

# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Сергей Дворянинов

Отчего, когда в оттепель идёт снег, он тает на руке, а на шубе остаётся?

Л.Н. Толстой,  
«Тепло» (Рассуждение)



# ЧТО ТАКОЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

## ТРЕТИЙ ЛИШНИЙ

Вспомним одну старую задачку. Есть автобус, трамвай, троллейбус. Что здесь лишнее?

Лишний автобус, так как он работает на бензине, а не на электричестве, как трамвай и троллейбус. А можно считать лишним трамвай, потому что его колёса не «обуты» в резиновые шины.

А теперь новая задача. Из трёх словосочетаний: *тёплый осенний день*, *тёплое море*, *тёплая одежда* – какое лишнее?

Мы называем день или море тёплыми, если у них соответствующая температура. Называя пальто или куртку тёплой, мы никак не связываем это качество одежды с её температурой как материального предмета. Следовательно, лишняя здесь *тёплая одежда*.

Называть одежду тёплой позволяет некоторая её физическая характеристика, о которой и расскажем.

## КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Наступила зима. В квартире батареи центрального отопления нагревают воздух. Почему же температура в комнатах повышается не до температуры батареи, а до меньшего уровня? Да потому, что тепло через стены уходит наружу, на улицу. Что это значит? Тепло – не какой-то физический объект. Но из жизненного опыта вы знаете, что горячее тело нагревает окружающие его холодные тела (а холодное – остужает горячие), и удобно считать, что при этом от горячих тел к холодным передаётся тепло.

Как тепло распространяется в одном теле, от уже нагретых частей к более холодным? Разные материалы проводят тепло по-разному – одни хуже, другие лучше. Поэтому у каждого материала есть свой *коэффициент теплопроводности  $k$* , равный количеству тепла, которое за 1 секунду проходит через стену из этого материала площадью 1 кв. метр и толщиной 1 метр при разности температур 1 градус.

Понятно, что через стену в два раза большей площади проходит в два раза большее количество тепла, а через стену удвоенной толщины – вдвое меньшее (подумайте, почему?). А ещё оказывается, что чем больше разность температур, тем быстрее передаётся тепло.

Количество тепла, как и любой энергии, измеряют в джоулях (Дж). Например, чтобы вскипятить 1 литр воды комнатной температуры, необходимо «передать воде»  $350\,000\text{ Дж} = 350\text{ кДж}$ . А скорость передачи тепла измеряют в ваттах (Вт). Передача 1 Дж тепла за 1 с соответствует 1 Вт. Например, мощность чайника примерно равна  $2\text{ кВт} = 2000\text{ Вт}$ .

У силикатного (или белого) кирпича  $k = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$  (далее эту размерность будем опускать), то есть, например, для квадратного метра кирпичной стены толщиной 50 см потери тепла на 1 градус разницы температур составят 1,62 джоуля в секунду (или 1,62 ватта). У дерева  $k = 0,2$ , и потому при той же толщине стен деревянный дом теплее кирпичного в 4 раза. В частности, поэтому кирпичные стены делают толще деревянных. А у бетона  $k = 1,75$ , и панельный дом, построенный из бетонных плит, получается вдвое холоднее кирпичного с той же толщиной стен. Стены можно утеплять пенопластом – его коэффициент 0,04.

Вспомним детский стишок:

*Ох, беда, беда, беда,  
Наступили холода.  
На стекле горюет муха:  
«Выпал снег белее пуха!  
Если бы мне валенки,  
Пусть подшиты, стареньки,  
Да суконные штаны –  
Дожила бы до весны!»*

Дело в том, что у шерстяного войлока (то есть у тех же валенок)  $k = 0,045$ . Зимой в валенках намного теплее, чем в кожаных ботинках. Конечно, валенки ноги не греют, а лишь препятствуют большим потерям тепла.

У хлопковой ваты  $k = 0,055$ . Потому испокон веков ватные халаты защищали жителей Средней Азии от нестерпимой летней жары. Температура тела человека  $36,7^\circ\text{C}$ , температура воздуха  $40 - 45^\circ\text{C}$ . В этом случае ватный халат в минимальной степени способствует подводу тепла к телу, предохраняя человека от перегрева. Точно так же меховые рукавицы защищают руки кузнеца, держащего раскалённую заготовку.



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



Художник Максим Калякин

У минеральной ваты  $k = 0,045 - 0,055$ . Её используют для теплоизоляции труб отопления.

Газы – плохие проводники тепла, у них коэффициент теплопроводности мал, например у воздуха  $k = 0,022$ . Поэтому оконные рамы делали двойными, и в современных стеклопакетах тоже есть воздух между стёклами: можно сказать, что тепло в доме сохраняет не стекло, а воздух внутри рамы. Но газы могут передавать тепло *конвекцией*, то есть перемешиваться. По этой причине особенно хорошими теплоизоляционными свойствами обладают пористые материалы – поры в них препятствуют конвекции.

Многие птицы зимой во время сильных морозов зарываются в снег. Рыхлый снег почти не проводит тепло и сохраняет примерно одинаковую температуру даже при сильных ночных заморозках. Так спастись от морозов, да и от хищников, научились глухари, тетерева, куропатки, рябчики. Птицы способны проводить под снегом без движения несколько дней, при этом их потери энергии минимальны. Да и медведи спят в берлогах, занесённых снегом, словно тёплым одеялом.

Среди металлов рекордсменом по теплопроводности можно считать серебро – у него  $k = 430$ . У железа  $k = 92$ . Если серебряную ложку опустить в кипятки, то удержать её в руках, пожалуй, не удастся: она очень быстро станет нестерпимо горячей. Металлы очень хорошо проводят тепло (гораздо лучше неметаллов), потому что в них есть свободные электроны, которые быстро перемещаются и переносят тепло.

Возвращаясь к тёплой одежде, скажем, что она не греет, а препятствует потерям тепла. Теперь вы легко объясните, какую одежду мы называем холодной.

Напоследок – две задачи.

1. В некоторых современных квартирах делают тёплые полы. Для этого вдоль всего пола прокладывают нагревательные элементы, питающиеся электричеством. А в новых вагонах московского метро появились «тёплые поручни», которые не требуют электропитания. Можете догадаться, как они устроены?

2. Эта задача очень старая. Два полярника вышли из палатки на лёд. Падающий сверху снег на комбинезоне одного потихоньку таял, а у другого – нет, делая человека похожим на снеговика. У кого одежда теплее?