

Теплоизоляция полов первых этажей минеральной ватой

Д. М. Кабанов¹, Е. А. Зайцев²

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

Информация о статье УДК 69

Аннотация

Основной проблемой при монтаже и использовании различных видов минеральной ваты в качестве утеплителя полов первых этажей зданий, является его способность к практически полной потере своих теплоизоляционных свойств при намокании, после чего материал в течение нескольких сезонов приходит в абсолютную негодность, переставая удерживать тепло, и требует немедленной замены. Данная проблема приводит к незамедлительному ухудшению качества жизни, что делает соблюдение специальных рекомендаций важной практической задачей. Целью данной статьи является проведение подробного обзора минеральной ваты в качестве утеплителя полов первых этажей, включая ее классификацию по виду и форме выпуска, рассмотрение наиболее значимых преимуществ и недостатков различных ее типов, для обобщения и формирования как практических рекомендаций по устранению рассмотренных недостатков данного утеплителя, так и оптимальной технологии утеплений полов первых этажей минеральной ватой. Методом информационного анализа были выявлены основные преимущества и недостатки использования минеральной ваты. Приведены практические рекомендации по минимизации влияния негативных факторов данного материала на человека при монтаже и непосредственном использовании в качестве теплоизоляции. Сформирована и описана пошаговая оптимальная технология утепления пола первого этажа минеральной ватой на основе изучения особенностей материала.

Ключевые слова: Строительство, гражданское строительство, минеральная вата, энергоэффективность, теплоизоляция, утепление полов, теплоизоляционные материалы, утепление зданий

Содержание

1.	Введение	17
2.	Обзор литературы	17
3.	Цель исследования	17
4.	Виды минеральной ваты и ее классификация по структуре материала и форме выпуска	18
5.	Основные преимущества утепления минеральной ваты	19
6.	Основные недостатки утепления минеральной ватой	19
7.	Современные решения для устранения недостатков минеральной ваты	21
8.	Оптимальная технология утепления полов минеральной ватой	21
9.	Заключение	21

Контактный автор:

1. +7(921)4130278, zgor2008@yandex.ru (Зайцев Егор, студент)

1. Введение

Залогом комфортного и благоприятного проживания как в частном домостроении, так и в гражданском строительстве, всегда являлось грамотное утепление зданий и сооружений. Нельзя забывать, что отсутствие теплоизоляции часто приводит к образованию трудноудаляемой черной плесени, чьи споры при вдыхании опасны для людей, независимо от наличия у них аллергии на данный грибок. В условиях российского климата обязательной теплоизоляции подвергается каждая часть здания – кровля, стены, перекрытия, фундамент, благодаря чему проживающие в этом строении люди получают возможность не только уютно обустроиться внутри него, но и значительно экономить на отоплении здания. Более того, помимо сохранения тепла в зимнее время года, в летние месяцы качественно изготовленная теплоизоляция позволит стенам здания не нагреваться, поддерживая внутреннюю температуру практически на одном и том же уровне. Достаточно значимую роль в этом играет утепление полов первых этажей.

В настоящее время существует внушительное количество материалов, которые предлагает рынок для устройства теплых полов, причем все они имеют как положительные стороны, так и отрицательные, однако наиболее популярным принято считать такой утеплитель, как минеральная вата.

Минеральная вата, благодаря своим выдающимся техническим характеристикам, достаточно большому количеству преимуществ и существенному многообразию различных видов, структур и форм выпуска, позволяет использовать ее буквально в каждой части утепляющегося здания, от утепления трубопроводов и сетей коммуникаций до утепления кровли, перекрытий и стен. Однако основную популярность минеральной вате принесла ее одна из самых низких рыночных цен как на сам утеплитель, так и на работу по его укладке. Материал настолько прост в использовании, что его сможет уложить своими руками даже человек, не имеющий профильного образования и не являющийся специалистом в данной сфере строительства, всего лишь следуя технике безопасности и оптимальному алгоритму по утеплению пола минеральной ватой, который и будет рассмотрен в данной статье.

2. Обзор литературы

В работах Адиловой Н.Б., Кобина А.В., Алифанова А.В., Голуб В.М., Милюковой А.М., Рудакова В.В., Лонского С.С., Горшкова Л.С., Немовой Д.В., Рымкевича П.П. оценивается энергоэффективность различных теплоизоляционных материалов, размещаемых в современных зданиях и сооружениях [1-4].

Глубокое и всестороннее рассмотрение различных аспектов теории и практики выбора оптимальных теплоизоляционных материалов в ограждающих и кровельных конструкциях содержится в трудах Адиловой Н.Б. и Кобина А.В., где даются предложения по улучшению энергоэффективности общественных зданий [1].

Рудаков В.В., Лонский С.С. в своей статье рассмотрели проблему сбережения тепла жилых помещений старой застройки постоянного и периодического отопления за счет способов утепления помещений изнутри, снаружи и с двух сторон сразу. В результате работы были сделаны обоснованные рекомендации касательно утепления каждым из способов [3].

В работах Корниенко С.В., Лукинова В.М., Манухиной Л.А., Маловой Ю.А., Сидорова П.М., Шевелева Д.В. описано научное исследование теплозащитных свойств современных конструкций, приводится анализ динамики потерь тепла через ограждающие конструкции, а также исследуются различные методы и способы применения инновационных технологий при проектировании и монтаже теплоизоляционных конструкций [5-8].

В работах Умняковой Н.П., Низовцева М.И., Фокина В.М., Шило М.А., Таранова В.Ф. анализируются наиболее значимые факторы, влияющие на теплопроводность зданий и сооружений [9-12].

Низовцев М.И., Сахаров И.А. в своей статье привели результаты компьютерного численного моделирования системы отопления "водяной теплый пол" при различном шаге укладки греющих трубок и разной температуре теплоносителя. В результате расчетов исследовано взаимное влияние конструктивных и тепловых параметров водяного теплого пола. Даны рекомендации по выбору шага укладки греющих трубок и температуры теплоносителя, а также оптимальной толщины теплоизоляции для снижения тепловых потерь [10].

В своей статье Фокин В.М., Шило М.А., Таранов В.Ф. представили исследования теплофизических параметров многослойной полимерной системы теплоизоляции на ограждениях зданий и сооружений. [11].

Однако, несмотря на большой объем исследований, посвященных данной теме, до сих пор не было написано еще ни одной статьи по теме «Оптимальные технологии проведения теплоизоляции полов чердачных этажей».

3. Цель исследования

Целью исследования является проведение подробного обзора минеральной ваты в качестве утеплителя полов первых этажей, включая ее классификацию по виду и форме выпуска, а также рассмотрение наиболее значимых преимуществ и недостатков различных ее типов, для обобщения и формирования как практических рекомендаций по устранению рассмотренных недостатков данного утеплителя, так и оптимальной технологии утеплений полов первых этажей минеральной ватой.

4. Виды минеральной ваты и ее классификация по структуре материала и форме выпуска

Минеральная вата — это класс неорганических волокнистых материалов, которые получают из металлических шлаков, стекла и расплавленных горных пород. Данный теплоизолятор позволяет локализовывать воздушный слой в утепляемом здании, надежно изолируя его помещения от холода [1].

В настоящее время можно встретить четыре разновидности минеральной ваты:

- Стекловата;
- Шлаковата;
- Каменная вата;
- Базальтовая вата.

Стекловата представляет из себя достаточно прочный и упругий теплоизоляционный материал, отличающийся крайне низкой рыночной стоимостью и высокой вибро- и химической стойкостью, благодаря чему является наиболее распространенным и повсеместно используемым видом минеральной ваты. Стекловолокно, давнее название материалу, дает низкие показатели теплопроводности, а также позволяет стекловате уменьшать свой объем, по меньшей мере, в 6 раз, что позволяет с легкостью доставлять теплоизолятор к месту стройки, существенно снижая цену за ее транспортировку.

Шлаковата является результатом переработки в микроволокна отходов металлургического производства - доменных шлаков. В процессе изготовления данного материала имеют место вредные соединения, такие как марганец и многочисленные сернистые вещества. Кроме того, в случае содержания в шлаковате определенного количества серы и извести, теплоизолятор приобретает способность к саморазложению, что обязывает проводить тщательный контроль сырья при создании утеплителя. Более того, шлаковата обладает крайне высокими показателями влагоемкости, благодаря чему она становится непригодной для использования утепления любых водопроводных труб.

Каменная вата по своим свойствам напоминает шлаковату, за одним исключением – в вопросе безопасности при работе с данными утеплителями, каменная вата является абсолютно неколючей и практически неопасной для человека. Изготавливают ее из таких горных пород, как габбро или диабаз, из-за чего материал имеет более низкие показатели теплопроводности, чем у стекловаты, плохо впитывает влагу и имеет улучшенные значения стойкости к вибронатрузкам. Производится как с низкой, так и с высокой плотностью волокон, благодаря чему может иметь либо высокие прочностные характеристики, либо относительно гибкую структуру, что делает каменную вату и ее разновидности, такие как базальтовая вата, универсальными среди всех видов минеральной ваты.

Базальтовая вата – одна из вариаций каменной ваты, с недавних пор выделяемая в отдельную категорию минеральной ваты. По сравнению с ней, в составе базальтовой ваты, помимо диабаза или габбро, присутствуют еще и доменные шлаки, глины, известняки и доломиты, что позволяет достичь крайне высоких показателей максимальных и минимальных температур, очень низкой гигроскопичности и достаточно небольшой теплопроводности материала. При сворачивании в рулоны, не теряет своих свойств и не изнашивается [14].

Структура слоев минеральной ваты различается в зависимости от используемого сырья и определяется тремя типами:

- Гофрированная;
- Вертикально-слоистая;
- Горизонтально-слоистая.

Все вышеперечисленные виды минеральной ваты обладают схожим составом, однако отличаются как длиной, так и толщиной волокна, получаемого в процессе изготовления теплоизоляционного материала. Следует отметить, что принцип производства любой разновидности минеральной ваты одинаков и подразумевает под собой использование сугубо негорючих веществ.

Исходя из поставленных задач по теплоизоляции, а также для удобства и сокращения времени монтажа, утеплитель производится в нескольких формах выпуска, а именно:

- Рулоны;
- Плиты;
- Цилиндры;

Рулоны (маты) предназначены для теплоизоляции кровельных покрытий, стен и перекрытий, в общем случае для тех конструкций, которые не испытывают значительных нагрузок в процессе эксплуатации утепляемого сооружения. Обладают достаточно низкими показателями плотности.

Плиты из минеральной ваты используются в местах повышенного механического давления, крайне удобны в транспортировке и имеют максимальные плотностные характеристики среди всех форм выпуска минеральной ваты. Наиболее используемая сфера их применения – утепление полов первых и подвальных этажей.

Цилиндры, являющиеся теплоизоляторами трубопроводов и прочих сетей коммуникаций, имеют относительно средние показатели плотности, по сравнению с рулонами и плитами. Для улучшения защитных

свойств изделий, минеральную вату сверху проклеивают алюминиевой фольгой, что позволяет защитить трубы от нежелательного воздействия погодных условий, влаги и повреждений [16].

Комбинирование всех трех форм выпуска минеральной ваты в различных ситуациях позволяет значительно облегчить ее монтаж, снизить затраты на работы по установке и транспортировке утеплителя к месту назначения, а также максимально эффективно и экономично произвести работы по теплоизоляции зданий и сооружений.

5. Основные преимущества утепления минеральной ваты

По сравнению с другими материалами утеплителей, минеральная вата обладает рядом выдающихся свойств, кардинально отличающих ее от конкурентов и дающих возможность потребителю ответственно подойти к выбору теплоизолятора с учетом всех особенностей климата, объекта и собственных пожеланий и наблюдений [17].

Основными преимуществами использования минеральной ваты являются:

- Повышенная пожаробезопасность и огнестойкость;
- Высокий уровень звукоизоляции;
- Длительный срок эксплуатации;
- Высокий уровень паропроницаемости;
- Отсутствие воздействия грызунов и насекомых;
- Высокий уровень химической устойчивости.

Повышенная пожаробезопасность материала означает, что при возникновении очага пламени внутри теплоизолированного здания любой вид минеральной ваты будет лишь плавиться и тлеть, не поддерживая процесс горения и не распространяя пламя, при этом не выделяя дыма при непосредственном соприкосновении с огнем.

Высокий уровень звукоизоляции позволяет потребителю комфортно чувствовать себя внутри изолированного здания, успешно заглушая различные звуки с улицы. Однако, хороших показателей можно достигнуть, лишь используя минеральную вату в связке со специальными акустическими ограждающими конструкциями и креплениями.

Максимальные сроки эксплуатации теплоизоляции минеральной ватой сильно варьируются в зависимости от того, какой вид утеплителя использовался при строительстве, насколько качественным было сырье при производстве материала и многим другим факторам, связанным с самим сооружением и его окружающей средой. Наиболее долговечный вид минеральной ваты – базальтовая, имеет в теории порядка 50 лет непосредственного эксплуатирования с небольшими потерями ее теплоизоляционных свойств. Усредненное значение для всех минераловатных утеплителей является промежуток от 25 до 50 лет использования, при этом, минеральная вата не подвержена влиянию грызунов и различных вредных микроорганизмов, что существенно продлевает срок эксплуатации данного утеплителя в сравнении с другими теплоизоляционными материалами, предлагаемыми на рынке в настоящее время.

Обладая значительными показателями паропроницаемости, минеральная вата с легкостью пропускает различные водяные испарения, что обеспечивает хорошую циркуляцию воздуха в утепляемом помещении и является залогом создания комфортного микроклимата.

Все вышеперечисленные преимущества в одинаковой степени относились ко всем видам минеральной ваты, однако на практике отдают предпочтение базальтовой или каменной вате. Данные утеплители плохо впитывают влагу, являются достаточно безопасными материалами при монтаже, практически не подвержены влиянию деформаций и усадок, даже по истечению длительного периода времени. Также, они обладают высокой прочностью волокон и способны выдерживать значительную механическую нагрузку.

6. Основные недостатки утепления минеральной ватой

Несмотря на все свои преимущества по сравнению с другими изоляционными материалами, минеральная вата имеет ряд существенных недостатков, которые играют определенную негативную роль при утеплении зданий и сооружений [18].

Такими недостатками являются:

- Водобоязнь материала;
- Ранящие свойства при монтаже;
- Выделение канцерогенных паров.

Потеря теплоизоляционных качеств утеплителя при намокании – одна из основных проблем, с которой сталкиваются люди, производящие монтажные работы минеральной ваты. Любое наличие незапланированных щелей, повышение уровня влажности или же внушительные частые перепады температур способны буквально за несколько сезонов полностью испортить уже разбухший и не удерживающий тепла материал, что может привести к повышению платы за электроэнергию, нарушению комфортного микроклимата и значительному понижению уровня жизни в некачественно теплоизолированном здании.

В случае, если в процессе монтажа, в качестве утеплителя, используется такой вид минеральной ваты, как стекловата, то при даже незначительном повреждении волокон материалов фрагменты стекловолокна будут иметь крайне незначительные размеры, и при вдыхании возможно сильное повреждение кожных покровов, дыхательных путей, органов зрения и появление кожного зуда. Примечательно, что в случае работы со шлаковатой также могут проявиться все вышеописанные последствия.

В случае покупки минеральной ваты от непроверенного производителя, имеют место случаи превышения количества связующих веществ в составе минеральной ваты – фенолформальдегидных смол, что может привести к выделению в процессе неправильной эксплуатации материала обильного количества канцерогенных ядовитых паров фенола, в свою очередь, способное привести к значительным проблемам со здоровьем и возникновению онкологических заболеваний.

По всему миру компании по производству различных видов минеральной ваты проводят множество исследований для создания практических рекомендаций по борьбе с приведенными недостатками и минимизации негативного воздействия утеплителя на человека.

7. Современные решения для устранения недостатков минеральной ваты

На данный момент разработано множество различных способов для устранения негативных последствий использования минеральной ваты в качестве утеплителя, а также существует некоторое количество теорий, придерживаясь которых, можно обеспечить высокие показатели долговечности материала с сохранением практически первоначальных теплоизоляционных свойств.

В настоящее время, еще на стадии производства минеральной ваты, всю выпускаемую продукцию заранее обрабатывают обильным количеством гидрофобных составов, что позволяет исключить намокание и пропитывание материала при кратковременном контакте с влагой. Однако, для обеспечения длительной эксплуатации утеплителя следует также использовать качественную гидро- и пароизоляцию на стадии монтажа минеральной ваты. При правильном соблюдении данных рекомендаций такая проблема, как водобоязнь материала, практически полностью исключается и не представляет угрозы для потребителя [18].

Для защиты от повреждения дыхательных путей, кожных покровов и органов зрения следует использовать некоторые средства индивидуальной защиты, такие как:

- Респираторы;
- Очки защитные;
- Костюмы из плотной ткани;
- Защитные перчатки.

Непосредственно после проведения работ по установке и монтажу утеплителя, содержащего мелкие, ломкие волокна, следует избавиться от спецодежды, в которой производились данные работы из-за невозможности удаления с их поверхности мельчайших частиц стекло- или шлаковолокон.

При риске отравления канцерогенными ядовитыми парами фенола, на стадии монтажа утеплителя следует пользоваться таким средством индивидуальной защиты, как противогаз, а также производить качественную пароизоляцию минеральной ваты. Несмотря на многочисленные эксперименты и исследования, показывающие, что содержание фенолформальдегидных смол в данном материале крайне мало и нанести вред здоровью человека не может, в случае покупки дешевого, непроверенного и некачественного материала риск отравления ядовитыми парами все равно остается.

Следует отметить, что появление таких видов утеплителей, как каменная и базальтовая ваты, позволяет с легкостью решить практически все недостатки более дешевых аналогов минеральной ваты. При их установке и монтаже не выделяются мельчайшие волокна материала, что исключает возможность повреждения дыхательной системы, органов зрения и кожных покровов человека, а также в их составе не входят фенолформальдегидные смолы, что, в свою очередь, делает их абсолютно безопасными для потребителя теплоизоляционными материалами. Соответственно, отсутствие характерных недостатков минеральной ваты оборачивается повышением цены на каменную и, в частности, базальтовую ваты.

8. Оптимальная технология утепления полов минеральной ватой

Приведенная ниже технология утепления полов первых этажей подразумевает под собой подробное описание процесса монтажа теплоизоляции с самого начала производимых работ, включая такие шаги, как установка лагов и выполнение цементно-песчаных стяжек.

В общем случае, пошагово оптимальная технология теплоизоляции полов первых этажей минеральной ватой выглядит следующим образом:

- Демонтаж старого пола;
- Выравнивание полученной поверхности;
- Укладка гидроизоляционного слоя;
- Установка направляющих балок – лаг;
- Монтаж минеральной ваты;
- Укладка пароизоляционного слоя;

- Укладка чернового пола;
- Укладка напольного покрытия.

Демонтаж старого пола производят до голого основания, после чего образовавшаяся поверхность промывается и очищается от грязи, пыли и разнообразных отходов.

Выравнивание полученной поверхности производится либо с помощью цементно-песчаной стяжки пола, либо с помощью засыпания керамзита. Данный этап обязателен в случае недостаточно ровной поверхности.

Укладка гидроизоляционного слоя производится для защиты от насыщения влагой утеплителей из минеральной ваты, от которой они теряют свои теплоизоляционные свойства и быстро приходят в негодность.

Монтаж минеральной ваты проводится путем ее укладки в полости, образованные пересечениями лаг, при этом важно не допускать появления зазоров между лагами и утеплителем во избежание значительных теплопотерь. Теплоизоляцию допускается укладывать в два слоя, однако при таком способе утепления следует избегать совмещения стыков верхнего и нижнего слоев минеральной ваты.

Укладка пароизоляционного слоя производится в традиционном порядке с небольшим заходом на поверхности стен.

После качественной теплоизоляции пола поверх пароизоляционного слоя следует расположить прочный материал, который сможет равномерно распределить всю нагрузку по лагам. Далее идет монтаж практически любых напольных покрытий – ковров, ламината, паркета и прочих существующих напольных покрытий.

9. Заключение

Рассмотрены основные преимущества различных видов утеплителей из минеральной ваты, такие как:

- Повышенная пожаробезопасность и огнестойкость;
- Высокий уровень звукоизоляции;
- Длительный срок эксплуатации;
- Высокий уровень паропроницаемости;
- Отсутствие воздействия грызунов и насекомых;
- Высокий уровень химической устойчивости.

Проанализированы основные недостатки утеплителей из минеральной ваты, которые заключаются в том, что данные теплоизоляторы имеют:

- Высокую степень водобоязни – при намокании материалы теряют свои теплоизоляционные качества и по истечении определенного количества времени приходят в негодность, требуя непосредственной замены;
- Высокий уровень опасности повреждения кожных покровов, дыхательной системы и органов зрения при монтаже;
- Склонность к выделению канцерогенных паров фенола вследствие наличия в составе утеплителей фенолформальдегидных смол в качестве связующих материалов.

Также определены оптимальные способы решения вышеописанных недостатков, связанных с использованием минеральной ваты в качестве утеплителя полов первых этажей:

- Для исключения возможности намокания материала следует обеспечивать качественную паро- и гидроизоляцию при монтаже;
- Для защиты органов дыхания, зрения и кожных покровов в процессе установки теплоизоляционных конструкций следует пользоваться средствами индивидуальной защиты, такими как респираторы, защитные очки, спецодежда из плотной ткани и т.д.;
- Для исключения отравления ядовитыми парами фенола следует пользоваться только проверенными теплоизоляционными материалами, изготовленными надежными специализированными компаниями. Если же во время монтажа образовался риск отравления, следует незамедлительно применить средство индивидуальной защиты, такое как противогаз.
- Для исключения негативного влияния утеплителя на здоровье человека следует пользоваться более дорогостоящими видами минеральной ваты – каменной и базальтовой ватами.

В заключение, сформирован и обобщен оптимальный алгоритм по утеплению полов первых этажей минеральной ватой в качестве теплоизоляционного материала:

- Демонтаж старого пола;
- Выравнивание поверхности;
- Укладка гидроизоляционного слоя;
- Монтаж лаг;
- Монтаж минеральной ваты;
- Укладка пароизоляционного слоя;
- Укладка чернового пола;
- Укладка напольного покрытия.

Благодарности

Авторы выражают признательность сотрудникам Инженерно-строительного института СПбПУ Петра Великого за оказанную помощь при проведении данного исследования и написании настоящей статьи.

Литература

- [1]. Адилова Н.Б., Кобин А.В. Оценка энергоэффективности теплоизоляционных материалов в конструкциях зданий // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2015. №5(1). С. 108-112.
- [2]. Алифанов А.В., Голуб В.М., Милюкова А.М. Аналитическое исследование тепловых процессов при холодном прессовании дискретных материалов // Вестник Барановичского государственного университета. 2014. №2. С. 7-16.
- [3]. Рудаков В.В., Лонский С.С. Эффективность теплоизоляции зданий старой застройки // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2010. №12(82). С. 23-28.
- [4]. Горшков Л.С., Немова Д.В., Рымкевич П.П. Сравнительный анализ потерь тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции в зависимости от минимальных требований к уровню теплоизоляции наружных ограждающих конструкций здания // Кровельные и изоляционные материалы. 2013. №1. С. 24-30.
- [5]. Корниенко С.В. Повышение теплозащиты стеновых конструкций зданий из объемных блоков // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №8(47). С. 17-30.
- [6]. Лукинов В.М., Манухина Л.А., Малова Ю.А. Реконструкция зданий старой застройки с применением инновационных энергосберегающих технологий // Недвижимость: экономика, управление. 2016. №2. С. 32-35.
- [7]. Сидоров П.М., Шевелев Д.В. К расчету дополнительной теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №11(4). С. 44-46.
- [8]. Svetkovic D., Bojic M. Optimization of thermal insulation of a house heated by using radiant panels. Energy and buildings. 2014. No. 85. Pp. 329-336.
- [9]. Умнякова Н.П. Влияние коэффициента излучения офольгированных материалов на теплопередачу через наружные ограждения // Наука и безопасность. 2015. №2(15). С. 89-94.
- [10]. Низовцев М.И., Сахаров И.А. Расчет взаимного влияния тепловых и конструктивных параметров водяного теплого пола // Ползуновский вестник. 2013. №4(3). С. 33-37.
- [11]. Фокин В.М., Шило М.А., Таранов В.Ф. Исследование теплофизических параметров многослойной полимерной теплоизоляции с целью обеспечения экологической безопасности // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. №25. С. 212-217.
- [12]. Cheng W., Xie B., Zhang R., Xu Z., Xia Y. Effect of thermal conductivities of shape stabilized PCM on under-floor heating system. Applied energy. 2015. No. 144. Pp. 10-18.
- [13]. Ретушняк Г. С., Колесник Е. В., Каташинский В. А. Влияние характеристик современных

References

- [1]. Adilova N.B., Kobin A.V. Otsenka energoeffektivnosti teploizolyatsionnykh materialov v konstruktsiyakh zdaniy [Estimation of energy efficiency of thermal insulating materials in structures of buildings]. Resursoenergoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona. 2015. No. 5(1). Pp. 108-112. (rus)
- [2]. Alifanov A.V., Golub V.M., Milyukova A.M. Analiticheskoe issledovanie teplovykh protsessov pri kholodnom pressovanii diskretnykh materialov [Analytical study of thermal processes during cold pressing of quantified materials]. Vestnik Baranovichskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. No. 2. Pp. 7-16. (rus)
- [3]. Rudakov V.V., Lonskiy S.S. Effektivnost' teploizolyatsii zdaniy staroi zastroiki. Energoberezhnie. Energetika [Effectiveness of thermal covering of old buildings]. Energoaudit. 2010. No. 12(82). Pp. 23-28. (rus)
- [4]. Gorshkov L.S., Nemova D.V., Rymkevich P.P. Sravnitel'nyy analiz poter' teplovoi energii cherez naruzhnye ograzhdayushchie konstruksii v zavisimosti ot minimal'nykh trebovaniy k urovnyu teploizolyatsii naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruksii zdaniya [Comparative analysis of losses of thermal energy through external enclosing structures, depending on the minimum requirements for the level of thermal insulation of the external enclosing structures of the building]. Krovel'nye i izolyatsionnye materialy. 2013. No. 1. Pp. 24-30. (rus)
- [5]. Kornienko S.V. Povyshenie teplozashchity stenovykh konstruksii zdaniy iz ob'emnykh blokov [Increase of thermal protection of wall constructions of buildings from volumetric blocks]. Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy. 2016. No. 8(47). Pp. 17-30. (rus)
- [6]. Lukinov V.M., Manukhina L.A., Malova Yu.A. Rekonstruktsiya zdaniy staroi zastroiki s primeneniem innovatsionnykh energoberegayushchikh tekhnologii [Reconstruction of old buildings with the use of innovative energy-saving technologies]. Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie. 2016. No. 2. Pp. 32-35. (rus)
- [7]. Sidorov P.M., Shevelev D.V. K raschetu dopolnitel'noy teploizolyatsii naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruksii zdaniy i sooruzheniy [To the calculation of additional heat insulation of external enclosing structures of buildings and structures]. Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2016. No. 11(4). Pp. 44-46. (rus)
- [8]. Svetkovic D., Bojic M. Optimization of thermal insulation of a house heated by using radiant panels. Energy and buildings. 2014. No. 85. Pp. 329-336.
- [9]. Umnyakova N.P. Vliyaniye koeffitsienta izlucheniya ofol'girovannykh materialov na teploperedachu cherez naruzhnye ograzhdeniya [Influence of the emissivity of the opholded materials on heat transfer through external fences]. Nauka i bezopasnost'. 2015. No. 2(15). Pp. 89-94. (rus)
- [10]. Nizovtsev M.I., Sakharov I.A. Raschet vzaimnogo vliyaniya teplovykh i konstruktivnykh parametrov vodyanogo teplogo pola [Calculation of the mutual influence of the thermal and structural parameters of the water-heated floor]. Polzunovskiy vestnik. 2013. No. 4(3). Pp. 33-37. (rus)
- [11]. Fokin V.M., Shilo M.A., Taranov V.F. Issledovanie teplofizicheskikh parametrov mnogosloinoi polimernoj teploizolyatsii s tsel'yu obespecheniya ekologicheskoi bezopasnosti [Investigation of thermophysical parameters of multilayer polymer thermal insulation in order to ensure ecological safety]. Vestnik volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2011. No. 25. Pp. 212-217. (rus)
- [12]. Cheng W., Xie B., Zhang R., Xu Z., Xia Y. Effect of thermal conductivities of shape stabilized PCM on under-floor heating system. Applied energy. 2015. No. 144. Pp. 10-18.
- [13]. Retyushnyak G. S., Kolesnik E. V., Katschinsky V. A. Vliyaniye kharakteristik sovremennykh

- теплоизоляционных материалов на энергоэффективность термостабилизации процесса производства биогаза // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2015. № 2 (19). С. 153-157.
- [14]. Бердюгин И. А. Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1. С. 26-31.
- [15]. Цейтин Д. Н., Ватин Н. И., Немова Д. В., Рымкевич П. П., Горшков А. С. Технико-экономическое обоснование утепления фасадов при реновации жилых зданий первых массовых серий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 1. С. 20-31.
- [16]. Мельников В. С., Кириллов С. В., Мельников М. В., Ванин С. А., Васильев В.Г., Потемкин С. А. Минеральная вата - теплоизоляция фасадных и кровельных систем в условиях пожара пролива и тления // Интернет-журнал науковедение. 2016. № 6 (37). С. 63.
- [17]. [Мельников В. С., Кириллов С. В., Мельников М. В., Васильев В.Г., Ванин С. А., Потемкин С. А. Пожарно-структурная экспертиза поврежденных теплоизоляционных материалов из минеральной ваты и пенополиизоцианурата // Интернет-журнал науковедение. 2016. № 3 (34). С. 129.
- [18]. Ярцев В.П., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и пенополистирола) // Кровельные и изоляционные материалы. 2013. № 1. С. 8-11.
- [19]. Капустин А.А. Натурные исследования эксплуатационных характеристик теплоизоляционных плит из минеральной ваты не закрытых гидроветрозащитными пленками при перерывах монтажа навесных фасадных систем // Вестник МГСУ. 2011. № 3-2. С. 148.
- [20]. Белоус А.Н., Оверченко М.В., Белоус О.Е. Утепление цокольного узла зданий с неотапливаемым подвалом // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №11. С.7-21.
- [21]. Агеева Г.М. Анализ конструктивных решений утепления жилого дома // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2013. № 11(117). С. 30-34.
- [22]. Курова О. Особенности и проблемы применения теплоизоляции в системах штукатурных фасадов. Что выбрать? Кровельные и изоляционные материалы. 2016. №1. С. 19-21.
- [23]. Хуторной А.Н., Кузин А.Я., Цветков Н.А., Мирошниченко Т.А., Колесникова А.В. Нестационарный пространственный теплоперенос в неоднородной керамзитобетонной стене. Известия Томского Политехнического Университета. 2006. №4. С.113-116.
- [24]. Дисиков Ю.Ю. Минераловатные утеплители. Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 6-2 (87). С. 104-106.
- [25]. Шалагин И.Ю. Аспекты теплотехнического расчета легких ограждающих конструкций. Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 36. № 2-2. С. 40.
- [26]. Некрасова М.А., Маргарян Г.А., Белякова М.Ю. system. Applied energy. 2015. No. 144. Pp. 10-18.
- [13]. Retushnyak G. S., Kolesnik E. V., Katashinskiy V. A. Vliyanie kharakteristik sovremennykh teploizolyatsionnykh materialov na energoeffektivnost' termostabilizatsii protsessa proizvodstva biogaza [Influence of the characteristics of modern thermal insulation materials on the energy efficiency of heat stabilization of the biogas production process]. Suchasni tekhnologii, materiali i konstruksii v budivnitstvi. 2015. No. 2 (19). Pp. 153-157. (rus)
- [14]. Berdyugin I. A. Teploizolyatsionnye materialy v stroitel'stve. Kamennaya vata ili steklovolokno: sravnitel'nyy analiz [Thermal insulation materials in construction. Stone wool or fiberglass: a comparative analysis]. Engineering and construction magazine. 2010. No. 1. Pp. 26-31. (rus)
- [15]. Tseytin D. N., Vatin N. I., Nemova D. V., Rymkevich P. P., Gorshkov A. S. Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie utepleniya fasadov pri renovatsii zhilykh zdaniy pervykh massovykh seriy [Feasibility study of facade insulation in the renovation of residential buildings of the first mass series]. Construction of unique buildings and structures. 2016. No. 1. Pp. 20-31. (rus)
- [16]. Mel'nikov V. S., Kirillov S. V., Mel'nikov M. V., Vanin S. A., Vasil'yev V.G., Potemkin S. A. Mineral'naya vata - teploizolyatsiya fasadnykh i krovel'nykh sistem v usloviyakh pozhara proliva i tleniya [Mineral wool - thermal insulation of facade and roofing systems in the conditions of fire of the strait and decay]. Internet Journal of Science. 2016. No. 6 (37). Pp. 63. (rus)
- [17]. Mel'nikov V. S., Kirillov S. V., Mel'nikov M. V., Vasil'yev V.G., Vanin S. A., Potemkin S. A. Pozharno-strukturnaya ekspertiza povrezhdeniy teploizolyatsionnykh materialov iz mineral'noy vaty i penopolizotsianurata [Fire-structural examination of damages of thermal insulation materials made of mineral wool and polyurethane isocyanurate]. Internet Journal of Science. 2016. No. 3 (34). Pp. 129. (rus)
- [18]. Yartsev V.P., Mamontov A.A., Mamontov S.A. Ekspluatatsionnye svoystva i dolgovechnost' teploizolyatsionnykh materialov (mineral'noy vaty i penopolistirola) [Operational properties and durability of heat-insulating materials (mineral wool and expanded polystyrene)]. Roofing and insulation materials. 2013. No. 1. Pp. 8-11. (rus)
- [19]. Kapustin A.A. Naturnye issledovaniya ekspluatatsionnykh kharakteristik teploizolyatsionnykh плит iz mineral'noy vaty ne zakrytykh gidrovetrozashchitnymi plenkami pri pereryvakh montazha navesnykh fasadnykh sistem [Naturnye issledovaniya ekspluatatsionnykh kharakteristik teploizolyatsionnykh плит iz mineral'noy vaty ne zakrytykh gidrovetrozashchitnymi plenkami pri pereryvakh montazha navesnykh fasadnykh sistem]. Vestnik MGSU. 2011. No. 3-2. Pp. 148. (rus)
- [20]. Belous A.N., Overchenko M.V., Belous O.E. Uteplenie tsokol'nogo uzla zdaniy s neotaplivaemym podvalom [Warming of the basement building with unheated basement]. Construction of unique buildings and structures. 2016. No. 11. Pp.7-21. (rus)
- [21]. Ageeva G.M. Analiz konstruktivnykh resheniy utepleniya zhilogo doma [Analysis of structural solutions for the insulation of a residential building]. Energy saving. Power engineering. Energy audit. 2013. No. 11(117). Pp. 30-34. (rus)
- [22]. Kurova O. Osobennosti i problemy primeneniya teploizolyatsii v sistemakh shtukaturnykh fasadov. Chto vybrat'? [Features and problems of the application of thermal insulation in plaster facade systems. What to choose?]. Roofing and insulation materials. 2016. No. 1. Pp. 19-21. (rus)
- [23]. Khurtornoy A.N., Kuzin A.Ya., Tsvetkov N.A., Miroshnichenko T.A., Kolesnikova A.V. Nestatsionarnyy prostranstvennyy teploperenos v neodnorodnoy keramzitobetonnoy stene [Non-stationary spatial heat transfer in a non-uniform claydite-concrete wall]. Proceedings of Tomsk Polytechnic University. 2006. No. 4. Pp.113-116. (rus)
- [24]. Disikov Yu.Yu. Mineralovatnye utepliteli [Mineral wool warmers].

- Анализ и оценка жизненного цикла утеплителей для экологического переустройства спортивных сооружений. Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 3 (34). С. 60.
- [27]. Хабибуллин Ю.Х., Барышева О.Б. Энергосберегающие покрытия на основе минеральных микросфер. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 2. С. 144-148.
- [28]. Емельянова Н.А. Исследование технологических аспектов применения литых утеплителей в ограждающих конструкциях зданий. Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 12. С. 116-120.
- [29]. Волконский М. Теплозащита зданий как основное энергосберегающее мероприятие. Кровельные и изоляционные материалы. 2016. № 2. С. 10-13.
- [30]. Леонтьев С.В., Харитонов В.А., Голубев В.А., Курзанов А.Д., Шаманов В.А. Проблема ранжирования теплоизоляционных строительных материалов. Master's Journal. 2013. № 2. С. 193-201.
- [31]. Тошин Д.С., Степанов А.А. Экспериментальные исследования деформативности минераловатных утеплителей при повторном приложении нагрузки. Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2016. № 2 (29). С. 90-93.
- [32]. Ватин Н.И., Рымкевич П.П., Горшков А.С., Немова Д.В. Сравнительный анализ затрат для многоквартирного жилого здания // Лучшие фасады. 2013. №1. С. 8-12.
- [33]. Кобелев В.Н., Жмакин В.А., Кобелев Н.С., Зенченко В.И. Разработка метода энергосберегающей тепловой защиты жилого фонда города Курска и области // Известия юго-западного государственного университета. 2016. №3(66). С. 87-94.
- [34]. Черенкова Е.О., Черенкова А.О., Гуляева Л.В. Энергореконструкция зданий и сооружений посредством установки наружной теплоизоляции // Новая наука: проблемы и перспективы. 2016. №115(2). С. 241-243.
- [35]. Кудайков А.К., Кенжегулов Б.З., Мырзашева А.Н. Математическая модель установившегося поля распределения температуры по длине стержня, ограниченной длины при наличии локальной температуры, теплового потока, теплообмена и теплоизоляции // Наука, новые технологии и инновации. 2009. №5. С. 18-22.
- [36]. Семенова Э.Е., Кошелева Д.С. Исследования по применению энергосберегающих решений при проектировании гражданских зданий // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. №1. С. 150-153.
- [37]. Karabay H., Arici M., Sandik M. A numerical investigation of fluid flow and heat transfer inside a room for floor heating and wall heating systems. Energy and buildings. 2013. No. 60. Pp. 471-478.
- [38]. Reis Lessa P.F., Reis Lessa J.D., Pereira R.J., Almeida P.A. Environmental and economic analysis of thermal active building system. International journal of engineering research and applications. 2016. No. 6(5). Pp. 64-70.
- [39]. Le Dreau J., Heiselberg P. Energy flexibility of New Science: Theoretical and Practical View. 2016. No. 6-2 (87). Pp. 104-106. (rus)
- [25]. Shalagin I.Yu. Aspekty teplotekhnicheskogo rascheta legkikh ogradhdayushchikh konstruksiy [Aspects of heat engineering calculation of light enclosing structures]. The engineer's messenger of the Don. 2015. No. 2-2. Pp. 40. (rus)
- [26]. Nekrasova M.A., Margaryan G.A., Belyakova M.Yu. Analiz i otsenka zhiznennogo tsikla utepliteley dlya ekologicheskogo pereustroystva sportivnykh sooruzheniy [Analysis and assessment of the life cycle of heaters for the ecological reorganization of sports facilities]. Internet Journal of Science. 2016. No. 3 (34). Pp. 60. (rus)
- [27]. Khabibullin Yu.Kh., Barysheva O.B. Energoberegayushchie pokrytiya na osnove mineral'nykh mikrosfer [Energy-saving coatings based on mineral microspheres]. News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. 2014. No. 2. Pp. 144-148. (rus)
- [28]. Emel'yanova N.A. Issledovanie tekhnologicheskikh aspektov primeneniya litykh utepliteley v ogradhdayushchikh konstruksiyakh zdaniy [Research of technological aspects of application of cast heaters in building enveloping structures]. Bulletin of the Irkutsk State Technical University. 2014. No. 12. Pp. 116-120. (rus)
- [29]. Volkonskiy M. Teplozashchita zdaniyak osnovnoe energoberegayushchee meropriyatie [Heat protection of the building as the main energy-saving measure]. Roofing and insulation materials. 2016. No. 2. Pp. 10-13. (rus)
- [30]. Leont'yev S.V., Kharitonov V.A., Golubev V.A., Kurzanov A.D., Shamanov V.A. Problema ranzhirovaniya teploizolyatsionnykh stroitel'nykh materialov [The problem of ranking thermal insulation materials]. Master's Journal. 2013. No. 2. Pp. 193-201. (rus)
- [31]. Toshin D.S., Stepanov A.A. Eksperimental'nye issledovaniya deformativnosti mineralovatnykh utepliteley pri povtornom prilozhenii nagruzki [Experimental studies of the deformability of mineral wool insulation with repeated application of the load]. Academic Bulletin UralNIIProekt RAASN. 2016. No. 2 (29). Pp. 90-93. (rus)
- [32]. Vatin N.I., Rymkevich P.P., Gorshkov A.S., Nemova D.V. Sravnitel'nyy analiz zatrat dlya mnogokvartirnogo zhilogo zdaniya [Comparative cost analysis for a multi-unit residential building]. Luchshie fasady. 2013. No. 1. Pp. 8-12. (rus)
- [33]. Kobolev V.N., Zhmakin V.A., Kobleev N.S., Zhenchenkov V.I. Razrabotka metoda energoberegayushchei teplovoi zashchity zhilogo fonda goroda Kurska i oblasti [Development of the method of energy-saving thermal protection of housing stock of the city of Kursk and the region]. Izvestiya yugo-zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. No. 3(66). Pp. 87-94. (rus)
- [34]. Cherenkova E.O., Cherenkova A.O., Gulyaeva L.V. Energorekonstruktsiya zdaniy i sooruzheniy posredstvom ustanovki naruzhnoy teploizolyatsii [Energyreconstruction buildings and structures through the installation of external thermal insulation]. Novaya nauka: problemy i perspektivy. 2016. No. 115(2). Pp. 241-243. (rus)
- [35]. Kudaikov A.K., Kenzhegulov B.Z., Myrzasheva A.N. Matematicheskaya model' ustanovivshegosya polya raspredeleniya temperatury po dline sterzhnya, ogranichenoi dliny pri nalichii lokal'noi temperatury, teplovogo potoka, teploobmena i teploizolyatsii [Mathematical model of the steady-state field of temperature distribution along the length of the rod, the limited length in the presence of local temperature, heat flow, heat transfer and thermal insulation]. Nauka, novye tekhnologii i innovatsii. 2009. No. 5. Pp. 18-22. (rus)
- [36]. Semenova E.E., Kosheleva D.S. Issledovaniya po primeneniyu energoberegayushchikh resheniy pri proektirovani grahdanskikh zdaniy. Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturo - stroitel'nogo universiteta. 2011. No. 1. Pp. 150-153. (rus)
- [37]. Karabay H., Arici M., Sandik M. A numerical investigation of fluid

- residential buildings using short term heat storage in the thermal mass. *Energy*. 2016. No. 111. Pp. 991-1002.
- [40]. Ben Larbi A., Couchaux M., Bouchair A. Thermal and mechanical analysis of thermal break with end-plate for attached steel constructors. *Engineering structures*. 2017. No. 131. Pp. 362-379.
- [41]. Aviza D., Turskis Z. An empirical analysis of correlation between the thickness of a thermal insulation layer of the floor and the payback period. *Journal of civil engineering and management*. 2014. No. 20(5). Pp. 760-766.
- [42]. Kilar V., Koren D., Zbasnik-Senegacnik M. Seismic behavior of buildings founded on thermal insulation layer. *Gradevinar*. 2013. No. 65(5). Pp. 423-433.
- [43]. Ignacak M., Soltesz J., Prcuch I. Thermal and strength analysis of foundation slabs, industrial floors and cement covers of road pavements in the early stages. *Procedia Engineering*. 2013. No. 65. Pp. 94-99.
- [44]. Hasan A., Kurnitski J., Jokiranta K. A combined low temperature water heating system consisting of radiators and floor heating. *Energy and buildings*. 2009. No. 41(5). Pp. 470-479.
- flow and heat transfer inside a room for floor heating and wall heating systems. *Energy and buildings*. 2013. No. 60. Pp. 471-478.
- [38]. Reis Lessa P.F., Reis Lessa J.D., Pereira R.J., Almeida P.A. Environmental and economic analysis of thermal active building system. *International journal of engineering research and applications*. 2016. No. 6(5). Pp. 64-70.
- [39]. Le Dreau J., Heiselberg P. Energy flexibility of residential buildings using short term heat storage in the thermal mass. *Energy*. 2016. No. 111. Pp. 991-1002.
- [40]. Ben Larbi A., Couchaux M., Bouchair A. Thermal and mechanical analysis of thermal break with end-plate for attached steel constructors. *Engineering structures*. 2017. No. 131. Pp. 362-379.
- [41]. Aviza D., Turskis Z. An empirical analysis of correlation between the thickness of a thermal insulation layer of the floor and the payback period. *Journal of civil engineering and management*. 2014. No. 20(5). Pp. 760-766.
- [42]. Kilar V., Koren D., Zbasnik-Senegacnik M. Seismic behavior of buildings founded on thermal insulation layer. *Gradevinar*. 2013. No. 65(5). Pp. 423-433.
- [43]. Ignacak M., Soltesz J., Prcuch I. Thermal and strength analysis of foundation slabs, industrial floors and cement covers of road pavements in the early stages. *Procedia Engineering*. 2013. No. 5. Pp. 94-99.
- [44]. Hasan A., Kurnitski J., Jokiranta K. A combined low temperature water heating system consisting of radiators and floor heating. *Energy and buildings*. 2009. No. 41(5). Pp. 470-479.
- Кабанов, Д. М., Зайцев, Е. А. Теплоизоляция полов первых этажей минеральной ватой // Alfabuild. 2019. №1(8). С. 17-26.*
- Kabanov, D.M., Zaytsev, E.A. First floors thermal insulation with slag wool. Alfabuild. 2019. 1(8). Pp. 17-26. (rus)*

First floors thermal insulation with slag wool

D.M. Kabanov¹, E.A. Zaytsev²

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

Article info

review article

Abstract

The main problem with the use and matching of different kinds of slag wool as a floor insulation for the first floors is its ability to practically full lose its heat insulating properties in the soaking. After that, the material becomes in absolutely unsuitability during several seasons. It ceases to retain the heat and requires immediate replacement. This problem leads to an instant decline in the quality of life, so adherence to special requirements is an important practical task. The purpose of this article is conduction a detailed review of slag wool as a floor insulation for the first floors, including its classification by the type and the form of release, consideration of the most significant advantages and disadvantages of its various types for generalization and formation of both practical recommendations for eliminating the drawbacks of this material and the optimal technology of insulation of the first floors with slag wool. The main advantages and disadvantages of using slag wool have been revealed by the method of information analysis. Practical recommendations for minimizing the impact of negative factors of this material on human during matching and direct use as a thermal insulation have been given. Step by step optimal technology of the first floors insulation with slag wool based on studying the material features have been formed and described.

Keywords:

Civil engineering, construction, buildings, energy efficiency, slag wool, thermal insulation, thermal-insulating materials, heat insulation

Corresponding author

1. +7(921)4130278, zgor2008@yandex.ru (Zaytsev Egor, student)