

Легкий бетон как материал для стеновых конструкций

К. А. Самойлов^{1*} А. А. Антипина²

^{1,2} Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 691

Аннотация

В настоящее время одной из самых актуальных проблем строительства является разработка рентабельных строительных материалов, которые по своим техническим характеристикам смогут преваллировать над уже существующими. Без сомнения, бетон является основным конструкционным материалом, обладающим уникальными свойствами. Однако он имеет ряд существенных недостатков, которые требуют дополнительного рассмотрения и подталкивают к его модернизации. Так последние десятилетия прослеживается тенденция усовершенствования технологии изготовления бетона, разработки новых видов данного строительного материала. Все большей популярностью пользуется легкий бетон. В данной статье был поднят вопрос о целесообразности использования легких бетонов в качестве стеновых материалов. Путем анализа и обзора научных публикаций, были определены преимущества легких бетонов, такие, как маленький вес, низкая теплопроводность, высокая шумоизоляция, а также недостатки: высокое влагопоглощение и низкая прочность, ограничивающая их использование в несущих конструкциях. В результате работы оценена перспектива развития производства более прочных лёгких бетонов, которые могли бы найти применение в гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения.

Ключевые слова: городское строительство; строительные материалы; бетоны; энергоэффективность; легкие бетоны; строительство; физические свойства; составляющие бетонной смеси

Содержание

1.	Введение	56
2.	Обзор литературы	56
3.	Цель исследования	57
4.	Виды, определения и назначение легких бетонов	57
5.	Технология изготовления легких бетонов	58
6.	Преимущества и недостатки легких бетонов	59
7.	Область применения легкого бетона	59
8.	Расчет толщины стен из легкого бетона	60
9.	Перспективы развития легких бетонов	61
10.	Заключение	61

Контактный автор:

1*. +7(999)2020520, ikiryhas@gmail.com (Самойлов Кирилл Андреевич, студент)

2. +7(911)1426882, nanaan01@gmail.com (Антипина Анастасия Александровна, студент)

1. Введение

Бетон является актуальным материалом в строительной промышленности. Мировой объём применения бетона составляет более 2 миллиардов м³. Ни одно современное строительство не обходится без бетона, а всё потому, что, в зависимости от технологии производства и состава, его эксплуатационные характеристики могут соответствовать любому требованию застройщика. Он может обладать абсолютно уникальными свойствами. Конструкции из бетона гармонично вписываются в окружающую среду, надёжны в эксплуатации и при этом имеют относительно низкую стоимость. Однако даже у этого материала есть значительные недостатки такие, как большая плотность и высокая теплопроводность, которая обуславливает необходимость утепления возведенных конструкций.

За последние десятилетия экономия энергоносителей стала необходимостью. Сегодня она рассматривается многими развитыми странами как важнейшая национальная экологическая и экономическая проблема. Уровень потребления энергии в строительном секторе достаточно высок. Результаты многочисленных исследований, посвященных изучению проблем энергосбережения, показывают, что наибольшее количество энергии тратится на отопление, горячее водоснабжение, покрытие потерь при транспортировке энергии, охлаждение воздуха в системах кондиционирования, искусственное освещение.

Эта проблема приводит к поискам эффективных технических решений, обеспечивающих повышение уровня тепловой защиты зданий и сокращения расходов на их эксплуатацию, в том числе и изобретение новых активных добавок и наполнителей, вяжущих, модификаторов, а также новых видов бетона, таких как легкий бетон. Данный материал имеет высокие теплотехнические характеристики и позволяет значительно снизить вес строений, что очень важно в возведении многоэтажных зданий, а также в строительстве сооружений в областях, где повышена сейсмическая активность.

2. Обзор литературы

Большой вклад в изучение стеновых конструкций и материалов, их свойств, долговечности и эффективности внесли следующие российские и зарубежные исследователи: Савченко Ф.М., Павлов А.А., Ватин Н.И., Жуков А.Д., Волкова О.В., Makila, M., Wang X., Dizhur D. и др.

В работах [1-3] рассмотрены достоинства и недостатки материалов для блочного строительства.

Федорец А.В., Лысякова Е.И. и др. на основе анализа данных подобрали приемлемые материалы, узлы и крепления блочных конструкций [1].

В статье Чижовой М.А. проанализированы достоинства и недостатки различных материалов, а также предложены варианты решения проблем, возникающих в процессе отделки [3].

Исследования теплофизических свойств ограждающих конструкций приведены в работах [4-10].

В статье Жукова А.Д., Бессонова И.В., Сапелина А.Н. и Бобровой Е.Ю. рассмотрены новые подходы к оценке теплозащитных качеств и предложена установка и методика их точного измерения для единичных блоков и фрагментов стен и конструкций [5].

Копылова А.И., Богомоллова А.К., Немова Д.В. привели технические рекомендации по нормализации влажностного режима для конструкций, которые в силу особенностей их эксплуатации, характеризуются влагонакоплением [9].

В статьях [11-15] рассмотрены энергоэффективные стеновые материалы и конструкции.

Голова Т.А. в своей работе описывает вопрос применения многослойной конструкции «Сельская стена» с высокой степенью энергоэффективности для строительства малоэтажных жилых зданий, а также предоставляет варианты повышения энергоэффективности нового конструктивного решения [12].

В статьях [16-17] изучена проблема звукоизоляции различных стеновых конструкций.

Тарасенко В.Н. и Дегтев И.А. пересмотрели типовые решения стеновых ограждающих конструкций с учетом дополнительной звукоизоляции с целью обеспечения условий комфортности пребывания [17].

Bewick B.T., Leite J.M., Dizhur D., Vocian M., Vasconcelosa G., и др. рассмотрели устойчивость стеновых конструкций к внешним силовым воздействиям и оценили методы повышения их прочности [18-23].

Работы [24-26] посвящены проблеме разработки экологичных стеновых материалов и их конкурентоспособности.

В статье Пикулы А.И. представлены варианты разработанных экологичных составов композитных теплоизоляционных материалов на альтернативных вяжущих [25].

В работах [27-28] рассмотрена проблема использования фторангидрита в стеновых материалах.

Аниканова Л.А., Кудяков А.И. и Волкова О.В. показали целесообразность и эффективность использования фторангидритовых вяжущих в производстве стеновых и отделочных материалов [27].

В статье Волковой О.В., Редлиха В.В. и др. представлены исследования однослойных и многослойных стеновых конструкций на основе фторангидрита, приведены основные свойства и технологию получения конструкционных и теплоизоляционных материалов [28].

Работы [29-30] посвящены проблеме использования пенополистиролбетона в стеновых конструкциях.

Фадеева Т.А. в своей статье рассмотрела технологический процесс производства пенополистиролбетонных блоков [29].

Таран В.В. представил новое конструктивно технологическое решение по заполнению каркаса здания пенополистиролбетоном в несъемной опалубке в виде магнетитовых плит [30].

Однако, несмотря на большой объем исследований, посвященных данной теме, до настоящего времени не был подробно изучен такой материал, как легкий бетон, используемый для стеновых конструкций.

3. Цель исследования

Целью данной работы является определение целесообразности использования легкого бетона.

4. Виды, определения и назначение легких бетонов

Бетон – это надёжность, долговечность, стойкость к атмосферным явлениям, но только не тепло. Цементный раствор обладает высоким уровнем теплопроводности и не может обеспечить приемлемый показатель теплоизоляции в помещении.

По этой причине бетонные дома либо подвергаются дополнительному утеплению, либо требуют большего расхода теплоносителей в зимнее время. В любом случае требуются дополнительные финансовые затраты.

Способы понижения теплопроводности непосредственно самого раствора были запатентованы ещё в середине прошлого века. Они заключались в увеличении пористости материала за счёт специальных добавок или использования соответствующих наполнителей. Но при этом уменьшалась и прочность готовых конструкций, что было неприемлемо по ГОСТам того времени.

Нынешняя же цена на энергоносители, которая значительно выросла за последнее время, и внедрение новых технологий производства, позволяющих добиться более высоких прочностных качеств даже с условием малой плотности, дали лёгким бетонам новую жизнь, вознеся на пьедестал популярности.

Легкими бетонами называют все виды бетонов, имеющие среднюю плотность в воздушно-сухом состоянии от 200 до 2000 кг/м³ [32].

Легкие бетоны в соответствии с требованиями ГОСТ 25192-82 классифицируют по следующим признакам:

- основному назначению;
- виду наполнителей;
- структуре.

По основному назначению легкие бетоны подразделяют на:

- конструкционные, в том числе конструкционно-теплоизоляционные;
- специальные (теплоизоляционные, жаростойкие, химически стойкие, декоративные и др.).

Требования к легким бетонам жаростойким, химически стойким и другим устанавливают в нормативных документах на конкретный вид бетона.

По виду крупного пористого наполнителя бетоны подразделяют на:

- керамзитобетон (бетон на керамзитовом гравии);
- шунгизитобетон (бетон на шунгизитовом гравии);
- аглопоритобетон (бетон на аглопоритовом щебне или гравии);
- шлакопемзобетон (бетон на шлакопемзовом щебне или гравии);
- перлитобетон (бетон на вспученном перлитовом щебне);
- бетон на щебне из пористых горных пород;
- термолитобетон (бетон на термолитовом щебне или гравии);
- вермикулитобетон (бетон на вспученном вермикулите);
- шлакобетон (бетон на золошлаковых смесях тепловых электростанций - ТЭС или на топливном шлаке, гранулированном доменном или электротермофосфорном шлаке).

Допускается применять другие виды бетонов на крупных пористых наполнителях, на которые имеются нормативные документы (на зольном, стеклозитовом, азеритовом гравии и др.).

По структуре бетоны подразделяют на:

- плотные;
- поризованные;
- крупнопористые.

Для поризованных бетонов вместо структуры в наименовании бетона допускается указывать вид порообразователя [31].

В зависимости от того, собираетесь ли вы использовать блоки лёгкого бетона лишь в качестве утеплителя или намерены возводить из них несущие стены, применяется различный подход к их производству. Для

увеличения прочностных показателей выполняется специальная автоклавная обработка. Это позволяет следующим образом классифицировать готовые к эксплуатации изделия:

Таблица 1. Классификация блоков легкого бетона

Разновидность блоков	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м×0С)	Прочность
Теплоизоляционные	500	0,25	M20
Конструктивно-теплоизоляционные	500-1400	0,6	M35
Конструкционные	1400-1800	0,95	M50

5. Технология изготовления легких бетонов

Процесс изготовления этого материала колоссально отличается от работ по производству тяжелого бетона. Для создания качественного продукта, пористые заполнители хранят в сухих условиях, без доступа к влажности. Фракции должны быть отдельными и не предусматривать смешивание. Это недопустимо, так как меняется состав продукта.

Транспортировка заполнителей также производится с особой аккуратностью. Нельзя допускать их разрушение, смешивание или увлажнение.

Легкие бетонные смеси делают чаще всего в специализированных смесителях, в которых не допускается процесс расслоения составляющих. Вода должна подаваться постоянно пока идет загрузка.

Время смешения зависит от:

- 1) работы смесителя;
- 2) скорости оборотов;
- 3) плотности смеси.

Для смесителей, емкость которых не превышает тысячу литров, а подвижность, бетонного раствора от 1 до трех см, время перемешивания при плотности 1400-1700 кг/м³ составляет не менее 150с, 1000-1400 кг/м³ - 180с и менее 1000 кг/м³ – 210с. Если емкость больше указанной, то время перемешивания стоит увеличить на 30 секунд.

Основной способ уплотнения для легких бетонных смесей - вибрирование. При вибрировании этого материала смесь приобретает особый характер. Наверх всплывают легкие зерна, внизу оказывается цемент.

Изделия из таких стройматериалов зачастую подвергают тепловлажностной обработке в среде насыщенного пара. Чтобы легкий бетон быстрее затвердевал, стоит применить беспаровой прогрев в среде пониженной влажности. Такой метод способствует устранению влажности в бетоне, но не влияет в дальнейшем на прочность стройматериала.

Состав легкого бетона отличается в зависимости от применяемого для его создания крупного заполнителя, в качестве которого могут быть использованы:

1. Природные. Производятся путём дробления и фракционирования пористых горных пород. Сюда относятся:
 - пемза;
 - вулканическая лава;
 - известняк-ракушечник.

Оптимальным выбором из данной группы станет пемза благодаря закрытой системе пор, значительно понижающей влагопоглощающие свойства материала.

2. Промышленные отходы без предварительной переработки:
 - металлургические шлаки;
 - топливные шлаки;
 - химические шлаки.
3. Промышленные отходы и каменные материалы, прошедшие соответствующую обработку:
 - Керамзит. Гранулы глинистой массы вспучивают при помощи специальных добавок, после чего помещают в печь, где они проходят обработку температурой в 1200 градусов Цельсия. К окончанию формировочного процесса происходит увеличение в 17 раз, что гарантирует очень высокую пористость.
 - Аглопорит. Изготавливается методом спекания глины с переработанными остатками углей.

- Перлит. Чтобы его получить изверженные полиминеральные горные породы нагревают до 1300 градусов Цельсия, в результате чего они вспучиваются и образуют материал, который внешне похож на пористый щебень.

6. Преимущества и недостатки легких бетонов

Все структурные особенности рассматриваемого материала определяются по ГОСТу 25820-2000 [31].

Достоинства

Низкая теплопроводность.

Этому способствует значительное увеличение пористости, которая обычно достигает сорока процентов от общего объема конструкции.

Маленький вес.

Лёгкость данного строительного материала предоставляет сразу несколько дополнительных преимуществ, дающих возможность сэкономить на его использовании:

- Простота транспортировки.
- Отсутствие необходимости в усилении фундамента.
- Возможность проведения высотных работ без специального подъёмного оборудования.

Высокая шумоизоляция.

Используемые пористые наполнители отлично препятствуют продвижению каких-либо звуков по структуре возведённой конструкции.

Лёгкость в использовании.

Здесь следует отметить несколько моментов:

- Готовые блоки имеют крупные удобные размеры.
- В некоторых случаях благодаря точной геометрии допускается применение специального клея для фиксации элементов кладки вместо цементного раствора, что позволяет максимально скрыть стыковочные швы.
- Лёгкость обработки. Благодаря низкой плотности изделия из ячеистого бетона легко распиливаются обычной ножовкой при необходимости укоротить их размеры, также не возникает проблем с подводом всех необходимых коммуникаций.
- Возможность изготовления своими руками. Используя необходимые наполнители, а в некоторых случаях пенообразователи, вы сможете в домашних условиях замешать нужный вам раствор.

Высокая морозостойкость.

Этот показатель определяет количество циклов заморзания и последующего оттаивания без пагубных последствий. В рассматриваемом случае в зависимости от используемого вяжущего вещества и крупного заполнителя он может колебаться от F25 до F.

Длительный срок службы.

При правильном уходе достигает нескольких десятков лет.

Недостатки

Повышенная пористость, которая обеспечивает большую часть перечисленных выше преимуществ, отрицательно влияет на некоторые другие параметры:

Понижение прочности.

Обусловлено применением менее стойких к механическому воздействию наполнителей, чем в случае с тяжёлыми бетонами.

Влагопоглощение.

Поры – это каналы для проникновения жидкости, чем их больше, тем выше опасность.

Но имеются представители лёгких бетонов, обладающие достаточно высокой прочностью для того, чтобы играть роль несущих элементов в многоэтажном здании, и неопасным уровнем гидрофобности.

7. Область применения легкого бетона

Легкие бетоны, приготовляемые на цементном вяжущем, пористом неорганическом крупном заполнителе, пористом (искусственном и/или природном) или плотном мелком неорганическом заполнителе, применяются

для изготовления сборных, монолитных и сборно-монолитных и железобетонных конструкций, изделий для зданий и сооружений различного назначения [31].

Таблица 2. Область применения легкого бетона на основе различных видов пористых заполнителей

Вид бетона	Назначение бетона		
	Теплоизоляционн ый	Конструктивно- теплоизоляционн ый	Конструкционный
Керамзитобетон	+	+	+
Шунгизитобетон	+	+	±
Аглопоритобетон	-	±	+
Шлакопемзобетон	±	+	+
Перлитобетон	+	+	±
Бетон на щебне из пористых горных пород	±	+	+
Термолитобетон	-	±	+
Вемикулитобетон	+	-	-
Шлакобетон	-	+	+
Примечание - Знак "+" означает, что данный бетон рекомендуется, "±" - допускается, "-" - не рекомендуется для применения			

8. Расчет толщины стен из легкого бетона

Чтобы определиться с толщиной стены, которая необходима для соответствия нормам энергоэффективности, рассчитывают сопротивление теплопередаче проектируемой конструкции, согласно раздела 9 «Методика проектирования тепловой защиты зданий» СП 23-101-2004.

Сопротивление теплопередаче – это свойство материала, которое показывает, насколько способен удерживать тепло данный материал. Это удельная величина, которая показывает насколько медленно теряется тепло в ваттах при прохождении теплового потока через единичный объем при перепаде температур на стенках в 1°C. Чем выше значение данного коэффициента – тем «теплее» материал.

Также следует учитывать климатические условия зоны, где возводится здание: для разных регионов разные требования из-за разных температурных и влажностных режимов [33].

Таблица 3. Рекомендуемая толщина стен из различных стеновых материалов для Санкт-Петербурга

Стеновой материал	Рекомендуемая толщина стен для С.-Петербурга, см
пенобетон (не несущий)	50
керамзитобетон	70
керамзитобетон	100
пено-газобетон	100

9. Перспективы развития легких бетонов

Как правило, применение легких бетонов из-за невысокой прочности ограничивается строительством слабонесущих и ограждающих конструкций. Однако, сочетание низкой плотности, характерной для легких бетонов, и высокой прочности, присущей высокопрочным бетонам, позволяет значительно расширить область применения легких бетонов. Применение такого материала обеспечивает здания и сооружения с одной стороны требуемыми прочностными свойствами, а с другой стороны позволяет существенно экономить на общем весе. Отечественные и зарубежные разработки, направленные на увеличение физико-механических характеристик легких бетонов, уже реализованы в строительстве.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о перспективности разработки составов высокопрочных легких бетонов с высоким показателем удельной прочности, которые найдут применение при изготовлении изделий в гражданском и промышленном строительстве, монолитном строительстве, при возведении сооружений специального назначения. Использование предлагаемых бетонов как материала конструкционного назначения с высоким показателем физико-механических и теплофизических свойств обеспечивает эффективность применения такого бетона.

10. Заключение

Бетон является основным конструкционным материалом. Поэтому улучшение его физических качеств - актуальная задача в сфере строительства зданий и сооружений. Использование современных технологий способствовало росту популярности легких бетонов на рынке строительных материалов.

Легкие бетоны являются более конкурентоспособными по сравнению с остальными видами стеновых материалов в плане технических характеристик. Они не только просты в эксплуатации, но и позволяют увеличить срок службы сооружения. Применение данного материала является рациональным путем достижения нужного уровня теплоизоляции зданий, а также уменьшения общего веса конструкций, что является важным аспектом в высотном строительстве, а также при строительстве в сейсмоактивных регионах. Однако из-за невысокой плотности не все виды этого строительного материала могут быть задействованы в несущих конструкциях. Поэтому продолжает развиваться тенденция разработки высокопрочных легких бетонов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение легкого бетона в качестве стенового материала целесообразно в гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения.

Благодарности

Авторы выражают признательность научному консультанту, Чумадовой Людмиле Ивановне, к.т.н., доц., за оказанную помощь при проведении данного исследования и написании настоящей статьи..

Литература

- [1]. Федорец А.В., Лысякова Е.И., Набока А.А., Зимин С.С. Характеристика современных видов панелей в малоэтажном строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6. С. 62-73.
- [2]. Шогенов С.Х., Балов А.А., Афашагов Б.З. Новые конструкции универсальных панелей зданий // Инженерный вестник Дона. 2016. № 2(41). С. 66.
- [3]. Чижова М.А. Стеновые панели // Наука и современность. 2011. № 13-2. С. 251-256.
- [4]. Гагарин В.Г. Теплофизические свойства стеновых ограждающих конструкций // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2012. № 1(121). С. 100-107.
- [5]. Жуков А.Д., Бессонов И.В., Сапелин А.Н., Боброва Е.Ю. Теплозащитные качества стен // Вестник МГСУ. 2014. № 5. С. 70-77.
- [6]. Wang X., Yu H., Li L., Zhao M. Research on temperature dependent effective thermal conductivity of composite-phase change materials (PCMs) wall based on steady-state method in a thermal chamber. Energy and buildings. 2016. No. 126. Pp. 408-414.
- [7]. Умнякова Н.П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем

References

- [1]. Fedorets A.V., Lysyakova E.I., Naboka A.A., Zimin S.S. Kharakteristika sovremennykh vidov paneley v maloetazhnom stroitel'stve [Characteristics of modern types of panels in low-rise construction]. Magazine of Civil Engineering. 2015. No. 6. Pp. 62-73. (rus)
- [2]. Shogenov S.Kh., Balov A.A., Afashagov B.Z. Novye konstruktssii universal'nykh paneley zdaniy [New designs of universal panels of buildings]. Inzhenernyy vestnik Dona. 2016. No. 2(41). Pp. 66. (rus)
- [3]. Chizhova M.A. Stenovye paneli [Wall panels]. Science and Modernity. 2011. No. 13-2. Pp. 251-256. (rus)
- [4]. Gagarin V.G. Teplofizicheskie svoystva stenovykh ograzhdayushchikh konstruktssiy [Thermophysical properties of wall enclosing structures]. Plumbing, Heating and Air Conditioning. 2012. No. 1(121). Pp. 100-107. (rus)
- [5]. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., Bobrova E.Yu. Teplozashchitnye kachestva sten [Heat-shielding qualities of walls]. Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture. 2014. No. 5. Pp. 70-77. (rus)
- [6]. Wang X., Yu H., Li L., Zhao M. Research on temperature dependent effective thermal conductivity of composite-phase change materials (PCMs) wall based on steady-state

- тепловой защиты // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 94-100.
- [8]. Корниенко С.В., Ватин Н.И., Петриченко М.Р., Горшков А.С. Оценка влажностного режима многослойной стеновой конструкции в годовом цикле // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6. С. 19-33.
- [9]. [9]. Копылова А.И., Богомолова А.К., Немова Д.В. Влажностный режим ограждающей конструкции с облицовкой силикатным кирпичом // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6. С. 74-86.
- [10]. Ананьев А.И., Ананьев А.А. Долговечность и энергоэффективность наружных стен из облегченной кирпичной кладки // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 352-356.
- [11]. Савченко Ф.М., Семенова Э.Е., Чумикова Е.А. Анализ применения энергоэффективных материалов и систем в конструктивном решении стен зданий // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 1. С. 191-194.
- [12]. Голова Т.А. Строительство энергоэффективных малоэтажных зданий с многослойной конструкцией «сельская стена» // Universum: технические науки. 2015. № 7(19). С. 15.
- [13]. Павлов А.А. Проектирование энергоэффективных стеновых ограждений с использованием изделий из модифицированного волокна // Градостроительство и архитектура. 2014. № 2(15). С. 99-105.
- [14]. Lee S., Kim S., Na Y. Comparative analysis of energy related performance and construction cost of the external walls in high-rise residential buildings. Energy and buildings. 2015. No. 99. Pp. 67-74.
- [15]. Uniben Yao A. T., Ambrose D., Leif G. Primary energy implications of different wall insulation materials for buildings in a cold climate. Energy Procedia. 2014. No. 61. Pp. 1204-1207.
- [16]. Hongisto, V., Makila, M., Suokas, M. Satisfaction with sound insulation in residential dwellings - The effect of wall construction. Building and environment. 2015. No. 85. Pp. 309-320.
- [17]. Тарасенко В.Н., Дегтев И.А. Звукоизоляция ограждающих конструкций // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 14. С. 7-11.
- [18]. Bewick B.T., O'Laughlin C.G., Williamson E.B. Evaluation of conventional construction techniques for enhancing the blast resistance of steel StudWalls. Journal of structural engineering. 2013. No. 139(11). Pp. 1992-2002.
- [19]. Lourenco P.B., Leite J.M., Paulo-Pereira M.F. Shaking table testing for masonry infill walls: unreinforced versus reinforced solutions. Earthquake engineering & structural dynamics. 2016. No. 45(14). Pp. 2241-2260.
- [20]. Giaretton M., Dizhur D., da Porto F., Ingham J.M. Construction Details and Observed Earthquake Performance of Unreinforced Clay Brick Masonry Cavity-walls. Structures. 2016. No. 6. Pp. 159-169.
- [21]. Bocian M., Jamroziak K., Kulisiewicz M. An identification of nonlinear dissipative properties of constructional materials at dynamical impact loads method in a thermal chamber. Energy and buildings. 2016. No. 126. Pp. 408-414.
- [7]. Umnyakova N.P. Dolgovechnost' trekhsloynnykh sten s oblitsovkoj iz kirpicha s vysokim urovнем teplovoy zashchity [Durable of sandwich walls with brick-facing with a high level of thermal protection]. Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture. 2013. No. 1. Pp. 94-100. (rus)
- [8]. Kornienko S.V., Vatin N.I., Petrichenko M.R., Gorshkov A.S. Otsenka vlazhnostnogo rezhima mnogoslnoynoy stenovoy konstruksii v godovom tsikle [Estimation of humidity conditions a sandwich walls structure in the annual cycle]. Magazine of Civil Engineering. 2015. No. 6. Pp. 19-33. (rus)
- [9]. Kopylova A.I., Bogomolova A.K., Nemova D.V. Vlzhnostnyy rezhim ograzhdayushchey konstruksii s oblitsovkoj silikatnym kirpichom [The humidity conditions of the structure with silicate bricks]. Magazine of Civil Engineering. 2015. No. 6. Pp. 74-86. (rus)
- [10]. Anan'yev A.I., Anan'yev A.A. Dolgovechnost' i energoeffektivnost' naruzhnykh sten iz olegchennoy kirpichnoy kladki. Academia [Durable and Energy efficiency of exterior walls made of lightweight brickwork]. Architecture and Construction of Russia. 2010. No. 3. Pp. 352-356. (rus)
- [11]. Savchenko F.M., Semenova E.E., Chumikova E.A. Analiz primeneniya energoeffektivnykh materialov i sistem v konstruktivnom reshenii sten zdaniy [Analysis of the use of energy-efficient materials and systems in the structural design of building walls]. Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2016. No. 1. Pp. 191-194. (rus)
- [12]. Golova T.A. Stroitel'stvo energoeffektivnykh maloetazhnykh zdaniy s mnogoslnoynoy konstruksiey «sel'skaya stena» [Construction of energy efficient low-rise buildings with sandwich construction "rural wall"]. Universum: Technical Sciences. 2015. No. 7(19). Pp. 15. (rus)
- [13]. Pavlov A.A. Proektirovanie energoeffektivnykh stenovykh ograzhdeniy s ispol'zovaniem izdeliy iz modifitsirovannogo volokna [Designing energy-efficient wall fences using products from modified fiber]. Architecture, Urbanism and Design. 2014. No. 2(15). Pp. 99-105. (rus)
- [14]. Lee S., Kim S., Na Y. Comparative analysis of energy related performance and construction cost of the external walls in high-rise residential buildings. Energy and buildings. 2015. No. 99. Pp. 67-74.
- [15]. Uniben Yao A. T., Ambrose D., Leif G. Primary energy implications of different wall insulation materials for buildings in a cold climate. Energy Procedia. 2014. No. 61. Pp. 1204-1207.
- [16]. Hongisto, V., Makila, M., Suokas, M. Satisfaction with sound insulation in residential dwellings - The effect of wall construction. Building and environment. 2015. No. 85. Pp. 309-320.
- [17]. Tarasenko V.N., Degtev I.A. Zvukoizolyatsiya ograzhdayushchikh konstruksiy [Sound insulation of enclosing structures]. Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike. 2014. No. 14. Pp. 7-11. (rus)
- [18]. Bewick B.T., O'Laughlin C.G., Williamson E.B. Evaluation of conventional construction techniques for enhancing the blast resistance of steel StudWalls. Journal of structural engineering. 2013. No. 139(11). Pp. 1992-2002.
- [19]. Lourenco P.B., Leite J.M., Paulo-Pereira M.F. Shaking table testing for masonry infill walls: unreinforced versus reinforced solutions. Earthquake engineering & structural dynamics. 2016. No. 45(14). Pp. 2241-2260.
- [20]. Giaretton M., Dizhur D., da Porto F., Ingham J.M. Construction Details and Observed Earthquake Performance of Unreinforced Clay Brick Masonry Cavity-walls. Structures. 2016. No. 6. Pp. 159-169.

- conditions. Meccanica. 2014. No. 49(8). Pp. 1955-1965.
- [22]. Martinsa A., Vasconcelosa G., Campos Costab A. Brick masonry veneer walls: An overview. Journal of Building Engineering. 2017. No. 9. Pp. 29-41.
- [23]. Emeritus A.W Hendry. Masonry walls: materials and construction. Construction and Building Materials. 2001. No. 15(8). Pp. 323-330.
- [24]. Трескова Н.В., Пушкин А.С. Современные стеновые материалы и изделия // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 11(178). С. 32-35.
- [25]. Пикула А.И. Эффективные стеновые композитные материалы с повышенным уровнем экологичности // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. 2015. № 8. С. 115-119.
- [26]. Suprpto S., Saputra A., Gede Yohan K. I. Utilization of polystyrene waste for wall panel to produce green construction materials. Procedia Engineering. 2017. No. 171. Pp. 664-671.
- [27]. Аниканова Л.А., Кудряков А.И., Волкова О.В. Стеновые и отделочные материалы с использованием фторангидрита // Труды Братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. 2015. №1. С. 230-234.
- [28]. Аниканова Л.А., Волкова О.В., Редлих В.В., Самохвалова И.В., Самохвалов А.С. Ограждающие конструкции с использованием фторангидритовых материалов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 2(49). С. 144-152.
- [29]. Фадеева Т.А. Пенополистиролбетон как эффективный утеплитель // Вестник УГАЭС. Наука, образование, экономика. Серия: экономика. 2014. № 1(7). С. 211-213.
- [30]. Таран В.В. Устройство самонесущих стен из пенополистиролбетона в несъёмной опалубке // Современное промышленное и гражданское строительство. 2013. 1. С. 49-58.
- [31]. «Бетоны легкие. Технические условия» URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/8/8653/#i15398> (дата обращения: 18.03.2017).
- [32]. «Легкий бетон: строение, технические характеристики, области применения» URL: <http://masterabetona.ru/vidy/574-legkij-beton> (дата обращения: 18.03.2017).
- [33]. «Расчет толщины для наружных стен жилого дома» URL: <http://stroyvedvizhka.ru/stroitelstvo-vedvighimosti/raschet-tolschinyi-sten-doma/> (дата обращения: 21.03.2017).
- [21]. Bocian M., Jamroziak K., Kulisiewicz M. An identification of nonlinear dissipative properties of constructional materials at dynamical impact loads conditions. Meccanica. 2014. No. 49(8). Pp. 1955-1965.
- [22]. Martinsa A., Vasconcelosa G., Campos Costab A. Brick masonry veneer walls: An overview. Journal of Building Engineering. 2017. No. 9. Pp. 29-41.
- [23]. Emeritus A.W Hendry. Masonry walls: materials and construction. Construction and Building Materials. 2001. No. 15(8). Pp. 323-330.
- [24]. Treskova N.V., Pushkin A.S. Sovremennye stenovye materialy i izdeliya [Modern wall materials and products]. Construction materials, the equipment, technologies of XXI century. 2013. No. 11(178). Pp. 32-35. (rus)
- [25]. Pikula A.I. Effektivnyye stenovye kompozitnyye materialy s povyshennym urovnem ekologichnosti [Effective wall composite materials with an increased level of environmental friendliness]. Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F: Stroitel'stvo. Prikladnye nauki. 2015. No. 8. Pp. 115-119. (rus)
- [26]. Suprpto S., Saputra A., Gede Yohan K. I. Utilization of polystyrene waste for wall panel to produce green construction materials. Procedia Engineering. 2017. No. 171. Pp. 664-671.
- [27]. Anikanova L.A., Kudyakov A.I., Volkova O.V. Stenovye i otdelochnye materialy s ispol'zovaniem ftorangidrita [Wall and finishing materials using fluoride]. Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: estestvennye i inzhenernye nauki. 2015. No. 1. Pp. 230-234. (rus)
- [28]. Anikanova L.A., Volkova O.V., Redlikh V.V., Samokhvalova I.V., Samokhvalov A.S. Ograzhdayushchie konstruktsii s ispol'zovaniem ftorangidritovykh materialov [Fencing structures using fluorinatedhydrite materials]. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building. 2015. No. 2(49). Pp. 144-152. (rus)
- [29]. Fadeeva T.A. Penopolistirolobeton kak effektivnyy uteplitel' [Expanded polystyrene concrete as an effective insulation]. Bulletin USPTU. Science, education, economy. Series economy. 2014. No. 1(7). Pp. 211-213. (rus)
- [30]. Taran V.V. Ustroystvo samonesushchikh sten iz penopolistirolobetona v nes'emnoy opalubke [Self-supporting walls made of expanded polystyrene concrete in fixed formwork]. Modern Industrial and Civil Construction journal. 2013. No. 1. Pp. 49-58. (rus)
- [31]. «Betony legkiye. Tekhnicheskiye usloviya» [Lightweight concretes. Technical specifications]. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/8/8653/#i15398> (data obrashcheniya: 18.03.2017). (rus)
- [32]. «Legkiy beton: stroyeniye, tekhnicheskiye kharakteristiki, oblasti primeneniya» [Lightweight concrete: structure, technical characteristics, applications]. URL: <http://masterabetona.ru/vidy/574-legkij-beton> (data obrashcheniya: 18.03.2017). (rus)
- [33]. «Расчет толщин для наружных стен жилого дома» URL: <http://stroyvedvizhka.ru/stroitelstvo-vedvighimosti/raschet-tolschinyi-sten-doma/> (data obrashcheniya: 21.03.2017).

Самойлов К. А., Антипина А. А., Легкий бетон как материал для стеновых конструкций // Alfabuild. 2018. №1 (3). С. 55-64

Samoilov K.A., Antipina A.A. Lightweight concrete as a material for wall construction Alfabuild, 2018, 1 (3), Pp. 55-64(rus)

Lightweight concrete as a material for wall construction

K.A. Samoilov ^{1*} A.A. Antipina ²

^{1,2} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

review article

Abstract

Development of energy-efficient buildings materials is a relevant problem of modern construction. Concrete is very popular today because it has unique properties and can satisfy any requirements of the builder. But even this material has essential disadvantages. Therefore, we can observe tendencies of improvement of its characteristics and fabrication technique for the last decades. New types of concrete such as lightweight concrete quickly gain popularity. The purpose of the research was to determine the feasibility of using lightweight concrete as wall materials. Advantages and disadvantages of this concrete had been identified through the analysis and review of scientific publications. It is on the one hand the small weight, low heat conductivity and a high immunity to noise interference, and on the other hand high moisture absorption and low strength which limits their use in the bearing structures. The study showed prospects to produce more durable lightweight concrete which could find application in civil and industrial engineering and in the construction of buildings for special purposes. The derivations were made concerning expediency of their application had been presented as a result of the research.

Keywords:

civil engineering; buildings materials; concretes; energy efficiency; light weight concrete; construction; physical property; concrete components

Corresponding author:

1*. +7(999)2020520, ikiryhas@gmail.com (Kirill Samoilov, Student)

2. +7(911)1426882, nanaan01@gmail.com (Anastasiya Antipina, Student)