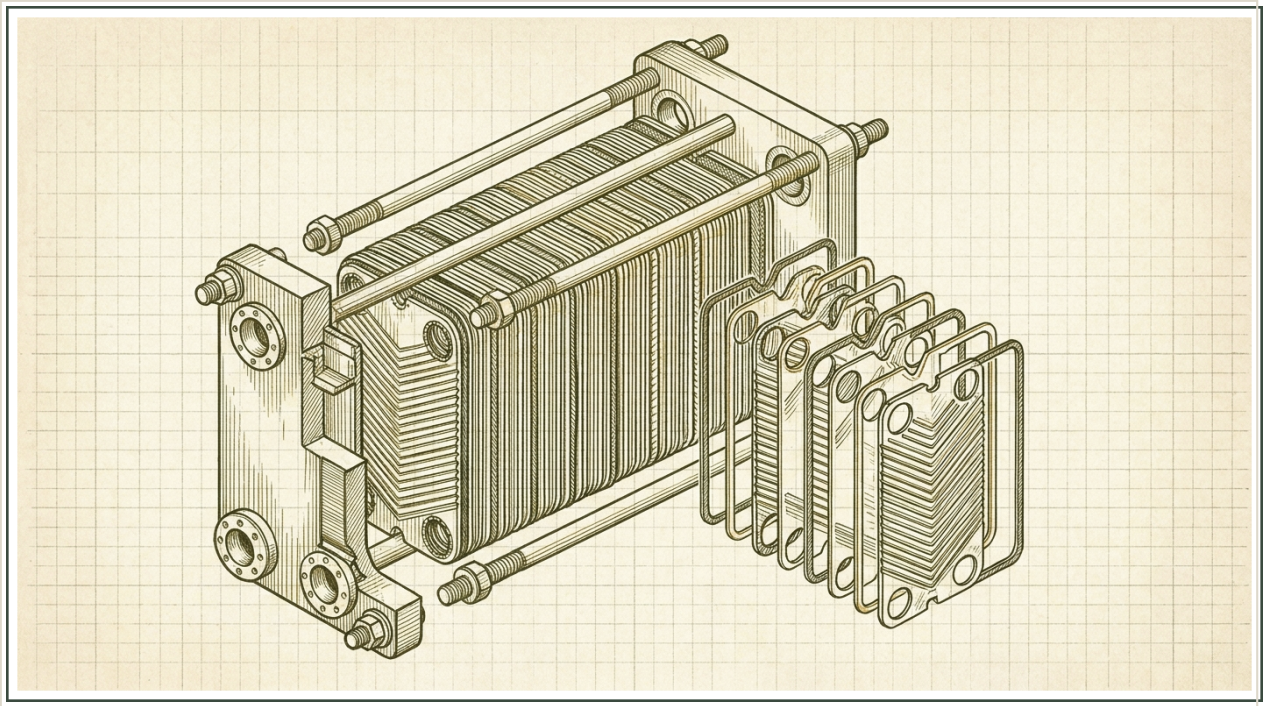
Принцип работы пластинчатого теплообменника

принцип работы · схема

В пакете пластинчатого теплообменника каналы чередуются через один, а тонкая стенка 0,4–0,6 мм и турбулизация гофрой дают коэффициент теплопередачи 3000–7000 Вт/(м²·K) — в 3–5 раз выше кожухотрубного.



Движение теплоносителей по чередующимся каналам пакета пластин (противоток)

Почему пластинчатый теплообменник размером с чемодан снимает мощность, для которой кожухотрубному нужна труба в человеческий рост? Ответ — в том, как устроено движение сред внутри пакета. Разберём принцип работы по шагам: как потоки распределяются по каналам, почему они не смешиваются и откуда берётся высокая теплоотдача.

1. Два потока, чередование каналов

Внутри пакета каналы идут через один: нечётные заняты греющей средой, чётные — нагреваемой. Каждая пластина — это стенка между горячим и холодным. Греющая вода отдаёт тепло через тонкий металл (0,5 мм) в соседний канал. Поскольку каналов много и они параллельны, общий расход делится на десятки тонких струй — площадь контакта огромна при малом объёме.

$$q = k \cdot \Delta t \ (Вт/м^2)$$

q — плотность теплового потока; k — коэффициент теплопередачи; Δt — местный напор

2. Противоток — почему именно он

Среды пускают навстречу: греющая сверху вниз, нагреваемая снизу вверх (или наоборот). Противоток держит температурный напор равномерным по всей длине и позволяет нагреть холодную среду почти до температуры входа греющей — чего прямоток в принципе не умеет.

Схема движения	Итоговый напор	Где применяют
Противоток	Максимальный, ровный	Стандарт для ПТО
Прямоток	Ниже, падает к выходу	Редко, спец. задачи
Смешанный (многоходовой)	Средний	Когда не хватает одного хода

3. Откуда высокая теплоотдача

Гофра пластины ломает ламинарный слой у стенки: поток закручивается и турбулизируется уже при скорости 0,3 м/с, тогда как в гладкой трубе для этого нужны метры в секунду. Турбулентность разрушает пограничный слой — главное сопротивление теплопередаче — поэтому коэффициент k у пластинчатого 3000–7000 Вт/(м²·К) против 1000–1500 у кожухотрубного.

> **Знаете ли вы**
>
> Тот же эффект турбулизации даёт самоочищение: гофра не даёт взвеси оседать, поэтому пластинчатые аппараты меньше зарастают на равной скорости.

4. Путь одной струи через аппарат

Среда входит в верхний порт, растекается по коллектору вдоль пакета, ныряет в «свои» каналы, проходит их сверху вниз, отдавая (или забирая) тепло, и собирается в нижнем порту на выход. Соседний контур делает то же зеркально. Разделяют их только уплотнения — контакта сред нет нигде, кроме как через металл пластины.

- Вход через порт → раздача по коллектору.
- Течение по параллельным гофрированным каналам.
- Теплопередача через стенку 0,4–0,6 мм.
- Сбор в противоположном порту → выход.

5. Пример расчёта плотности потока

Пусть коэффициент теплопередачи k = 4500 Вт/(м²·К), а местный температурный напор Δt = 40 °C. Плотность теплового потока через пластину q = k·Δt. Отсюда получаем (см. таблицу ниже), что один квадратный метр пластины снимает десятки киловатт — потому аппарату и хватает малой поверхности.

`q = k·Δt = 4500·40 = 180000 Вт/м² = 180 кВт/м² ; при F = 1,4 м² → Q = q·F ≈ 252 кВт`

q — плотность теплового потока; Δt — местный напор, °C; F — площадь

Величина	Значение	Ед.
Скорость в канале	0,3–0,6	м/с
Зазор канала	3–4	мм
Re в канале	300–1200	—
k вода-вода	3000–7000	Вт/(м²·К)
Толщина стенки	0,4–0,6	мм
q при Δt = 40 °C	~180	кВт/м²

> **Порядок цифр**

Стенка 0,4–0,6 мм, зазор 3–4 мм, скорость 0,3–0,6 м/с, Re 300–1200, k = 3000–7000 Вт/(м²·K). При k = 4500 и Δt = 40 °C плотность потока q = 180 кВт/м², с F = 1,4 м² мощность ≈ 252 кВт (см. таблицу выше).

6. Частые вопросы

Смешиваются ли среды внутри пластинчатого теплообменника?
Нет. Контуры разделены пластинами и уплотнениями, между уплотнениями оставлен дренажный зазор с выходом наружу. При исправных уплотнениях греющая и нагреваемая среды не контактируют.

Почему теплоотдача выше, чем в трубе?
Гофра турбулизирует поток на малой скорости и разрушает пристенный пограничный слой — главное термическое сопротивление. Плюс тонкая стенка и большая удельная площадь.

В какую сторону пускать теплоносители?
Противотоком: это даёт максимальный и ровный температурный напор. Прямоток снижает эффективность и в подборе почти не используется.

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: принцип работы пластинчатого теплообменника, каналы, противоток, турбулизация, теплоотдача