

УДК 699.86

## ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Петерс Н. А., ученик 9 класса МБОУ «Лицей №23»

Гальцев К. А., ученик 9 класса МБОУ «Лицей №23»

Петерс Е. В. к. арх., доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Научный руководитель: Шеина И.В., учитель физики, МБОУ «Лицей №23»

Мы живем в Сибири. В наших суровых климатических условиях возникает необходимость повышать эффективность тепловой защиты зданий на основе современных достижений науки и техники. Кроме того, в настоящее время остро встала проблема экономии топливно-энергетических ресурсов. В связи с этим возросли требования к эффективности строительных материалов и конструкций. Они должны обеспечивать более высокое сопротивление теплопередаче и сокращать таким образом затраты на отопление. Для этого в строительстве стали широко применять эффективные утеплители – строительные материалы, обладающие низкими коэффициентами теплопроводности. Активное развитие этого направления строительного материаловедения определило выбор темы и **актуальность** нашего исследования. Мы попытаемся разобраться в физических процессах теплоотдачи, важном свойстве материалов – теплопроводности и использовании его в современной жизни.

**Объект исследования** – теплопроводность материалов.

**Предмет исследования** – закономерности теплопроводности.

**Цель исследования:** с помощью экспериментов исследовать один из видов теплообмена – теплопроводность, сравнить эффективность современных теплоизоляционных материалов.

В жизни мы постоянно встречаемся с тепловыми явлениями. На уроках физики мы познакомились со способами изменения внутренней энергии: теплопередачей и совершением работы над телом или самим телом. Передача тепла осуществима только между твёрдыми телами и неподвижными жидкостями. Обмен тепла происходит только при непосредственном физическом контакте между двумя объектами. Он обеспечивает возможность перехода кинетической энергии от молекул более теплого вещества к холодному. Механическая работа при этом не совершается. Молекулы теплого тела не могут проникать в холодное. Происходит только передача кинетической энергии, что и даёт равномерное распределение тепла. Процесс передачи энергии будет продолжаться до тех пор, пока не наступит тепловое равновесие, т.е. температуры тел не сравняются.

Процесс изменения внутренней энергии без совершения работы над телом или самим телом называется **теплообменом** или **теплопередачей**. При теплопередаче энергия всегда передается от более нагретого тела к менее нагретому. Обратный процесс самопроизвольно происходить не может, т. е. теплообмен необратим [2]. Теплообмен сопровождает или даже определяет многие процессы в природе: эволюцию звезд и планет, метеорологические явления на поверхности Земли и т.п. Мы можем наблюдать явление теплопроводности и в быту. Например, если оставить чашку с горячим чаем на некоторое время, температура чая вскоре сравняется с температурой окружающего воздуха. При этом чай остынет, а воздух в помещении в то же время немного нагреется. Когда мы достаем продукты из холодильника, они постепенно нагреваются – им передается тепло от воздуха, при этом воздух чуть-чуть остывает. Температуры сравниваются. Это можно проверить и доказать экспериментально. Чтобы наблюдать теплообмен, мы взяли два одинаковых кусочка льда и поместили их на тарелки. Мы замерили температуру в помещении: она составила 27,4 °С. Один кусочек льда мы вместе с термометром на 40 мин. поместили под толстую шерстяную шапку. Изменения температуры фиксировали при помощи термометра. За контрольное время лед в помещении почти растаял, лед под шапкой только начал подтаивать, а температура под шапкой опустилась на 7,2°С (и составила 20,2°С). Мы пронаблюдали процесс теплообмена.

В природе существует несколько способов теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Своё исследование мы посвятим экспериментальному изучению теплопроводности. Теплопроводность представляет собой процесс передачи энергии в результате теплового движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело. Движение, а, следовательно, и энергия, передаётся от частиц к частицам. При этом сами частицы не перемещаются, но начинают колебаться быстрее. Механизм теплопроводности заключается в том, что усиление колебаний одних частиц вещества передаётся соседним частицам. Суть явления теплопроводности заключается в равномерном распределении тепла по всему телу, веществу или материалу. Численно теплопроводность материала характеризуется коэффициентом теплопроводности  $\lambda$ . Он обозначает количество теплоты, проходящей через материал определенной толщины за определённое время. В системе СИ единицей измерения коэффициента теплопроводности является Вт/(м·К)[2].

Различные тела и материалы по-разному проводят тепло, т.е. обладают разной теплопроводностью. Кроме того, теплопроводность тел в разных состояниях вещества неодинакова. Именно это свойство используется в природе и технике. Пользуясь показателями теплопроводности можно сделать расчет и определить толщину утеплителя, обеспечивающую оптимальную тепловую за-

шиту зданий, выявить наиболее эффективный и экономичный теплоизоляционный материал.

Высокой степенью теплопроводности обладают металлы, особенно серебро и медь. Из твердых веществ хуже всего проводит тепло керамика, пластмасса, дерево, ткань. Каждый знает, что горячий противень или сковорода могут обжечь руку, поэтому мы пользуемся прихватками из ткани или полимеров. Эти материалы плохо проводят тепло и, предохраняя руку от ожога, служат теплоизоляцией. Это можно проверить и доказать при помощи опытов. На опыте мы убедились, что газы также обладают низкой теплопроводностью. Можно сделать вывод, что теплопроводность материалов зависит от их плотности и пористости, т.е. количества воздуха в составе. Низкой теплопроводностью характеризуются шерсть, волосы, перья птиц, бумага, пробка и другие пористые и волокнистые материалы, поскольку между волокнами этих веществ содержится воздух, являющийся теплоизолятором. Именно поэтому лёд, снег, жир тоже являются плохими проводниками тепла. Самой низкой теплопроводностью обладает вакуум. Объясняется это тем, что теплопроводность – это перенос энергии от одной части тела к другой, который происходит при взаимодействии молекул или других частиц. В пространстве, где нет частиц, теплопроводность осуществляться не может [4].

Если мы хотим сохранить что-то холодным (или горячим), нам нужно защитить его от окружающей среды – воспрепятствовать теплообменным процессам. Мы выяснили, что некоторые материалы хорошо проводят тепло, т.е. имеют высокую теплопроводность. А есть материалы-изоляторы, имеющие низкую теплопроводность. Их волокнистая или пористая структура позволяет задерживать в себе больше воздуха, обеспечивая высокие теплозащитные качества. На этом принципе основано производство теплоизоляционных материалов, используемых в строительстве. Они защищают здания от резких температурных перепадов и теплопотерь в холодный период года. Структуру теплоизоляционных материалов отличают высокая пористость и маленькая средняя плотность, что обеспечивает их низкую теплопроводность. Теплопроводность является одним из основных показателей эффективности для современных теплоизоляционных материалов. В настоящее время производится огромное количество теплоизоляционных материалов. Они различают по показателям, в т.ч. по плотности, жесткости, в зависимости от применяемого для производства исходного сырья, по структуре [6]. В состав теплоизоляторов могут входить некоторые виды пластика и цемент [7]. Самый новый тип утеплителя – теплоизоляция рефлекторного или отражающего типа: Армофол, Экофол, Полилекс, Пенофол. Современная промышленность предлагает большое разнообразие теплоизоляционных материалов. По форме и внешнему виду их делят наштучные и сыпучие материалы.

Рассмотрим несколько популярных в строительстве материалов. В качестве образцов мы выбрали: теплоизоляцию на основе базальтового супертонкого волокна Штайн  $\lambda=0,036 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  [8]; негорючие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы Тизол Евро-фасад  $\lambda=0,038 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  [9]; плиту минераловатную Linerock Фасад  $\lambda=0,039 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  [10]; плиту минераловатную Linerock Венти  $\lambda=0,037 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  [11]; базальтовую изоляцию Эковер  $\lambda=0,044 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  [12]; натуральный минераловатный утеплитель Кнауф-фасад 034 коэффициент теплопроводности при  $25^\circ\text{C}$   $\lambda=0,034 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  [13];

Мы взяли 6 одинаковых кусочков льда и обернули их испытуемыми утеплителями. Через 3 часа мы визуально оценили результаты. Минимальное таяние льда было отмечено на образцах 6 – минераловатный утеплитель Кнауф фасад 034 (1), 1 – теплоизоляция на основе базальтового супертонкого волокна Штайн (2), 4 – плита минераловатная Linerock Венти (3). Эти материалы характеризуются наименьшей из испытуемых образцов теплопроводностью:  $\lambda=0,034 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  (1),  $\lambda=0,036 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  (2)  $\lambda=0,037 \text{Вт/м}\cdot\text{К}$  (3).

Мы решили проверить полученные результаты и зафиксировать падение температуры в утеплителе, помещенном в холод, с помощью термометров. Мы укутали термометры теплоизоляционными материалами (с толщиной слоя 20 мм (0,02 м) и вынесли образцы на балкон. Температура в помещении  $t_{\text{int}}=26^\circ\text{C}$ , температура наружного воздуха  $t_{\text{ext}}=-25^\circ\text{C}$ . Через 2,5 часа мы оценили результаты. Показания термометров: теплоизоляция Штайн  $t=17^\circ\text{C}$  ( $\Delta t=9^\circ\text{C}$ ); теплоизоляционные плиты Тизол Евро-фасад  $t=13,5^\circ\text{C}$  ( $\Delta t=12,5^\circ\text{C}$ ); плита минераловатная Linerock Фасад  $t=12^\circ\text{C}$  ( $\Delta t=14^\circ\text{C}$ ); плита минераловатная Linerock Венти  $t=15^\circ\text{C}$  ( $\Delta t=11^\circ\text{C}$ ); базальтовая изоляция Эковер  $t=8,5^\circ\text{C}$  ( $\Delta t=17,5^\circ\text{C}$ ); минераловатный утеплитель Кнауф-фасад 034  $t=21^\circ\text{C}$  ( $\Delta t=5^\circ\text{C}$ ). Минимальное падение температур показали: утеплитель Кнауф-фасад 034 ( $6^\circ\text{C}$ ), Штайн ( $9^\circ\text{C}$ ), Linerock Венти ( $10^\circ\text{C}$ ). Проведенный опыт подтвердил, что теплопроводность является одним из основных показателей эффективности для современных теплоизоляционных материалов.

Утеплители, произведенные из органического сырья, как правило, обладают хорошей звукоизоляцией. А поскольку многие из них наносятся методом напыления, появляется возможность обрабатывать стены и потолок сложной конфигурации. Преимущество применения штучных материалов – в обеспечении высокой степени теплоизоляции помещений и снижении трудоемкости на стройплощадке за счет удобного и быстрого монтажа. Это объясняет их популярность и широкое распространение в современном массовом строительстве. Теплоизоляционные материалы используют для тепловой защиты зданий и сооружений различного назначения: утепляют стены, цокольные и чердачные перекрытия, кровлю. Теплоизоляция способствует повышению эффективности работы промышленного оборудования и инженерных систем (например,

трубопроводов). Применение слоистой конструкции стен с эффективным утеплителем позволяет значительно уменьшить толщину стены, массуконструкций, и, соответственно, нагрузку от них. Кроме того, применение теплоизоляционных материалов позволяет сократить расход строительных материалов, а, значит, и затраты на строительство. Помимо этого использование теплоизоляционных материалов позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы за счет сохранения тепла и экономии электроэнергии и разных видов топлива для обогрева здания.

В результате проведенных исследований мы изучили природу одного из видов теплообмена – теплопроводности. Опыты позволили подтвердить и наглядно показали ее действие. Мы провели сравнительный анализ современных теплоизоляционных материалов. Проведенные в данной области исследования имеют практическую значимость. Выполненная работа позволила сделать вывод, что свойства материалов, обусловленные теплопроводностью, можно использовать на практике. Изучение процесса теплообмена на экспериментальном уровне помогает обеспечивать максимальную тепловую защиту зданий за счет применения эффективных материалов и конструкций.

#### **Список литературы**

1. Ванклив, Дж. Занимательные опыты по физике. – М.: АСТ, Астрель, 2008.
  2. Перышкин, А.В. Физика 8. – М.: Дрофа, 2010.
  3. Рабиза, Ф. В. Опыты без приборов. – М.: Детская литература, 1988.
- опыты
4. Сёмке, А. И. Занимательные материалы к урокам. 8 класс. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
  5. [http://class-fizika.narod.ru/8\\_3.htm](http://class-fizika.narod.ru/8_3.htm)
  6. <http://www.alobuild.ru/teploizplacionnie-materialy/klassifikacia-tepl-materialov.php>
  7. <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/76-vidy-uteplitelej.html#t>
  8. <http://www.rossbz.ru/news/one/10/index.html>
  9. <http://www.tizol.com/catalog/teplo-zvuko-izolyatsionnye-plity/euro-fasad/>
  10. [http://ztim.ru/linerock\\_fasad](http://ztim.ru/linerock_fasad)
  11. [http://ztim.ru/linerock\\_venti](http://ztim.ru/linerock_venti)
  12. [https://www.ekover.ru/bazaltovaya\\_teploizolyaciya/](https://www.ekover.ru/bazaltovaya_teploizolyaciya/)
  13. <http://www.knaufinsulation.ru/knauf-insulation-fasad>