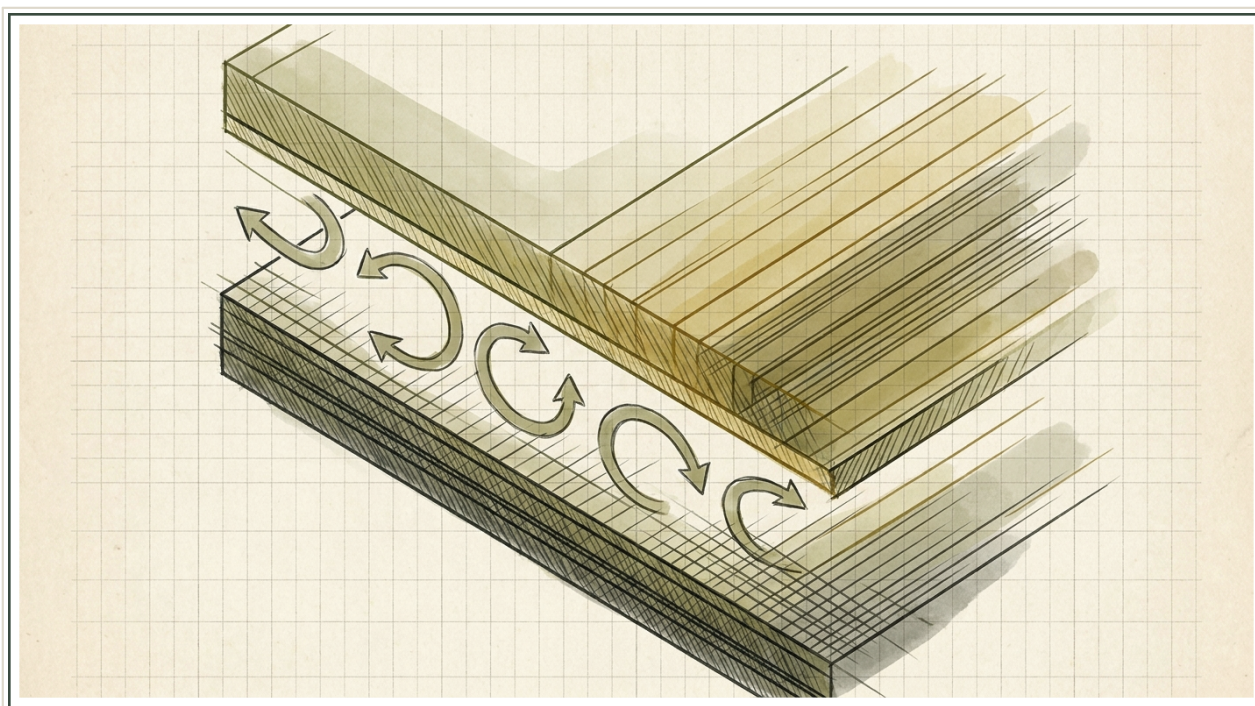


Основное уравнение теплопередачи

$Q=kF\Delta t$

теория теплообмена · формулы и вывод

Основное уравнение теплопередачи $Q=kF\Delta t$: вывод из закона Ньютона-Рихмана, связь с тепловым балансом $Q=Gc\cdot\Delta t$ и пример расчёта площади теплообменника по мощности.



Уравнение $Q=kF\Delta t$ связывает мощность, площадь, коэффициент k и температурный напор

$Q = k \cdot F \cdot \Delta t$ — самое короткое и самое главное уравнение всей теплотехники теплообменников. В нём всего четыре буквы, но именно оно связывает мощность аппарата (Q), его размер (F), качество теплопередачи (k) и движущую силу процесса (Δt). Любой тепловой расчёт — прямой или поверочный — крутится вокруг этой формулы. Разберём, откуда она берётся и как ей пользоваться.

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

Q — тепловая мощность, Вт; k — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К); F — площадь поверхности, м²; $\Delta t_{\text{ср}}$ — средний температурный напор, К

Коротко

Три формы одного уравнения под три задачи: $F = Q/(k \cdot \Delta t)$ — найти площадь (проект); $Q = k \cdot F \cdot \Delta t$ — найти мощность (поверка); $\Delta t = Q/(k \cdot F)$ — найти напор.

1. Откуда берётся уравнение

В основе — закон Ньютона-Рихмана для сквозного потока через стенку. Плотность теплового потока пропорциональна напору, коэффициент пропорциональности — это k :

$$q = k \cdot \Delta t \rightarrow Q = q \cdot F = k \cdot F \cdot \Delta t$$

q — плотность потока, Вт/м²; интегрирование по всей поверхности F даёт полную мощность Q

Поскольку вдоль аппарата напор меняется (среды нагреваются/остывают), вместо локального Δt подставляют средний по длине — среднелогарифмический $\Delta t_{\text{ср}}$.

2. Второе уравнение — тепловой баланс

Уравнение теплопередачи всегда решают в паре с балансом: мощность равна теплу, отданному горячей средой и принятому холодной:

$$Q = G_1 \cdot c_1 \cdot (t_1' - t_1'') = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_2'' - t_2')$$

G — массовый расход, кг/с; c — теплоёмкость, Дж/(кг·К); t', t'' — вход и выход

Из баланса находят неизвестные температуры и расходы, из уравнения теплопередачи — площадь. Два уравнения — две половины расчёта.

3. Пример: найти площадь

$Q = 250$ кВт, $k = 3800$ Вт/(м²·К), $\Delta t_{cp} = 42$ °C:

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{cp}) = 250000 / (3800 \cdot 42) \approx 1,57 \text{ м}^2$$

требуемая площадь теплопередачи

Дальше площадь переводят в число пластин или труб и добавляют запас на загрязнение 10-20 %.

4. Что важно не перепутать

- Δt — это средний напор по аппарату (LMTD), а не разница входных температур.
- k и F относятся к одной и той же поверхности (расчётной стороне пластины).
- Q в балансе и в теплопередаче — одно и то же число; расхождение = ошибка в исходных данных.

5. Частые вопросы

Что подставлять вместо Δt в уравнении $Q = kF\Delta t$?

Средний температурный напор по длине аппарата — среднелогарифмический LMTD. Брать разность входов нельзя: она завышает напор и занижает площадь.

Как из площади получить число пластин?

Разделить требуемую F на площадь одной пластины (0,05–0,5 м² в зависимости от модели) и округлить вверх, добавив запас 10–20 %.

Зачем нужны сразу два уравнения — баланс и теплопередача?

Баланс связывает температуры, расходы и мощность (что должно произойти).

Теплопередача связывает мощность с площадью и k (чем это обеспечить). Вместе они замыкают расчёт.

6. Глоссарий

Термин	Определение
Уравнение теплопередачи	$Q = k \cdot F \cdot \Delta t$ — связь мощности, площади, коэффициента k и напора.
Тепловой баланс	$Q = G \cdot c \cdot \Delta t$ — равенство отданного и принятого тепла для двух сред.
Средний напор Δt_{cp}	Усреднённая по длине аппарата движущая сила теплопередачи (LMTD).

**Не уверены в расчёте — спросите инженера**

Онлайн-подбор, методики и таблицы: msmteplo.ru

Инженер-консультант онлайн: [задать вопрос](#)

Телефон: 8 (800) 302-58-75 · E-mail: zakaz@msmteplo.ru

МСМ-ТЕПЛО — устройство, расчёт и подбор теплообменного оборудования.

Наведите камеру телефона на QR — откроется онлайн-консультант.

Темы документа: уравнение теплопередачи, $Q=kFdt$, тепловой баланс, площадь, средний напор, вывод формулы