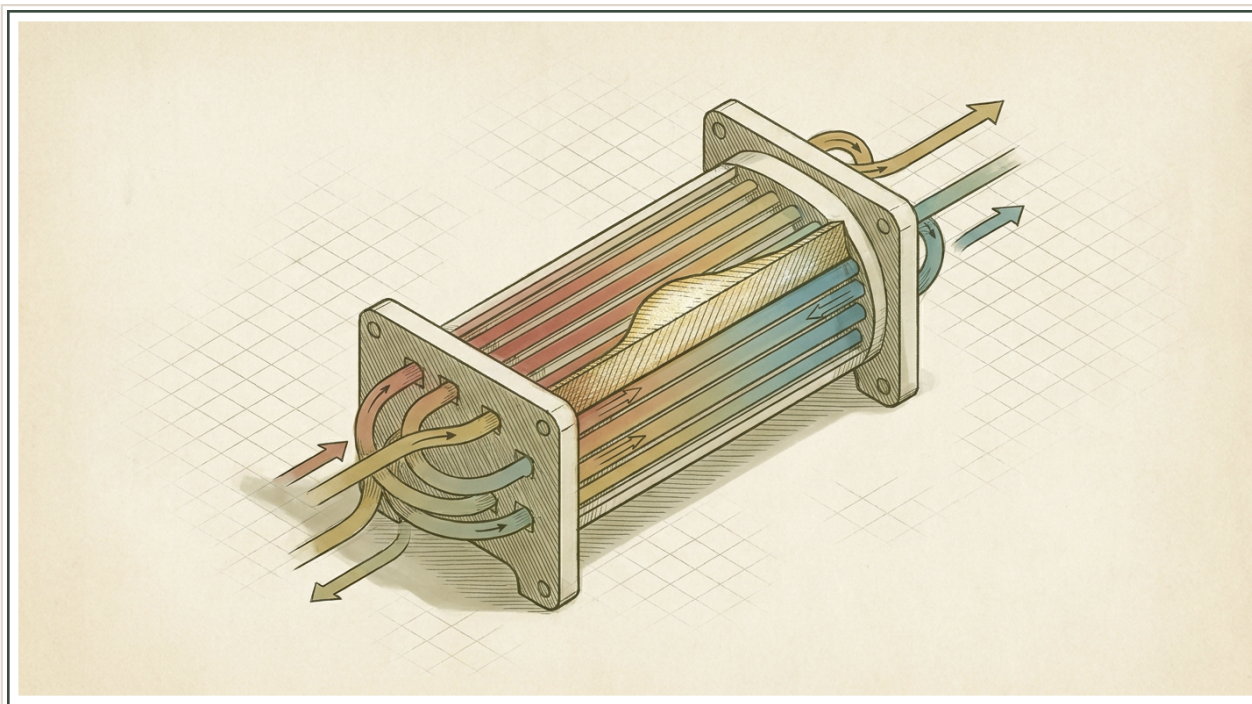


Расчёт площади поверхности теплообмена

методика расчёта · пример с цифрами

Расчёт площади поверхности теплообмена по формуле $F = Q/(k \cdot \Delta t_{cp})$: разбор трёх множителей, таблица k по типам сред и пример на охладителе воды 120 кВт.



Поверхность теплопередачи аппарата и три множителя, определяющие её величину

Площадь поверхности теплообмена — итоговая цифра почти любого расчёта, ради неё всё и затевается. Формула на вид проста: $F = Q/(k \cdot \Delta t_{cp})$. Но за каждым из трёх множителей стоит своя история, и ошибка в любом из них уведит площадь в сторону. Разберём формулу по косточкам и посчитаем на охладителе технологической воды.

Коротко

$F = Q/(k \cdot \Delta t_{cp})$. Площадь прямо пропорциональна нагрузке и обратно — коэффициенту теплопередачи и напору. Хочешь меньше площади — поднимай k (турбулизация) или Δt_{cp} (противоток).

1. Три множителя формулы

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{cp})$$

F — площадь, м²; Q — нагрузка, Вт; k — коэфф. теплопередачи, Вт/(м²·К); Δt_{cp} — напор, К

Q задаёт масштаб — растёт нагрузка, растёт площадь линейно. k и Δt_{cp} стоят в знаменателе: чем они больше, тем компактнее аппарат. Именно поэтому пластинчатые (высокий k) и противоточные (высокий Δt_{cp}) аппараты выигрывают в размерах.

2. Коэффициент теплопередачи: справочник

k — самый капризный множитель. Его либо считают из теплоотдачи сторон, либо на стадии оценки берут из таблиц по типу сред и аппарата:

Сочетание сред и аппарат	k, Вт/(м²·К)
Вода-вода, пластинчатый	3000-7000
Вода-вода, кожухотрубный	800-2500
Пар-вода, пластинчатый	3000-8000
Масло-вода, пластинчатый	300-900
Газ-вода, оребрённый	20-120
Вязкая жидкость-вода	150-500

Частая ошибка

Берут k по верхней границе диапазона 'чтобы было'. В итоге площадь занижена, аппарат не выходит на режим. Для проектного запаса k разумнее брать по нижней трети диапазона.

3. Пример расчёта площади

Охлаждаем технологическую воду 55→35 °С оборотной водой 20→30 °С. Нагрузка 120 кВт. Аппарат пластинчатый, воды относительно чистые.

$$\Delta t_{\text{б}} = 55 - 30 = 25 \text{ °С} \quad \Delta t_{\text{м}} = 35 - 20 = 15 \text{ °С}$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = (25 - 15) / \ln(25/15) \approx 10 / 0,511 \approx 19,6 \text{ °С}$$

среднелогарифмический напор при противотоке

Для чистой воды-воды в пластинчатом берём $k = 4500 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$:

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{\text{ср}}) = 120000 / (4500 \cdot 19,6) \approx 1,36 \text{ м}^2$$

требуемая площадь теплопередачи

С запасом 15 % — 1,56 м². При площади пластины 0,1 м² это около 16 пластин.

4. Наружная или внутренняя: чью площадь считать

Для тонкой стенки (пластина, тонкая труба) разница между наружной и внутренней поверхностью мала, берут любую. Для толстостенных или оребрённых труб разница существенна: k и F обязательно относят к одной и той же поверхности — иначе расчёт разъедется.

$$Q = k_{\text{нар}} \cdot F_{\text{нар}} \cdot \Delta t_{\text{ср}} = k_{\text{вн}} \cdot F_{\text{вн}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}$$

k и F всегда согласованы по одной поверхности отсчёта

5. Как уменьшить площадь

Приём	Что растёт	Ограничение
Пластинчатый вместо труб	k в 3-5 раз	давление ≤ 25 бар
Строгий противоток	$\Delta t_{\text{ср}}$	компоновка потоков
Турбулизация (гофра)	α , значит k	рост потерь давления
Оребрение (газ)	эффективная F	только слабая сторона

6. Частые вопросы

Как рассчитать площадь теплообмена?

По формуле $F = Q / (k \cdot \Delta t_{\text{ср}})$: нагрузку делят на произведение коэффициента теплопередачи и среднелогарифмического напора. Затем добавляют запас 10-20 % на загрязнение. Вся сложность — в корректном k и правильном $\Delta t_{\text{ср}}$.

Почему одинаковая мощность даёт разную площадь?

Из-за k и напора. Пластинчатый аппарат с $k = 5000$ при том же Q и Δt потребует в разы меньшей площади, чем кожухотрубный с $k = 1500$. И противоток даёт больший $\Delta t_{\text{ср}}$, чем прямоток, — снова меньше площади.

Наружную или внутреннюю поверхность брать за F ?

Ту, к которой отнесён k . Для тонких стенок они почти равны. Для оребрённых и толстостенных труб критично держать k и F согласованными по одной поверхности.

7. Глоссарий

Термин	Определение
Площадь теплообмена F	Поверхность, через которую передаётся теплота, м^2 ; результат теплового расчёта.
Коэффициент теплопередачи k	Плотность теплового потока на единицу напора, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.
Поверхность отсчёта	Наружная или внутренняя сторона стенки, к которой отнесены k и F .



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: расчёт площади теплообмена, поверхность нагрева, F , коэффициент теплопередачи, $LMTD$, таблица k