению энергоэффективности зданий, позволяющие минимизировать тепловые потери и обеспечить комфортные параметры микроклимата в помещениях [14].

Авторы статьи «Эффективный керамзитобетон в России» показали опыт развития производства и применения керамзита и керамзитобетона, ставших основой для индустриального домостроения и решения жилищной проблемы в России. Приводятся строительные-технические свойства и сферы применения керамзита в ограждающих и несущих конструкциях. Наравне с этим дается сравнительная оценка и показаны преимущества применения керамзита и керамзитобетона в строительстве. Применение этих материалов перспективно в антикризисной программе для возведения зданий повышенной этажности, высотных и для малоэтажного строительства [15].

В статье «Оценка теплозащитных характеристик кладок из пустотелых керамзитобетонных камней» исследователи произвели оценку теплозащитных характеристик кладок из пустотелых керамзитобетонных камней. Были представлены результаты экспериментального исследования теплопроводности беспесчаного керамзитобетона и кладок из пустотелых керамзитобетонных камней на цементно-песчаном растворе производства ООО «Экоресурс» в городе Тольятти. Исследование теплопроводности образцов из керамзитобетона производилось по стандартной методике, кладок из керамзитобетонных камней - расчетным методом по авторской методике с применением компьютерной программы THERM [16].

В статье «Динамические тепловые характеристики обычных и альтернативных ограждающих конструкций» показано влияние различных тепловых свойств строительного материала и его конфигураций на параметры тепловых характеристик возводимой стены [17].

Авторы статьи «Оценка потенциала энергоэффективности в хозяйствах с низким доходом: гибкий и детальный подход» выяснили, что домашние хозяйства с низким доходом в США могут экономить около 13 миллиардов долларов в год при использовании более энергоэффективных материалов. Более того, они показали, что расходы зависят от местоположения здания, площади и наличия кондиционеров в здании [18].

Md Aurangzeb, Amiya K. Jana предложили модель процесса теплопередачи для металлической стены с улучшенной производительностью. В дополнение было сказано, что коэффициент теплопередачи, энергосбережение и стоимость - это три используемых показателя при оценке эффективности стен [19].

Теоретический материал по оценке актуальности бетонных и керамзитобетонных изделий в качестве материала для строительства домов приведены в работах [20-22].

Глубокий и всесторонний анализ актуальности керамзитобетона приведено в статье Горина В.М. и Шиянова Л.П. В их статье показано, что применение керамзитобетона на современном этапе имеет широкие перспективы. Приведены сферы применения керамзита различной плотности [20].

Похожее исследование провел Касимов А.А. В его статье ставится задача рассмотреть конструктивный керамзитобетон как замену тяжелому бетону. Автор данной статьи сравнивает конструктивный керамзитобетон и тяжелый бетон с целью выявления преимуществ керамзитобетона, также в статье говорится о перспективах развития конструктивного керамзитобетона [21].

Henri Van Damme в своей работе высказал предположение, что параллельно с внедрением роботов, цифровые технологии могут стать ключевым фактором для применения инноваций в создании новых материалов. Например, можно получить «цифровой бетон» благодаря применению нанотехнологий [22].

Теоретический материал по материалам для малоэтажного строительства и технологиям возведения домов из них приведен в работах [23-28].

Попов Л.Н. в своей статье привел широкую номенклатуру строительных материалов, описал их свойства, производство и применение в современном малоэтажном жилищном строительстве [23].

Исследователи Кубанского государственного технологического университета сравнили строительство домов из соломенных блоков с возведением домов из других популярных строительных материалов у нас в России, таких как кирпич, газоблок. Приводятся технические характеристики соломы как основного строительного материала, используемого при соломенном домостроении. Описывается технология строительства с использованием соломенных блоков. Каркасное домостроение с применением соломенных блоков может популяризовать малоэтажное строительство среди населения Российской Федерации, привлекая своей экономичностью строительству и энергоэффективностью [24].

Воробьев А.А., Харун М. провели похожее исследование, в котором выяснили, что глина является наиболее широко распространенной горной породой и на ее основе практически везде можно изготавливать цементогрунт, который в зависимости от плотности используется как для устройства фундаментов, так и для возведения стен [25].

В статье «Теплопередача в строительных материалах» рассмотрены новые подходы в использовании строительных материалов, таких как алюминий, кирпич, керамика, цемент, бетон, стекло, мрамор, штукатурка, гранит и связанные с ними свойства. В дальнейшем были обсуждены и классифицированы термические свойства данных строительных материалов [26].

В статье «База данных энергосберегающих материалов и их анализ» ученые выяснили, что большинство неэнергоэффективных стеновых материалов стало пропадать с рынка начиная с 1994 года, потому что крупномасштабные государственные проекты дали толчок в развитии энергоэффективных материалов для ограждающих конструкций [27].

Корнилов П.П., в своей статье проанализировал существующую типологию и материалы для инновационного малоэтажного жилого строительства в России [28].

Однако, не смотря на большой объем исследований, посвященных данным темам, до настоящего времени в полной мере не была раскрыта тема стоимости квадратного метра стены, выполненного из наиболее распространенных на Российском рынке энергоэффективных материалов по технологиям, предписанными их производителями.

Целью данной работы является проведение анализа рынка стеновых строительных материалов, выбор наиболее часто используемых и энергоэффективных решений, а также проведение сравнения их энергоэффективности, прочности на сжатие, долговечности и стоимости квадратного метра стены, выполненного из каждого из отображенных материалов.

2. Показатели стеновых материалов

2.1. Энергоэффективность

В процессе изучения рынка стеновых материалов для коттеджей были выбраны наиболее часто используемые и энергоэффективные. Энергоэффективными считались стеновые материалы, которые соответствовали минимальным требованиям значения сопротивления теплопередаче для жилого здания в Санкт-Петербурге, согласно СНиП 23-02-2003, а также были заявлены их производителями как энергоэффективные. В результате были отобраны 5 материалов: Керамзитобетонный многощелевой камень Polarit Comfort 400 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,125$ Вт/м²*С, Керамический блок 51 14,3 НФМ100/125 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,14$ Вт/м²*С, Брус 150x150x6000 мм ЕВ сорт 1-2 ГОСТ 8486-86 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,1$ Вт/м²*С, Газобетон Аегос 400x250x625 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,117$ Вт/м²*С и Щепоцементные блоки Durisol 375x250x625 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,15$ Вт/м²*С.

Как видно из диаграммы (рис. 1), наименьшими коэффициентами теплопроводности обладают клееный брус и газобетон Аегос. Затем следуют керамзитобетонные блоки Меликонполар, керамические блоки Вгаег и щепоцементные блоки Durisol.

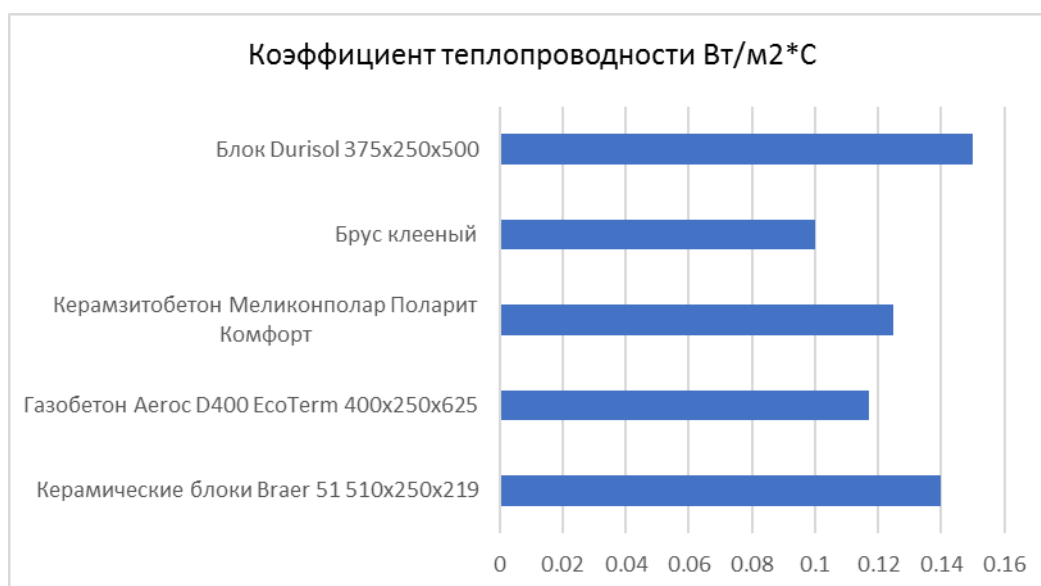


Рисунок 1. Показатели энергоэффективности отобранных стеновых материалов

Диаграмма ясно указывает, что меньшей долговечностью обладают газобетон Аерос, затем следуют керамзитобетонные блоки Меликонполар и брус клееный. Несколько большей долговечностью обладают керамические блоки Braer и щепоцементные блоки Durisol.

2.2. Долговечность

Кроме того, вышеуказанные стеновые материалы были проанализированы на долговечность. Заявленная производителем долговечность для керамзитобетонных многощелевых камней Polarit Comfort 400 равняется 100 годам, для керамических блоков 51 14,3 НФМ100/125 - 150 годам, для бруса 150x150x6000 мм ЕВ сорт 1-2 ГОСТ 8486-86 с – 100 лет, для газобетона Аерос 400x250x625 – более 40 лет и для щепоцементных блоков Durisol 375x250x625 -150 годам.

Диаграмма указывает, что наименьшей долговечностью в нормальных условиях эксплуатации обладают газобетон Аерос, затем следуют керамзитобетонные блоки Меликонполар и брус клееный. Большей долговечностью обладают керамические блоки Braer и щепоцементные блоки Durisol.



Рисунок 2. Показатели долговечности отобранных стеновых материалов

2.3. Предел прочности при сжатии

В заключение, вышеуказанные стеновые материалы были проанализированы на предел прочности при сжатии. Заявленный производителем предел прочности при сжатии для керамзитобетонных многощелевых камней Polarit Comfort 400 равняется 2.5 МПа, для керамических блоков 51 14,3 НФМ100/125 – 12.26 МПа, для бруса 150x150x6000 мм ЕВ сорт 1-2 ГОСТ 8486-86 с – 39 МПа, для газобетона Аерос 400x250x625 – 3.14 МПа и для щепоцементных блоков Durisol 375x250x625 -данный показатель не был указан.

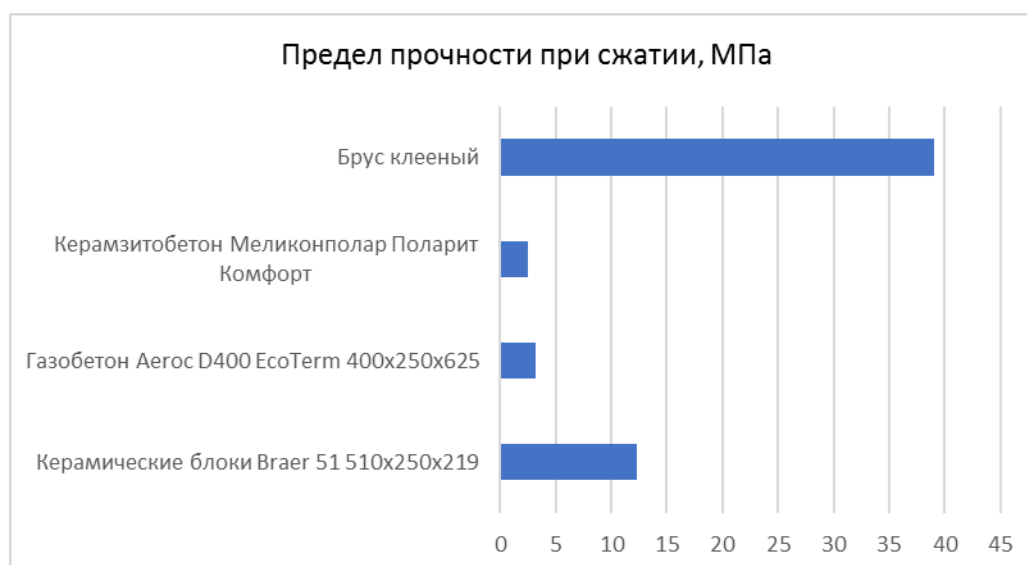


Рисунок 3. Показатели предела прочности при сжатии отобранных стеновых материалов

Из диаграммы наглядно видно, что наименьшим пределом прочности при сжатии обладают керамзитобетонные блоки Меликонполар и затем следуют газобетон Аерос. Наибольшей прочностью обладают брус клееный и керамические блоки Braer.

3. Технология возведения

Как известно, перед возведением стен необходимо обустроить фундамент, конструкцию, которая будет воспринимать нагрузки от стен дома. В нашем случае, оценка типа фундамента невозможна, но точно известно, что после его обустройства, перед укладкой на него стеновых материалов, необходимо провести нивелировку поверхности 3-им классом. После нивелировки фундамент необходимо гидроизолировать.

При укладке стеновых блоков сначала закладывают угловые блоки, далее размечают дверные и оконные проемы, после чего изготавливают раствор из сухой растворной смеси и кладут блоки. Для придания конструкции необходимой прочности, первый ряд блоков армируют. Армирование последующих рядов зависит от конструкции дома. Через 2-3 ряда по высоте ровность кладки проверяется нивелиром. В конце работ выполняется обязательное оштукатуривание с минимальной толщиной 10 мм с внешней и внутренней сторон, вне зависимости от финишной внутренней и внешней отделки.

Первым шагом для возведения стены из бруса является обустройство обвязки фундамента из нестроганой доски сечением 100×150 мм, которая устанавливается на основание на ребро. Выкладка стен ведётся ряд за рядом на межвенцовое соединение паз-гребень. Между брусками обязательно прокладывается герметизирующий материал - льноджутового полотна. Для надежной фиксации профилированного бруса применяются металлические нагели. Стоит отметить, что для вентиляции первого слоя утеплителя, на стене монтируется обрешетка из деревянных планок, далее на обрешетку набивается каркас для фиксации утепляющего материала. Крепление диффузионной мембраны позволит обеспечить гидро- и ветрозащиту. Завершаются работы монтажом фасадной отделки (вагонка, сайдинг) с воздушным зазором.

4. Итоговая стоимость стены площадью 1 м²

Был произведён анализ стоимости материалов и работ, выведена их средняя стоимость, и на этом основании была посчитана стоимость квадратного метра стены, выполненного из каждого из материалов.

Расчеты показали, что итоговая стоимость квадратного метра стены, выполненного из керамзитобетонных Аерос D400 составит 4869,28 руб, при использовании керамзитобетонных блоков Меликонполар – 6432 руб, при использовании блоков Durisol - 9543.5 руб, при использовании бруса – 4452 руб, а при использовании керамического блока – 4234 руб.

Представленные на диаграмме (рис. 4) данные показывают, что дороже всего будет строить 1 м² из блоков Durisol и керамзитобетонных блоков Меликонполар, а стоимость 1 м² стены из керамических или газобетонных блоков, или из бруса будет примерно идентичной.



Рисунок 4. Диаграмма стоимости 1 м² стены, выполненной из отобранных стеновых материалов

5. Заключение

В статье были проанализированы 5 наиболее распространенных на рынке Санкт-Петербурга энергоэффективных стеновых материалов.

1. Анализ энергоэффективности отобранных материалов показал, что наименьшими коэффициентами теплопроводности обладают клееный брус и газобетон Аерос. Затем следуют керамзитобетонные блоки Меликонполар, керамические блоки Брагг и наибольшим коэффициентом теплопроводности обладают щепоцементные блоки Durisol.

2. Анализ материалов по долговечности показал, что наименьшей долговечностью обладают газобетон Аерос, затем следуют керамзитобетонные блоки Меликонполар и брус клееный. Наибольшей долговечностью обладают керамические блоки Брагг и щепоцементные блоки Durisol.

3. Анализ предела прочности при сжатии материалов показал, что наименьшим пределом прочности при сжатии обладают керамзитобетонные блоки Меликонполар и затем следуют газобетон Аерос. Наибольшей прочностью обладают брус клееный и керамические блоки Брагг.

4. Анализ стоимости квадратного метра стены, выполненной из отобранных материалов показал, что дороже всего будет строить 1 м² из блоков Durisol и керамзитобетонных блоков Меликонполар, а стоимость 1 м² стены из керамических или газобетонных блоков, или из бруса будет примерно идентичной.

5. Таким образом, наиболее оптимальными стеновыми материалами для коттеджного строительства с точки зрения стоимости, энергоэффективности, предела прочности при сжатии и долговечности являются керамические блоки Брагг и клееный брус. Возведение стен с использованием газобетонных блоков Аерос, керамзитобетонных блоков Меликонполар и щепоцементных блоков Durisol является менее оптимальным решением.

В дальнейшем на основании данного исследования стоит цель разработать новый строительный блок, который будет превосходить все вышеуказанные материалы по выбранным параметрам.

Литература

- [1]. David Bienvenido-Huertas, Juan Moyano, David Marín, Rafael Fresco-Contreras. Review of in situ methods for assessing the thermal transmittance of walls. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 102. Pp. 356-371.
- [2]. Qingsong Ma, Hiroatsu Fukuda, Xindong Wei, Agus Hariyadi. Optimizing energy performance of a ventilated composite Trombe wall in an office building. *Renewable Energy*. 2019. Vol. 134. Pp. 1285-1294.
- [3]. Jiankai Dong, Zhihua Chena, Long Zhang, Yuanda Cheng, Suyuting Sun, Jif Jie. Experimental investigation on

References

- [1]. David Bienvenido-Huertas, Juan Moyano, David Marín, Rafael Fresco-Contreras. Review of in situ methods for assessing the thermal transmittance of walls. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 102. Pp. 356-371.
- [2]. Qingsong Ma, Hiroatsu Fukuda, Xindong Wei, Agus Hariyadi. Optimizing energy performance of a ventilated composite Trombe wall in an office building. *Renewable Energy*. 2019. Vol. 134. Pp. 1285-1294.
- [3]. Jiankai Dong, Zhihua Chena, Long Zhang, Yuanda Cheng, Suyuting Sun, Jif Jie. Experimental investigation on

- the heating performance of a novel designed trombe wall. Energy.2019. Vol. 168. Pp. 728-736.
- [4]. Andrea Salandin, David Soler. Computing the minimum construction cost of a building's external wall taking into account its energy efficiency. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2018. Vol. 338. Pp. 199-211.
- [5]. Корниенко С.В., Ватин Н.И., Горшков А.С. Оценка теплотехнической эффективности двухслойных наружных стен из газобетонных блоков // Кровельные и изоляционные материалы. 2016. № 5. С. 24-31.
- [6]. Pietro Picuno. Use of traditional material in farm buildings for a sustainable rural environment. International Journal of Sustainable Built Environment. 2016. Vol. 5. Pp. 451-460.
- [7]. D.G.Leo Samuel, K.Dharmasastha, S.M.Shiva Nagendra, M. Prakash Maiya. Thermal comfort in traditional buildings composed of local and modern construction materials. International Journal of Sustainable Built Environment. 2017. Vol. 6. Pp. 463-475.
- [8]. Горин В.М., Шиянов Л.П. Керамзит и керамзитобетон в жилищном строительстве и коммунальном хозяйстве // Строительные материалы. 2007. № 10. С. 98-100.
- [9]. Каклюгин А.В., Трищенко И.В., Козлов А.В., Мирская М.В. Мелкозернистый керамзитобетон на основе безобжигового ангидритового вяжущего // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 6 (654). С. 23-29.
- [10]. Недосеко И.В., Пудовкин А.Н., Кузьмин В.В., Алиев Р.Р. Керамзитобетон в жилищно-гражданском строительстве республики Башкортостан. Проблемы и перспективы // Жилищное строительство. 2015. № 4. С. 16-20.
- [11]. Бондарь В.В. Конструкционный керамзитобетон в строительстве. Опыт и перспективы применения // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. 2018. № 8. С. 112-12
- [12]. Шарифов А., Шарипов Ф.Б., Акрамов А.А. Низкомарочный керамзитобетон с воздухововлекающей химической добавкой // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. Т. 1. № 3 (43). С. 70-74.
- [13]. Недосеко И.В., Бабков В.В., Алиев Р.П., Кузьмин В.В. Применение конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона при строительстве и реконструкции зданий жилищно-гражданского назначения // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1 (13). С. 325-330.
- [14]. Воробьева Ю.А., Васильева Т.А., Лунина А.В., Совпель Д.М. Анализ снижения тепловой эффективности ограждающих конструкций здания в процессе эксплуатации // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2017. № 3(2). С. 77-83.
- [15]. Горин В.М., Токарева С.А., Кабанова М.К. Эффективный керамзитобетон в России // Строительные материалы. 2009. № 9. С. 54-57.
- [16]. Выхчиков Ю.С., Выхчиков А.Ю., Беляков И.Г., Прилепский А.С. Оценка теплозащитных характеристик кладок из пустотелых керамзитобетонных камней. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре // Естественные науки и техносферная безопасность. 2017. С. 146-150.
- [17]. N.C. Balaji, Monto Mani, B.V. Ventakatarama Reddy. Dynamic thermal performance of conventional and alternative building wall envelopes. Journal of Building Engineering. 2019. Vol. 21. Pp. 373-395.
- the heating performance of a novel designed trombe wall. Energy.2019. Vol. 168. Pp. 728-736.
- [4]. Andrea Salandin, David Soler. Computing the minimum construction cost of a building's external wall taking into account its energy efficiency. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2018. Vol. 338. Pp. 199-211.
- [5]. Korniyenko C.V., Vatin N.I., Gorshkov A.C. Otsenka teplotekhnicheskoy effektivnosti dvukhsloynnykh naruzhnykh sten iz gazobetonnykh blokov // Krovelnyye i izolyatsionnyye materialy. 2016. № 5. С. 24-31.
- [6]. Pietro Picuno. Use of traditional material in farm buildings for a sustainable rural environment. International Journal of Sustainable Built Environment. 2016. Vol. 5. Pp. 451-460.
- [7]. D.G.Leo Samuel, K.Dharmasastha, S.M.Shiva Nagendra, M. Prakash Maiya. Thermal comfort in traditional buildings composed of local and modern construction materials. International Journal of Sustainable Built Environment. 2017. Vol. 6. Pp. 463-475.
- [8]. Gorin V.M., Shiyonov L.P. Keramzit i keramzitobeton v zhilishchnom stroitelctve i kommunalnno khozyayctve // Ctroitelnyye materialy. 2007. № 10. С. 98-100.
- [9]. Kaklyugin A.V., Trishchenko I.V., Kozlov A.V., Mirckaya M.V. Melkozernicty keramzitobeton na ocnove bezobzhigovogo angidritovogo vyazhushchego // Izvectiya vychshikh uchebnykh zavedeniy. Ctroitelctvo. 2013. № 6 (654). С. 23-29.
- [10]. Nedoceko I.V., Pudovkin A.N., Kuzmin V.V., Aliyev R.R. Keramzitobeton v zhilishchno-grazhdancom ctroitelctve recpubliki Bashkortoctan. Problemy i percpektivy // Zhilishchnoye ctroitelctvo. 2015. № 4. С. 16-20.
- [11]. Bondar V.V. Konctruksionny keramzitobeton v ctroitelctve. Opyt i percpektivy primeneniya // Vectnik Polotskogo gocudarctvennogo univerciteta. Ceriya F: Ctroitelctvo. Prikladnyye nauki. 2018. № 8. С. 112-12
- [12]. Sharifov A., Sharipov F.B., Akramov A.A. Nizkomarochnyy keramzitobeton c vozdukhovovlekayushchey khimicheckoy dobavkoy // Politekhnicheckiy vectnik. Ceriya: Inzhenernyye iccledovaniya. 2018. Т. 1. № 3 (43). С. 70-74.
- [13]. Nedoceko I.V., Babkov V.V., Aliyev P.P., Kuzmin V.V. Primeneniye konctruksionno-teploizolyatsionnogo keramzitobetona pri ctroitelctve i rekonctruksii zdaniy zhilishchno-grazhdanckogo naznacheniya // Izvectiya Kazanckogo gocudarctvennogo arkhitekturno-ctroitelcnogo univerciteta. 2010. № 1 (13). С. 325-330.
- [14]. Vorobyeva Yu.A., Vacilyeva T.A., Lunina A.V., Covpel D.M. Analiz cnizheniya teplovoy effektivnosti ograzhdayushchikh konctruksiy zdaniya v protsecce ekcpluatatsii // Zhilishchnoye khozyayctvo i kommunalnaya infractrukтура. 2017. № 3(2). С. 77-83.
- [15]. Gorin V.M., Tokareva C.A., Kabanova M.K. Effektivnyy keramzitobeton v Roccii // Ctroitelnyye materialy. 2009. № 9. С. 54-57.
- [16]. Vytchikov Yu.C., Vytchikov A.Yu., Belyakov I.G., Prilepckiy A.C. Otsenka teplozashchitnykh kharakterictik kladok iz puctotelykh keramzitobetonnykh kamney. Traditsii i innovatsii v ctroitelctve i arkhiktуре // Yectectvennyye nauki i tekhnocfernaya bezopacnoct. 2017. С. 146-150.
- [17]. N.C. Balaji, Monto Mani, B.V. Ventakatarama Reddy. Dynamic thermal performance of conventional and alternative building wall envelopes. Journal of Building Engineering. 2019. Vol. 21. Pp. 373-395.

- [18].Eric J.H. Wilson, Chioke B.Harris, Joseph J.Robertson, John Agan. Evaluating energy efficiency potential in low-income households: A flexible and granular approach. Energy policy. 2019. Vol. 129. Pp. 710-737.
- [19].Md Aurangzeb, Amiya K.Jana. Dividing wall column: Improving thermal efficiency, energy savings and economic performance. Applied thermal engineering. 2016. Vol. 106. Pp. 1033-1041.
- [20].Горин В.М., Шиянов Л.П. Керамзит и керамзитобетон в жилищном строительстве и коммунальном хозяйстве // Строительные материалы. 2007. № 10. С. 98-100.
- [21].Касимов А.А. Перспективы развития и применения конструктивного керамзитобетона // Интеграция современных научных исследований в развитие общества. 2016. С. 44-48.
- [22].Henri Van Damme. Concrete material science: Past, present, and future innovations. Cement and concrete research. 2018. Vol. 112. Pp. 5-24.
- [23].Попов Л.Н. Новые строительные материалы и изделия для малоэтажного и коттеджного строительства // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2010. № 4(135). С. 16-17.
- [24].Карасев Д.О., Шипилова Н.А., Арутюнян М.С. Малоэтажное строительство. Виды строительных материалов для возведения зданий // Интернет-журнал науковедение. 2016. № 3(34). С. 121.
- [25].Воробьев А.А., Харун М. Эффективный материал для строительства малоэтажных жилых домов // Жилищное строительство. 2003. № 6. С.24-25.
- [26].Z. Pezeshki, A. Soleimani, A. Darabi, S.M. Mazinani. Thermal transport in: Building materials. Construction and building materials. 2018. Vol. 181. Pp. 238-252.
- [27].Zhu Wei, Tian Meixia, Hu xiaojun. Energy-Saving Wall Materials Database and Data Analysis. Energy Procedia. 2012. Vol. 14. Pp. 483-487.
- [28].Корнилов П.П. Современные тенденции развития малоэтажного жилищного строительства // Недвижимость: экономика, управление. 2016. № 4. С. 39-44.
- [18].Eric J.H. Wilson, Chioke B.Harris, Joseph J.Robertson, John Agan. Evaluating energy efficiency potential in low-income households: A flexible and granular approach. Energy policy. 2019. Vol. 129. Pp. 710-737.
- [19].Md Aurangzeb, Amiya K.Jana. Dividing wall column: Improving thermal efficiency, energy savings and economic performance. Applied thermal engineering. 2016. Vol. 106. Pp. 1033-1041.
- [20].Gorin V.M., Shiyarov L.P. Keramzit i keramzitobeton v zhilishchnom stroitelctve i kommunalnomo khozyayctve // Ctroitelnyye materialy. 2007. № 10. С. 98-100.
- [21].Kacimov A.A. Percpektivy razvitiya i primeneniya konctruktivnogo keramzitobetona // Integratsiya covremennykh nauchnykh iccledovaniy v razvitiye obshchectva. 2016. С. 44-48.
- [22].Henri Van Damme. Concrete material science: Past, present, and future innovations. Cement and concrete research. 2018. Vol. 112. Pp. 5-24.
- [23].Popov L.N. Novyye ctroitelnyye materialy i izdeliya dlya maloetazhnogo i kottedzhnogo ctroitelctva // Ctroitelnyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka. 2010. № 4(135). С. 16-17.
- [24].Karacev D.O., Shipilova N.A., Arutyunyan M.C. Maloetazhnoye ctroitelctvo. Vidy ctroitelnykh materialov dlya vozvedeniya zdaniy // Internet-zhurnal naukovedeniye. 2016. № 3(34). С. 121.
- [25].Vorobyev A.A., Kharun M. Effektivnyy material dlya ctroitelctva maloetazhnykh zhilykh domov // Zhilishchnoye ctroitelctvo. 2003. № 6. С.24-25.
- [26].Z. Pezeshki, A. Soleimani, A. Darabi, S.M. Mazinani. Thermal transport in: Building materials. Construction and building materials. 2018. Vol. 181. Pp. 238-252.
- [27].Zhu Wei, Tian Meixia, Hu xiaojun. Energy-Saving Wall Materials Database and Data Analysis. Energy Procedia. 2012. Vol. 14. Pp. 483-487.
- [28].Kornilov P.P. Covremennyye tendentsii razvitiya maloetazhnogo zhilishchnogo ctroitelctva // Nedvizhimost: ekonomika, upravleniye. 2016. № 4. С. 39-44.

Проскуровскис, А., Назинян, Л. Г., Тарасова, А.А., Беляева, С.В. Энергоэффективные стеновые материалы для коттеджного строительства // Alfabuild. 2019. № 4(11). С. 111-120.

Proskurovskis, A., Nazinyan, L.G., Tarasova, A.A., Belyaeva, S.V. Energy efficient wall materials for building cottages. Alfabuild. 2019. 4(11). Pp. 111-120. (rus)

Energy efficient wall materials for building cottages

A. Proskurovskis¹, L.G. Nazinyan², A.A. Tarasova³, S.V. Belyaeva⁴

¹⁻⁴ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info review article

Abstract

The main problem in choosing housing is the choice of the optimal place to live in terms of environmental cleanliness, developed infrastructure, safety of the area or territory, as well as the cost of housing itself. After analyzing the above mentioned factors, people often prefer to build cottages. That is why one of the primary tasks is the choice of enclosing structures and its materials because they make a substantial contribution to the durability, energy efficiency and thermal protection of a building. The purpose of this work is to analyze the market of wall building materials, select the most frequently used and energy-efficient solutions, as well as compare their energy efficiency and cost per square meter of the wall made from each of the selected materials.

Keywords: gas concrete, ceramsite concrete, bricks, durable materials, energy efficient materials, wall materials price comparison

¹ Corresponding author

1. +79013734222, arprosk@gmail.com (Proskurovskis Arturs, undergraduate)
2. 89189026085, nazinyan.lg@edu.spbstu.ru (Nazinyan Levon, undergraduate)
3. +7(906)2550789, tarasova3.aa@edu.spbstu.ru (Tarasova Anna, undergraduate)
4. +7(921)9056310, sbelaeva@gmail.com (Belyaeva Svetlana, senior lecturer)