

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №1  
имени Чернявского Якова Михайловича станицы Крыловской  
муниципального образования Крыловский район

Исследование теплоизоляционных свойств строительных  
материалов

Автор работы:  
Лазаревич Серафим Андреевич,  
ученик 11 класса  
МБОУ СОШ №1 ст. Крыловской  
МО Крыловский район

Руководитель:  
Сопко Евгения Валерьевна,  
учитель физики  
МБОУ СОШ №1 ст. Крыловской

2022-2023 учебный год

## Содержание

Введение.....	3
1. Литературный обзор.....	4
1.1 Физические свойства материалов.....	4
1.2 Понятие о теплопроводности и теплоизоляции.....	6
1.3 Теплопередача в строительстве.....	7
1.4 Классификация теплоизоляционных материалов.....	9
1.5 Теплоизоляционных свойств материалов.....	11
2. Практическая часть.....	12
2.1 Исследование теплопроводности материалов.....	12
2.2 Исследование пожаростойкости материалов.....	12
2.3 Измерение влагопоглощения утеплителей.....	13
Заключение.....	14
Список литературы и интернет источников.....	16
Приложение №1 Исследование теплопроводности материалов.....	17
Приложение № 2 Исследование пожаростойкости материалов.....	18
Приложение № 3 Определение качества дымовых газов.....	19

## Введение

В холодную, дождливую, ветреную погоду мы всегда стремимся вернуться в теплый дом, где можно, сняв пальто, почувствовать себя в тепле и уюте. Наружные стены, окна, крыша защищают наш дом от низких температур, сильного ветра, осадков в виде дождя и снега и других атмосферных воздействий. При этом они препятствуют прониканию тепла из внутреннего помещения наружу вследствие своего сопротивления теплопередаче.

Из чего построить дом? Его стены должны обеспечить здоровый микроклимат без лишней влаги, плесени, холода. Это зависит от их физических и механических свойств.

За XX век в мире произведено столько материалов, сколько за всё предшествующее тысячелетие. Научные исследования позволили существенно улучшить оптические, химические, тепловые и другие свойства уже известных материалов и создать тысячи новых, которых не знала природа.

Строительный бум в России XXI века породил спрос на теплоизолирующие материалы и конструкции. Кроме того, с началом 2000 года в силу вступили новые требования к теплозащите ограждающих конструкции. Утепление зданий современными строительными материалами позволяет значительно снизить теплопотери. Разумеется, строить лучше всего из материалов, которые обладают малой теплопроводностью.

**Актуальность работы:** обусловлена острой необходимостью исследования свойств строительных материалов, и изучить их пожаростойкость.

### **Проблема:**

Как сделать свой дом теплым, экологически чистым и пожаробезопасным?

*Целью данной работы является исследование теплопроводности природных и искусственных строительных материалов и их пожаростойкость.*

Для достижения этой цели определили следующие задачи:

1. Изучить литературу по теме теплопроводность и теплоизоляция.
2. Освоить методику исследования определения теплопроводности материалов.
3. Дать количественную оценку проводящих свойств образцов как отношение изменения температуры к времени, за которое это изменение произошло.
4. Сравнить экспериментальные и табличные значения теплопроводности материалов.
6. Изучить пожарную безопасность строительных материалов

## 1. Литературный обзор

### 1.1 Физические свойства материалов.

*Плотность* — величина, измеряемая отношением массы' вещества к занимаемому объему.

*Влажность* — массовая доля воды в материале, выраженная в процентах.

Для определения влажности образец взвешивают сначала во влажном, а затем в абсолютно сухом состоянии. Высушивают материал до полного удаления влаги в лабораторных условиях (в сушильном шкафу) при температуре 110°C. Материал, влажность которого равна 0, называют абсолютно сухим, при равенстве ее' влажности окружающего воздуха — воздушно-сухим.

*Водопроницаемость*, т. е. способность материала пропускать воду под давлением, измеряют количеством воды, прошедшей через 1 см<sup>2</sup> площади поверхности материала в течение 1 ч при постоянном давлении. Особо плотные материалы (битум, стекло, сталь и др.), а также достаточно плотные материалы с мелкими порами (специальный бетон) практически водонепроницаемы, остальные водопроницаемы.

*Морозостойкость* — способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное и' попеременное замораживание и оттаивание. Материал' считают морозостойким, если он после испытания не имеет выкрашиваний, трещин, расслаивания, потери массы более 5% и прочности более 25%.

*Теплопроводность* — способность материала передавать теплоту от одной поверхности к другой. За единицу количества теплоты принят 1 джоуль (Дж). С увеличением влажности и плотности «материала возрастает его теплопроводность.

*Теплоемкость* — количество теплоты, которое требуется для нагревания какого-либо тела на 1 кельвин' (К).

*Механические свойства материалов.*

*Прочность* — свойство материала сопротивляться разрушению под действием нагрузок или других факторов. Пределом прочности называется условное напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, предшествовавшей разрушению образца материала. Предел прочности определяют нагружением образцов материала до разрушения на прессах или разрывных машинах. Хрупкие материалы испытывают главным образом на сжатие, пластичные— на растяжение.

Многие строительные материалы характеризуются в технических условиях так называемыми марками, совпадающими по величине с пределом

прочности (при сжатии). Например, тяжелый бетон бывает марок (М) 100, 150, 200, 300, 400, 500 и 600 кирпич—50, 75, 100, 125, 150 и т. д.

*Твердость* — способность материала сопротивляться прониканию в него другого, более твердого тела. Твердость материала не всегда соответствует его прочности. Материалы с разными пределами прочности могут обладать одинаковой твердостью. Существует несколько способов определения твердости материала. Например, твердость однородных каменных материалов определяют по специальной шкале, составленной из десяти минералов, которые расположены по степени возрастания твердости. Испытуемый материал царапают минералами шкалы, результаты сравнивают с эталоном. В металл, бетон и древесину вдавливают с определенной нагрузкой стальной шарик. По глубине вдавливания или диаметру отпечатка устанавливают твердость материала.

*Упругость* — свойство материала изменять форму под действием нагрузки и восстанавливать ее после снятия нагрузки. Восстановление первоначальной формы может быть полным и частичным. Если восстановление формы неполное, то в материале имеются так называемые остаточные деформации. Пределом упругости считают напряжение, при котором остаточные деформации впервые достигают заданной в технических условиях на данный материал величины.

*Хрупкость* — свойство материала разрушаться при механических воздействиях нагрузки без заметной пластической деформации. К хрупким материалам относятся чугун, бетон, кирпич. Они легко разрушаются при ударах и не выдерживают высоких местных напряжений (в них образуются трещины), поэтому их не применяют для строительных конструкций, подвергающихся растягивающим и изгибающим усилиям.

*Пожароопасные свойства материалов.*

*Возгораемость* — способность материала гореть или не гореть под воздействием огня. По возгораемости материалы делят на негорючие (несгораемые), трудногорючие (трудносгораемые) и горючие (сгораемые). К негорючим относятся материалы, которые не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются под воздействием огня или высокой температуры. Если под воздействием огня или высокой температуры материалы или конструкции воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть только при наличии источника зажигания, а после его удаления процесс горения или тления прекращается, их относят к трудногорючим. Горючие материалы под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются и продолжают гореть или тлеть после удаления источника зажигания.

Все строительные материалы неорганического происхождения относят к негорючим, а органического — к горючим.

## **1.2 Понятие о теплопроводности и теплоизоляции.**

*Передачей теплоты или теплообменом* называется, переход внутренней энергии от одного тела к другому в результате теплового контакта (соприкосновения) без совершения работы

*Теплопроводность* — один из видов переноса теплоты (энергии теплового движения микрочастиц) от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию температуры тела.

Посредством этого вида теплообмена происходит передача теплоты через стенку дома в зимнее время. Так как температура внутри дома выше, чем вне его, наиболее интенсивное тепловое колебательное движение совершают частицы, образующие внутреннюю поверхность стенки. Сталкиваясь с частицами соседнего более холодного слоя, они передают им часть энергии, в результате чего движение частиц этого слоя, оставаясь колебательным, становится более интенсивным. Так от слоя к слою растет интенсивность колебаний частиц, а следовательно, и их внутренняя энергия. Таким образом, при теплопроводности перенос энергии в теле осуществляется в результате непосредственной передачи энергии от частиц (молекул, атомов, электронов), обладающих большей энергией, к частицам с меньшей энергией.

С помощью теплопроводности теплота может передаваться в твердых, жидких и газообразных телах. Самой большой теплопроводностью обладают металлы. Это объясняется тем, что переносчиками внутренней энергии здесь, кроме молекул, являются свободные электроны. Хуже проводят тепло дерево, стекло, животные и растительные ткани; еще меньшую теплопроводность имеют жидкости

(за исключением жидких металлов, например ртути): и газы. Так, воздух в тысячи раз хуже проводит тепло, чем железо. Очень важно знание теплопроводности материалов, используемых при устройстве так называемых ограждающих конструкций зданий

(т. е. наружных стен, верхних перекрытий, полон в нижнем этаже) и в особенности теплоизоляционных материалов, предназначенных для сохранения тепла в помещениях и тепловых установках.

Регулирование теплообмена является одной из основных задач строительной техники. В холодное время года теплота теряется помещением в силу теплопроводности стен и просачивания через них воздуха, уходит вместе с нагретым воздухом через вентиляционные каналы и щели. Чтобы температура в жилых и производственных помещениях соответствовала

нормальным условиям жизни и деятельности человека, необходимо уменьшить эти потери. С этой целью стены домов делают из материалов с малой теплопроводностью — естественных (дерева, камыша, различных видов торфа, пемзы, пробки) или искусственных (кирпича, бетона, пенопласта и др.). Теплоизолирующие свойства этих материалов различны.

Широкое распространение в настоящее время получили каркасные здания, на постройку которых требуется гораздо меньше материалов, чем для здания других типов. Основу каркасного здания составляет металлический или железобетонный каркас, играющий в здании ту же роль, которую выполняет скелет в организме животных: воспринимает нагрузку. На каркасе укрепляют стены из теплоизолирующих пористых материалов. Поры таких материалов заполнены воздухом, поэтому они имеют сравнительно небольшой вес и плохо проводят тепло, так как теплопроводность воздуха очень мала, а конвекция воздуха в пористых материалах невозможна.

При изготовлении теплоизоляционных материалов в заготовленную массу вводят пузырьки воздуха. Для этого ее взбивают или добавляют специальную пену либо вещества, которые, вступая в химическую реакцию с заготовленной смесью, выделяют пузырьки газа. Некоторые пористые теплоизоляционные строительные материалы изготавливают термическим способом. Например, при производстве пеностекла стеклянный порошок смешивают с небольшим количеством размельченного известняка, засыпают в металлические формы и нагревают. При температуре 550—600 °С стеклянный порошок расплавляется, образуя сплошную массу. Когда температура достигает 750—780 °С, начинается разложение известняка, из которого выделяются газы. Вспучивая расплавленную массу, они придают ей пористость. После застывания образуется материал, сохраняющий все свойства обычного стекла: негорючесть, стойкость по отношению к влаге и кислотам и т. д. В то же время этот материал обладает новыми замечательными качествами: он прочен, легко поддается обработке--пилится, строгаются, не трескается, когда в него забивают гвозди. Использование теплоизоляционных материалов и в промышленном и гражданском строительстве не только удешевляет, но и увеличивает полезную площадь помещений, повышает их огнестойкость и звукопроницаемость.

### **1.3 Теплопередача в строительстве.**

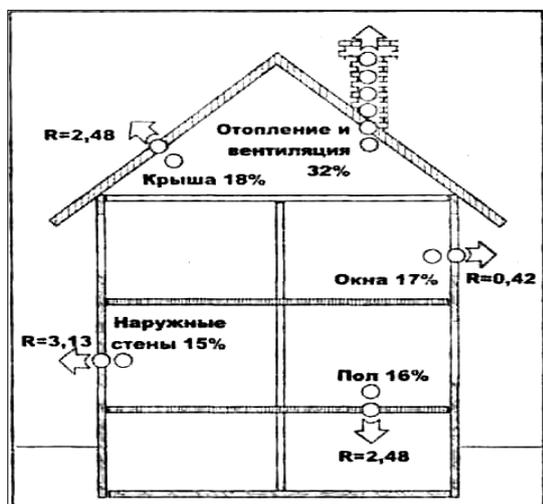
Кровля, стены и окна называются наружными ограждающими конструкциями здания из-за того, что они ограждают жилище от разного рода атмосферных воздействий пониженных температур, солнечной радиации, влаги, ветра. С образованием разности температур между внутренней и наружной поверхностями

ограждения в материале ограждения зарождается тепловой поток, который направлен в сторону понижения температуры. В это время ограждение оказывает большее или меньшее сопротивление  $R_0$  тепловому потоку. Конструкции, имеющие большее тепловое сопротивление лучшей теплозащитой. Теплозащитные свойства стены будут зависеть от ее толщины и коэффициента теплопроводности материала, из которого она построена. В случае, если стена состоит из нескольких слоев (допустим, кирпич—утеплитель—кирпич), ее термическое сопротивление будет зависеть от толщины и коэффициента теплопроводности материала каждого из слоев. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций в большой степени зависят от влажности материала. Почти все строительные материалы содержат мельчайшие поры, которые в сухом состоянии заполняются воздухом. С повышением влажности поры заполняются влагой, коэффициент теплопроводности которой по сравнению с воздухом в 20 раз больше, а это приводит к резкому снижению теплоизоляционных характеристик, как материалов, так и конструкций. В связи с этим в процессе проектирования и строительства потребуется предусмотреть мероприятия, которые препятствовали бы увлажнению конструкций атмосферными осадками, грунтовыми водами и влагой, образующейся в результате конденсации водяных паров. В процессе эксплуатации домов из-за воздействия внутренней и наружной среды на ограждающие конструкции материалы находятся не в абсолютно сухом состоянии, а отличаются несколько повышенной влажностью. Это неизбежно приводит к увеличению коэффициента теплопроводности материалов, а также к снижению их теплоизолирующей способности. Именно поэтому при оценке теплозащитных характеристик конструкций важно использовать реальное значение коэффициента теплопроводности в условиях эксплуатации, а не в сухом состоянии. Влагосодержание теплого внутреннего воздуха выше, чем холодного наружного, и в результате диффузия водяных паров через толщу ограждения всегда происходит из теплого помещения в холодное. Если с наружной стороны ограждения расположить плотный материал, который плохо пропускает водяные пары, то часть влаги, не имея возможности выйти наружу, начнет скапливаться в толще конструкции. А если у наружной поверхности располагается материал, не препятствующий диффузии водяных паров, то вся влага будет удаляться из ограждения достаточно свободно.

Еще на стадии проектирования дома необходимо учитывать тот факт, что однослойные стены толщиной 400-650 мм из кирпича, мелких блоков из ячеистого бетона (или керамзитобетона) или керамических камней обеспечивают относительно невысокий уровень теплозащиты (примерно в 3 раза меньше требуемой). Повышенными теплоизоляционными характеристиками, удовлетворяющими современные требования, обладают трехслойные

ограждающие конструкции. Состоят они из внутренней и наружной стенок из кирпича или блоков, между которыми находится слой теплоизоляционного материала. Наружная и внутренняя стенки, соединенные гибкими связями в виде арматурных стержней или каркасов, уложенных в горизонтальные швы кладки, придают конструкции прочность, а внутренний (утепляющий) слой обеспечивает требуемые теплозащитные параметры. Толщину утепляющего слоя выбирают в зависимости от климатических условий и вида утеплителя. В связи с неоднородностью структуры трехслойной стены и применения материалов с различными теплозащитными и пароизоляционными характеристиками в толще конструкции может образовываться конденсат. Присутствие последнего в значительной степени снижает теплоизоляционные свойства ограждения. Из-за этого при возведении трехслойных стен необходимо предусмотреть их влагозащиту. Совсем недавно приняты новые нормативные документы по теплосбережению. Как раз поэтому теплоизоляция жилых зданий становится на сегодняшний день одной из важнейших проблем строительства. Особенно остро проблема теплоизоляции стоит в коттеджном и дачном строительстве, поскольку, правильно сделанная, она позволяет уменьшить расходы на отопление в 3, а то и в 4 раза.

На рисунке приведен пример распределения теплотерь через различные конструктивные элементы дома площадью 120 м<sup>2</sup>



#### 1.4 Классификация теплоизоляционных материалов.

Все теплоизоляционные материалы подразделяются на несколько крупных групп:

- минераловатные;
- стекловатные и стекловолокнистые;

- газонаполненные полимеры — пенопласты: полиуретановые и пенополиуретановые, полистирольные и пенополистирольные, полиэтиленовые, из феноловой пены, полиэфирные;
- теплоизоляция из натуральных материалов и продуктов их переработки: пробки, бумаги, торфяных блоков и т. п.;
- теплоизоляция на основе синтетического каучука;
- теплоизоляция из отходов кремниевого производства;
- теплоизоляционные панели и конструкции;
- модифицированные бетоны: полистиролбетон, ячеистый бетон (пенобетон).

Разумеется, строить лучше всего из материалов, которые обладают достаточно высокими теплоизоляционными свойствами.

И все-таки значительно чаще возникает проблема теплоизоляции кирпичного коттеджа, который только еще строится, или уже давно построенного дома. Безусловно, наибольший интерес представляют высокоэффективные теплоизоляционные материалы. К ним обычно относят материалы со средней плотностью в пределах  $200 \text{ кг/м}^3$  и  $K_{\text{тепл}}$  менее  $0,06 \text{ ВтДм}^{\circ}\text{К}$ ). Такого рода материалы достаточно быстро, за 5-10 лет эксплуатации, окупаются, позволяя экономить на энергозатратах.

Выпускаются утеплительные материалы в виде рулонов и мягких, полужестких и жестких матов и плит, разных по плотности и размерам.

В последние несколько лет все большую популярность приобретают «каменные», а если быть более точным — базальтовые ваты. Такая вата представляет собой несгораемый экологически чистый материал, отличающийся высокими водоотталкивающими свойствами, но при этом паропроницаемый. Базальтовые материалы по своим теплоизоляционным свойствам значительно превосходят традиционные стекловаты, но, к сожалению, они дороже последних. Данные материалы относятся к группе несгораемых. Теплоизоляционные изделия из полимеров или бумаги сгорают при пожаре за 5 минут. Утеплители, выполненные из стекловаты при температуре  $650 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , которая достигается всего за 7 минут при обычном пожаре внутри помещения, расплавляются и спекаются в стеклянный шар. Что же касается минеральной ваты на базальтовой основе — она даже при температуре  $1000 \text{ }^{\circ}\text{C}$  не расплавляется и не теряет первоначальной формы.

Все утеплительные материалы безопасны как для производства, так и для использования при соблюдении рекомендуемой технологии работы.

Утеплительные материалы из базальта также выпускаются самых разных размеров и типов (рулоны, жесткие и мягкие, маты и плиты) для их более рационального и эффективного применения. Коэффициент их теплопроводности, в зависимости от плотности, колеблется от  $0,034$  до  $0,042 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)}$ . Совсем недавно

появившаяся на российском рынке базальтовая теплоизоляция используется для утепления кровель, пола и стен, наполнения перегородок, обустройства мансард, выпускается в виде плит, профильных изделий и, конечно же, рулонов.

Газонаполненные полимеры является одним из самых эффективных видов теплоизоляции. Самый распространенный и широко используемый из них — это пенопласт (пенополистирол). Невысокая теплостойкость и горючесть пенопластов не являются помехой при использовании их в слоистых конструкциях в сочетании с кирпичом или бетоном. Пенополистирол либо производят беспрессовым методом.

### **1.5 Теплоизоляционные свойства материалов.**

Основной показатель теплоизоляционных свойств материала—коэффициент теплопроводности. Этот показатель в значительной степени зависит от содержания в нем влаги, каждый процент содержания которой снижает коэффициент на 4%. Помимо этого в зимнее время присутствующая в пенополистирольных плитах влага, замерзая и превращаясь в лед, со временем разделяет материал на отдельные гранулы, а это резко снижает долговечность беспрессового пенопласта. Беспрессованный пенопласт традиционно производят в России.

Этих недостатков лишен экструзионный пенополистирол. Обладая весьма низким водопоглощением (менее 0,3%) за счет замкнутой структуры ячеек и высокой механической прочностью, панели из экструзионного пенополистирола могут быть использованы для наружной теплоизоляции, для теплоизоляции подземных частей зданий, фундаментов, подвалов, стен, где использование большинства прочих утеплителей попросту невозможно из-за капиллярного подъема грунтовых вод.

Теплоизоляционные материалы с коэффициентом теплопроводности меньше 0,06 Вт/(м·К) окупаются в среднем за 5-7 лет эксплуатации за счет экономии энергии.

Ниже в таблице приведены коэффициенты теплопроводности строительных материалов.

## 2.Практическая часть

### 2.1Исследование теплопроводности материалов.

В своей работе я исследовал теплопроводящие свойства нескольких материалов :пенопласт, строительная пены , пенополистирол , фольгированный утеплитель,.

Исследования проводились с помощью электронного термометра.

Утепив соответствующими материалами емкости одинакового объема ,наблюдал как меняется температура внутри сосуда при охлаждении и записывал результаты в таблице. Начальная температура воздуха внутри сосудов была одинаковая ,и равнялась комнатной.

Таблица №1

<i>Название утеплителя</i>	<i>Начальная температура</i>	<i>Через 10 мин</i>	<i>Через 20 мин</i>	<i>Через 30 мин</i>	<i>Через 40 мин</i>
<i>пенопласт</i>	25	24	22	19	17
<i>строительная пены</i>	25	24,8	23,3	22,4	21,9
<i>пенополистирол</i>	25	23,8	21	18	15,9
<i>фольгированный утеплитель</i>	25	24,6	23	21,2	19

Анализ и результатов измерений показал - какими уникальными теплоизоляционными возможностями обладают современные материалы.

**Вывод:** все исследуемые образцы обладают плохой теплопроводностью ,а значит лучше сохраняют температуру постоянной. Внедрение новейших технологий и производство современных материалов теплоизоляции позволяет многократно сэкономить денежные средства на отопление (либо кондиционирование) разного рода зданий и сооружений.

### 2.2Исследование пожаростойкости материалов.

Теплоизоляционные материалы создают дополнительную угрозу жизни и здоровья людей вызывая задымление, выделяя токсичные продукты горения и способствуя быстрому распространению пламени.

Здесь я исследовал на возгораемость все образцы. А также при помощи газоанализатора определил качество дымовых газов.

**Вывод:** очень хорошо возгорается строительная пена и образуется при этом удушающий газ и черный дым.

Фольгированный утеплитель очень плохо возгорается, можно сказать совсем не горит.

Пенополистирол плавится и выделяет едкий дым, а возгораемость намного снижена.

Пенопласт горит хорошо и выделяет большое количество сажи.

### **2.3.Измерение влагопоглощения утеплителей.**

Когда гигроскопичность стремится к нулю, материал «не дышит», что приводит к образованию грибка в месте, граничащем с утеплителем. Водопоглощением называют возможность впитывать воду из атмосферы за какой-то период времени. В таком случае данный показатель стремится к нулю. Однако неправильно смонтированный утеплитель в форс-мажорной ситуации поглощает до 70% влаги, что приводит к потере его свойств.

Для определения водопоглощения изготавливают образцы размерами в плане 100 X 100 мм и толщиной, равной толщине изделия, из которого они вырезаны. Образец высушивают до постоянной массы и погружают его в воду температурой  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ , затем покрывают сеткой, на которую помещают пригруз из такого расчета, чтобы первые 3 ч образец был погружен в воду до половины толщины, а все остальное время полностью находился в воде. После 24 ч образец вынимают из воды, удаляют с его поверхности избыточную воду мягкой влажной тканью и сразу же взвешивают. Масса воды, вытекающая из пор материала на чашку весов во время взвешивания, включается в определяемую массу водонасыщенного образца.

Таблица №2

<i><b>Название утеплителя</b></i>	<i><b>масса сухого образца, <math>m_{1,2}</math></b></i>	<i><b>Масса водонасыщенного образца, <math>m_{2,2}</math></b></i>	<i><b>Влагопоглощение %</b></i>
<i><b>пенопласт</b></i>	100	103	3%
<i><b>строительная пены</b></i>	100	101	1%
<i><b>пенополистирол</b></i>	100	101,5	1,5%
<i><b>фольгированный утеплитель</b></i>	100	100,3	0,3%

## Заключение

Полученные в ходе исследований результаты, показывают какими уникальными теплоизоляционными возможностями обладают современные материалы и приводят к выводу о необходимости информировать и даже пропагандировать среди населения современные строительные материалы. Тем более что на современном строительном рынке достаточно широко представлены высококачественные теплоизоляционные материалы. Эти утеплители экологически чистые и пожароустойчивые.

Такие материалы более дорогие и поэтому недостаточно широко используются в строительстве. После проведенного исследования я пришёл к **выводу**, что в зависимости от места утепления, лучше использовать следующие теплоизоляционные материалы:

**1. Пенопласт** представляет собой вспененные массы. Плиты пенопласта отличаются своим низким весом, так как внутри в основном он заполнен воздухом. Сырье, из которого состоит пенопласт, имеет даже большую плотность, чем исходный материал. Основным объём пенопласта состоит из неподвижного воздуха, который является хорошим теплоизолятором. Кроме того, этот материал практически не имеет срока годности, так как не подвергается атаке микроорганизмов и не разлагается. Он обладает малой теплопроводностью и отличается высокими пароизоляционными свойствами. Пенопласт пожаробезопасен и огнестоек. При изменении температуры в помещениях, он не меняет своих физических и химических свойств. Пенопласт высокого качества содержит в себе антипирен, обладающий свойствами самозатухания, вследствие, чего он не поддерживает горения.

**2. Строительная пена** в основном применяется при обработке швов между элементами изоляции. Монтажная пена актуальна в качестве средства для герметизации конструкций, используется также для крепления строительного отделочных материалов к обустраиваемой основе. По эксплуатационным характеристикам ресурс располагает средним уровнем эффективности. Материал относится к категории трудновоспламеняемых. Материал негативно реагирует на УФ излучения и плохо переносит продолжительное воздействие влажной среды,

обладает низким коэффициентом паропроницаемости. Требуется выполнить принудительную систему вентиляции жилища

**3. Пенополистирол** представляет собой не что иное, как множество пузырьков воздуха, заключенных в тоненькие оболочки из полистирола. результате получается некое подобие твердой пены, отсюда и название – пенополистирол. Воздух герметично запаян внутри пузырьков, благодаря чему материал отлично удерживает тепло. Ведь известно, что воздушная прослойка, находящаяся без движения – великолепный теплоизолятор. Что касается впитывания влаги, то если погрузить лист вспененного пенополистирола в воду, он впитает ее до 4 процентов. Пажароопасен. При нагревании материала выше 60 градусов из него начинает выделяться фенол.

**4. Фольгированный утеплитель** – комбинированный материал, состоящий из теплоизоляционной подложки и отражающего слоя. Фольгированные теплоизоляторы работают по принципу термоса. Тепловой поток отражается от зеркальной поверхности, возвращаясь обратно в помещение. Хорошие теплоизолятры. Продукт не поддерживает горение, что обеспечивает фольгирование, и способности к самозатуханию. продукт не поддерживает горение, что обеспечивает фольгирование, и способности к самозатуханию.

## Список литературы и интернет источников

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
2. Филиппов Л.П. Исследование теплопроводности строительных материалов. – М.: Изд-во МГУ, 2000 г. – 240 с.
3. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. – М.: Энергия, 2001 г. – 318 с.
4. Технические характеристики минеральной ваты, ее марки и критерии выбора. [Электронный ресурс]. - URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/77-minvata-tekhnicheskie-kharakteristiki.html> .
5. Сравнение характеристик и свойств утеплителей. [Электронный ресурс]. - URL: <http://ekovatakazan.ru/compare/>
6. Свойства и характеристики пенополиуретана его достоинства и недостатки. [Электронный ресурс]. - URL: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/81-penopoluretana-harakteristiki.html>

Исследование теплопроводности материалов.



Рисунок 1 Начальная температура воздуха в изделии из пенопласта

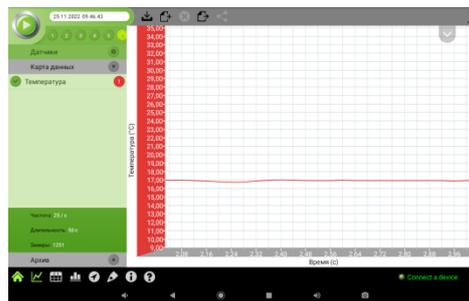


Рисунок 2 Конечная температура воздуха в изделии из пенопласта

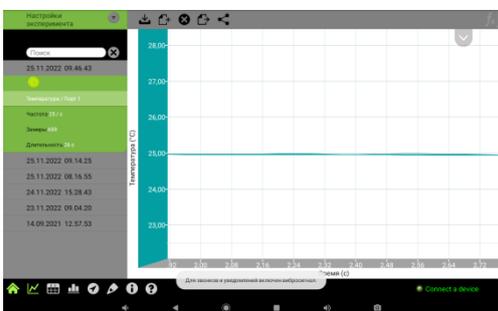


Рисунок 3 Начальная температура воздуха в изделии из строительной пены

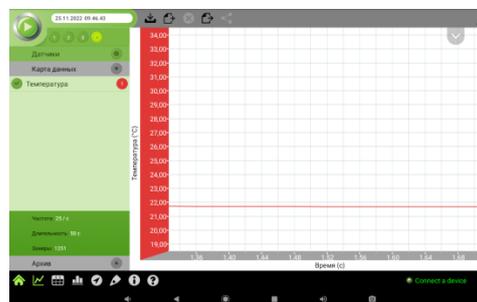


Рисунок 4 Конечная температура воздуха в изделии из строительной пены

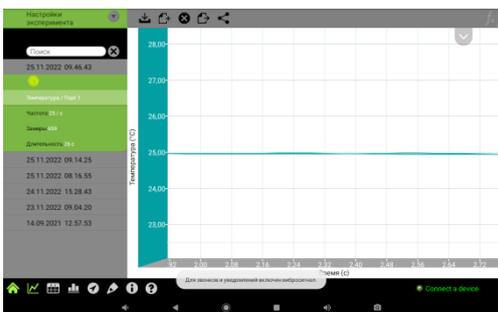


Рисунок 5 Начальная температура воздуха в изделии из пенополистирола

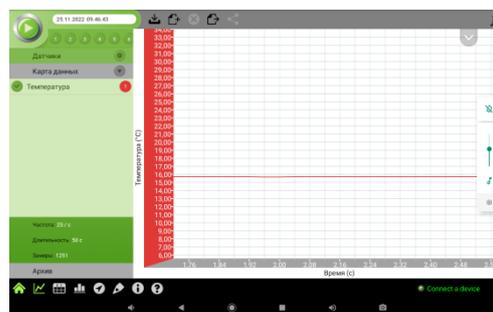
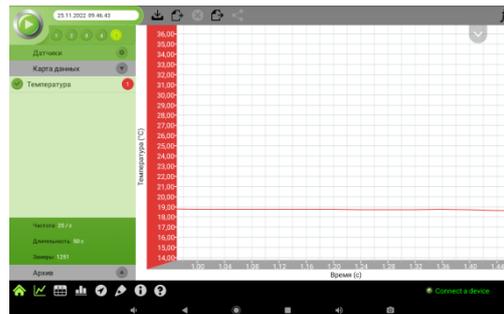
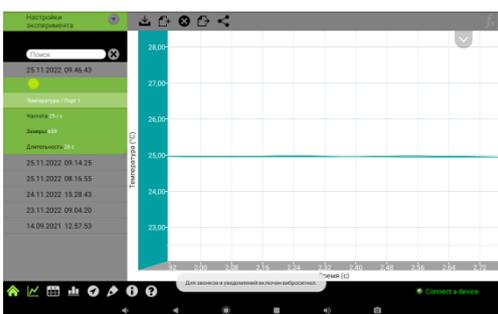


Рисунок 6 Конечная температура воздуха в изделии из пенополистирола



Исследование пожаростойкости материалов.



Рисунок 1 Фольгированный утеплитель



Рисунок 2 Пенополистирол



Рисунок 3 Строительная пена



Рисунок 4 Пенопласт

Определение качества дымовых газов



Рисунок1 Определение количества угарного газа при горении фольгированного утеплителя.



Рисунок2 Рисунок1 Определение количества угарного газа при горении пенополистирола.



Рисунок3 Рисунок1 Определение количества угарного газа при горении пенопласта.



Рисунок4 Рисунок1 Определение количества угарного газа при горении строительной пены.