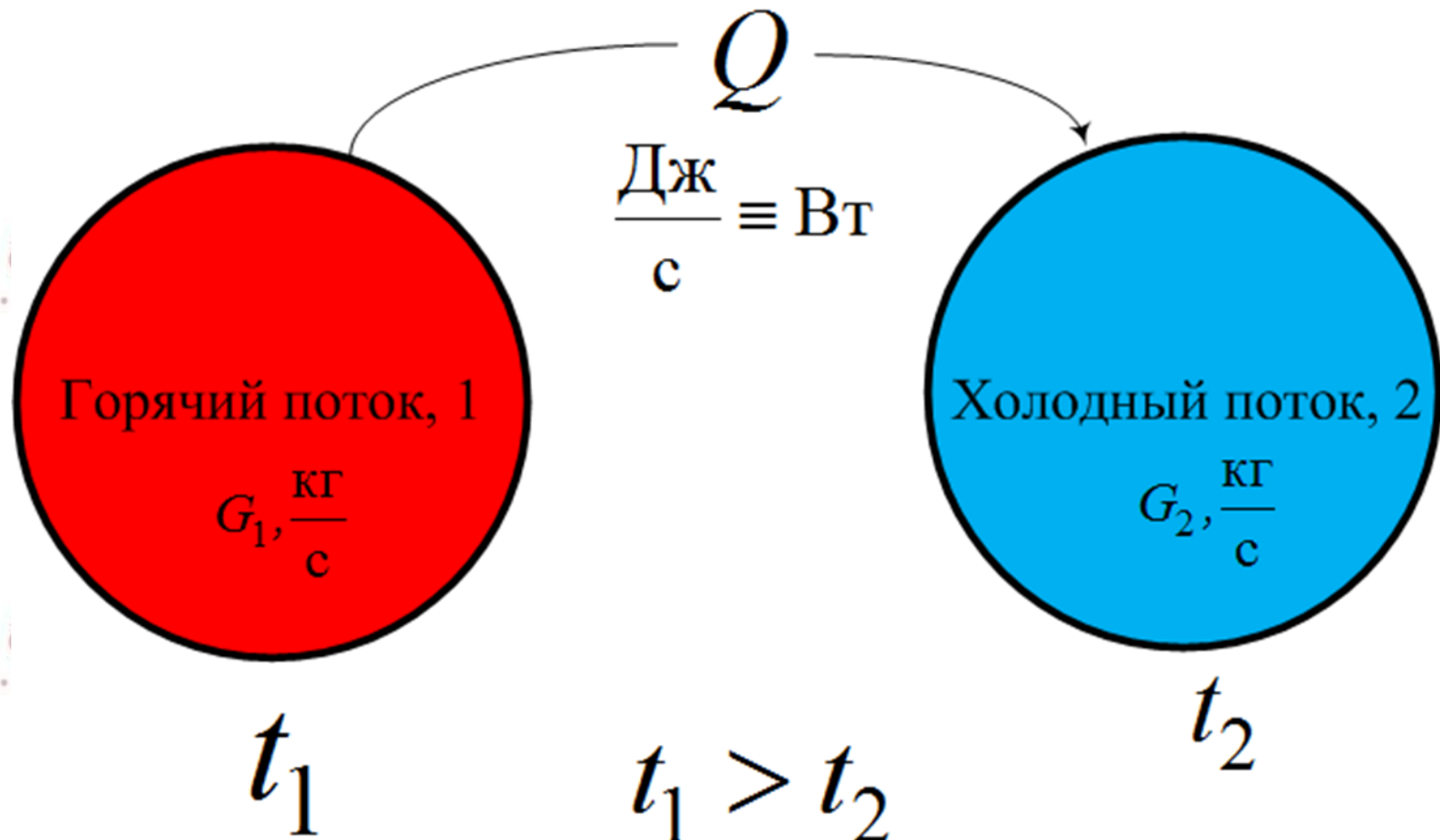


# Основное уравнение теплопередачи

# Снова схема передачи теплоты



Наш курс называется **«Процессы и аппараты»**. Посмотрим, какие величины относятся в процессе передачи теплоты, а какие к аппарату, в котором этот процесс будет протекать.

В ходе такого процесса горячий поток передаёт в единицу времени холодному потоку энергию в форме теплоты  $Q$ . Эта величина называется **тепловым потоком** или **тепловой нагрузкой** и в системе СИ имеет размерность

$$\frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}$$

Движущей силой перехода теплоты от горячего потока к холодному является разность температур  $\Delta t = t_1 - t_2$ . Эта величина может оставаться постоянной, а может изменяться. В последнем случае в расчётах принято использовать **среднюю разность температур**  $\Delta t_{\text{ср}}$ .

Строго говоря, эта разность температур измеряется в градусах Кельвина К. Но градусы шкал Кельвина и Цельсия совпадают, в отличие от, например, градусов Фаренгейта. Поэтому при расчёт этой величины никаких пересчётов делать не требуется.

Таким образом, главными характеристиками процесса переноса теплоты являются:

1. тепловая нагрузка на аппарат  $Q$ ;
2. средняя разность температур между потоками  $\Delta t_{\text{ср}}$ .

Теперь посмотрим на **аппарат**. Его главным параметром является площадь поверхности теплопередачи  $F$  (м<sup>2</sup>). Не масса, не форма, не цвет, а именно та площадь, которую он предоставляет для передачи теплоты от одного потока к другому.



Три названные величины связывает между собой основное уравнение теплопередачи

$$Q = KF\Delta t_{\text{ср}}$$

Процесс

Аппарат

Тепловая нагрузка  $Q$

Площадь поверхности  
теплопередачи  $F$

Средняя разность  
температур  $\Delta t_{\text{ср}}$

Основное уравнение  
теплопередачи

# Новая величина – коэффициент теплопередачи $K$

В основном уравнении теплопередачи появилась новая – четвёртая величина  $K$ . Её называют коэффициентом теплопередачи.

Размерность этого коэффициента

$$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Мы выяснили, что тепловая нагрузка  $Q$  и средняя разность температур  $\Delta t_{\text{ср}}$  относятся к процессу теплопередачи, а площадь поверхности  $F$  – к аппарату. Возникает вопрос – а к чему относится коэффициент теплопередачи  $K$ ?

Ответ будет таким: ни к процессу и ни к аппарату. Коэффициент теплопередачи появляется в момент подключения аппарата к процессу. Можно сказать, что коэффициент теплопередачи  $K$  показывает, насколько хорошо (или плохо!) соответствует выбранный к установке теплообменник заданному процессу.

Т.е. насколько эффективно (или наоборот – неэффективно) он будет работать.

Следовательно, найти величину  $K$  можно **только после выбора аппарата**. Это очень важно!

Из размерности коэффициента  $K$  видно, что его значение показывает, какая тепловая мощность (Вт) передаётся через  $1 \text{ м}^2$  поверхности теплопередачи при средней разности температур между потоками, равной 1.

Раз теплообменник выбирается в первую очередь по величине площади поверхности  $F$ , то из основного уравнения теплопередачи получаем формулу для её расчёта

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}}$$



Совершенно естественно желание принять к установке теплообменник с возможно меньшей поверхностью теплопередачи  $F$ . Ведь он будет меньше стоить, так как масса его будет тоже меньше. А стоимость аппарата в первую очередь определяется стоимостью затраченного на его изготовление металла.

Из последней формулы следует, что уменьшить поверхность теплопередачи можно или увеличив среднюю разность температур  $\Delta t_{\text{ср}}$ , или коэффициент теплопередачи  $K$ . Ведь изменить тепловую нагрузку  $Q$  мы не можем — она задана процессом теплопередачи: расходами и температурами потоков.

Но существенно повлиять на среднюю движущую силу трудно — ведь её величина определяется значениями четырёх температур (конечная и начальная температуры горячего потока и начальная и конечная температуры холодного потока). Следовательно, единственным рычагом для уменьшения  $F$  является коэффициент теплопередачи. И вот тут поле для манёвра оказывается весьма широким.

Итак, для нахождения численного значения поверхности теплопередачи надо найти всего три величины:

1. тепловую нагрузку  $Q$ ;
2. среднюю разность температур ;
3. коэффициент теплопередачи  $K$ .

Начнём с нахождения тепловой нагрузки  $Q$ . Она находится из уравнения теплового баланса.

End.