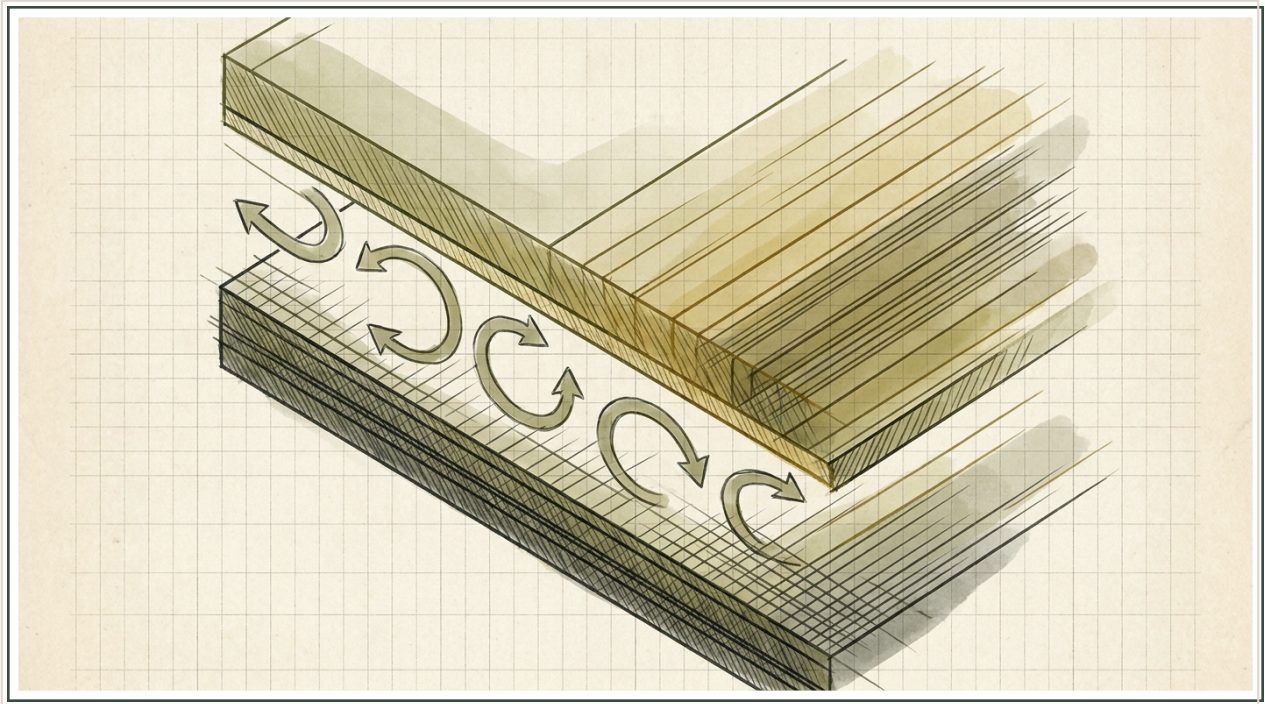


Коэффициент теплопередачи k : расчёт и таблицы

теория теплообмена · формулы и вывод

Коэффициент теплопередачи k : таблица значений для пар сред и типов аппаратов, формула через сумму термических сопротивлений и пример расчёта с разбором вклада каждого слоя.



Коэффициент теплопередачи как сумма последовательных термических сопротивлений

Коэффициент теплопередачи k — итоговая характеристика теплообменника: сколько ватт проходит сквозь квадратный метр стенки от одной среды к другой при перепаде в один градус. В отличие от α , который относится к одной стороне, k учитывает весь путь тепла: отдачу от горячей среды, проводимость стенки, слой загрязнений и отдачу в холодную среду. Чем выше k , тем меньше площадь нужна на ту же мощность — поэтому за k идёт борьба при выборе типа аппарата.

Пара сред / тип аппарата	k , Вт/(м ² ·К)
Газ – газ (рекуператор)	10–40
Газ – вода	15–60
Вода – вода, кожухотрубный	800–1700
Вода – вода, пластинчатый	3000–7000
Пар – вода, пластинчатый	3500–8000
Масло – вода, пластинчатый	400–1500
Конденсатор фреон – вода	500–1100

Коротко

Пластинчатый аппарат даёт k в 3-5 раз выше кожухотрубного на той же паре вода-вода. Причина — гофра: она турбулизировывает поток при малых скоростях, поднимая α с обеих сторон одновременно.

1. Формула: сопротивления складываются

k считают не напрямую, а через сумму термических сопротивлений — как последовательную цепь. Для плоской стенки:

$$1/k = 1/\alpha_1 + \delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}} + R_{\text{з1}} + R_{\text{з2}} + 1/\alpha_2$$

α_1, α_2 — теплоотдача сторон; $\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}}$ — сопротивление стенки; $R_{\text{з}}$ — сопротивления загрязнений, $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$

Величина $1/k$ — полное сопротивление, k — обратное ему. Отсюда правило: k всегда меньше наименьшего из α . Слабое звено тянет всю теплопередачу вниз.

2. Пример расчёта k

Вода-вода через стальную пластину: $\alpha_1 = 6000$, $\alpha_2 = 5000$ $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, пластина $\delta = 0,5$ мм, $\lambda_{\text{ст}} = 17$ $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ (нержавейка), загрязнение $R_{\text{з}} = 0,00008$ $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$:

$$1/k = 1/6000 + 0,0005/17 + 0,00008 + 1/5000$$

подстановка сопротивлений

$$1/k = 0,000167 + 0,0000294 + 0,00008 + 0,0002 = 0,000476$$

$$k \approx 2100 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

итоговый коэффициент теплопередачи

Частая ошибка

Загрязнение здесь дало вклад 0,00008 из 0,000476 — почти 17 % сопротивления. Забыть $R_{\text{з}}$ в проверочном расчёте — значит переоценить k и получить недогруженный аппарат уже через полгода эксплуатации на жёсткой воде.

3. Где k в расчёте

k — центральное звено уравнения теплопередачи $Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ср}}$. Из него находят площадь $F = Q/(k \cdot \Delta t_{\text{ср}})$. Ошибка в k напрямую переносится в площадь: занижил k на 20 % — переплатил за 20 % лишних пластин или, наоборот, недобрал мощность.

Компонент $1/k$	Вклад в примере	Доля
Сторона 1 ($1/\alpha_1$)	0,000167	35 %
Стенка (δ/λ)	0,0000294	6 %
Загрязнение	0,00008	17 %
Сторона 2 ($1/\alpha_2$)	0,0002	42 %

4. Частые вопросы

Почему k меньше любого из коэффициентов теплоотдачи?

Потому что сопротивления складываются: $1/k$ = сумма всех $1/\alpha$ и сопротивлений стенки/загрязнений. Сумма всегда больше каждого слагаемого, значит k меньше наименьшего α .

Как поднять коэффициент теплопередачи?

Улучшать сторону с наименьшим α (узкое звено), держать поверхность чистой, брать тонкую стенку из материала с высоким λ . Гнать скорость там, где α уже высок, бесполезно.

Откуда берут табличные значения k ?

Из опыта эксплуатации и справочников — как ориентир для прикидочного расчёта. Точное k получают суммированием сопротивлений с реальными α из критериальных уравнений.

5. Глоссарий

Термин	Определение
Коэффициент теплопередачи	k , Вт/(м ² ·К) — сквозная теплопередача от среды к среде через стенку.
Термическое сопротивление	Обратная теплопроводности величина; сопротивления слоёв складываются.
Сопротивление загрязнений	R_z , м ² ·К/Вт — добавочное сопротивление слоя накипи или отложений.



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: коэффициент теплопередачи, k , Вт/м²К, таблица, термическое сопротивление, загрязнение, расчёт