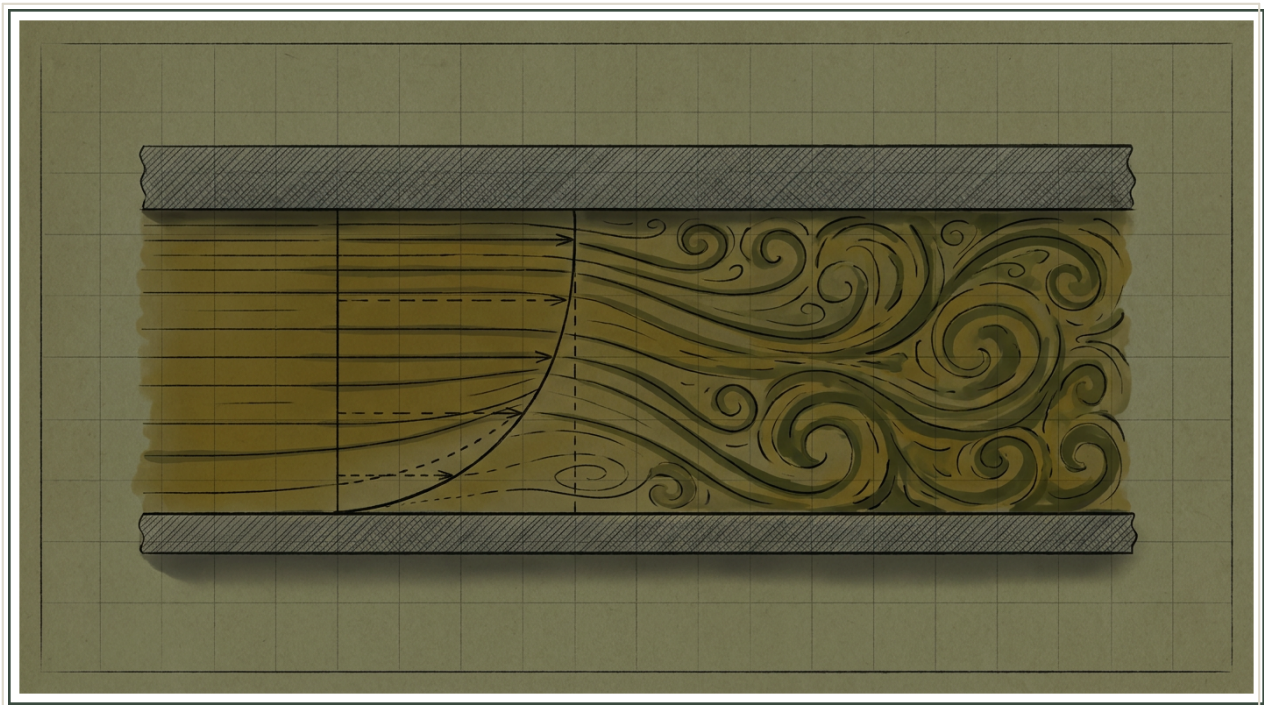


Противоток и прямоток: влияние на теплообмен

теория теплообмена · формулы и вывод

Противоток и прямоток в теплообменнике: как схема движения влияет на средний напор, площадь и достижимые температуры — с числовым сравнением и границами применения прямотока.



Профили температур сред при противотоке и прямотоке вдоль аппарата

Как направить среды навстречу или в одну сторону — казалось бы, мелочь монтажа. На деле выбор схемы движения меняет и среднюю движущую силу теплопередачи, и предельно достижимые температуры, и требуемую площадь. Противоток почти всегда выигрывает у прямотока, и понимание почему — базовая грамотность при подборе теплообменника. Разберём оба случая с числами.

Свойство	Противоток	Прямоток
Средний напор $\Delta t_{\text{ср}}$	выше	ниже
Требуемая площадь	меньше	больше
t холодной на выходе	может превысить t_2 горячей	всегда ниже t_1 выхода горячей
Равномерность нагрузки	равномернее	пик на входе
Применение	стандарт	редко, спец. случаи

Важно

Ключевое преимущество противотока: нагреваемую среду можно вывести на температуру ВЫШЕ, чем у охлаждённой греющей на её выходе. Прямоток так не умеет — его температуры лишь сближаются к общему пределу.

1. Почему противоток даёт больший напор

В противотоке разность температур по длине держится более ровной, в прямотоке она резко падает: на входе огромная, к выходу почти нулевая. Сравним на примере 90→60 / 20→50 °C:

Противоток: $\Delta t_b = 90 - 50 = 40$; $\Delta t_m = 60 - 20 = 40 \rightarrow \Delta t_{cp} = 40$ °C

ровный напор по всей длине

Прямоток: $\Delta t_b = 90 - 20 = 70$; $\Delta t_m = 60 - 50 = 10 \rightarrow \Delta t_{cp} = (70 - 10) / \ln 7 \approx 30,8$ °C

напор рушится к выходу

Разница напора 40 против 30,8 °C означает, что прямоточному аппарату нужно на ~30 % больше площади для той же мощности. Это чистый проигрыш.

2. Температурный предел прямотока

В прямотоке обе среды стремятся к общей равновесной температуре и не могут её «перешагнуть». Значит нагреваемую воду физически нельзя нагреть выше, чем остынет греющая. Противоток этого ограничения не имеет — отсюда его применяют, когда нужен глубокий нагрев или охлаждение.

3. Когда всё же прямоток

- Когда нужно мягко ограничить температуру стенки (защита термочувствительных сред).
- В некоторых конденсаторах и испарителях, где температура одной среды постоянна.
- Когда конструктивно противоток невозможен (перекрёстные схемы как компромисс).

4. Где это в подборе

Схема движения входит в расчёт через средний напор Δt_{cp} и поправку $\epsilon \Delta t$. Пластинчатые аппараты по своей геометрии почти всегда противоточные — это одна из причин их высокой эффективности на единицу объёма.

5. Частые вопросы

Почему противоток эффективнее прямотока?

Он держит температурный напор ровным по всей длине, средний напор выше, поэтому на ту же мощность нужно меньше площади. Плюс позволяет глубже нагреть или охладить среду.

Может ли холодная среда нагреться выше горячей на выходе?

В противотоке — да: выходная температура нагреваемой среды может превысить выходную температуру остывшей греющей. В прямотоке это невозможно в принципе.

Какую схему имеют пластинчатые теплообменники?

Практически всегда противоточную — так устроена разводка каналов. Это одна из причин, почему у ПТО высокий средний напор и малая площадь.

6. Глоссарий

Термин	Определение
Противоток	Среды движутся навстречу друг другу; максимальный средний напор.
Прямоток	Среды движутся в одном направлении; напор падает к выходу.
Поправка $\epsilon \Delta t$	Коэффициент < 1 для схем, отличных от чистого противотока.

**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: противоток прямоток, схема движения, температурный напор, LMTD, эффективность теплообменника