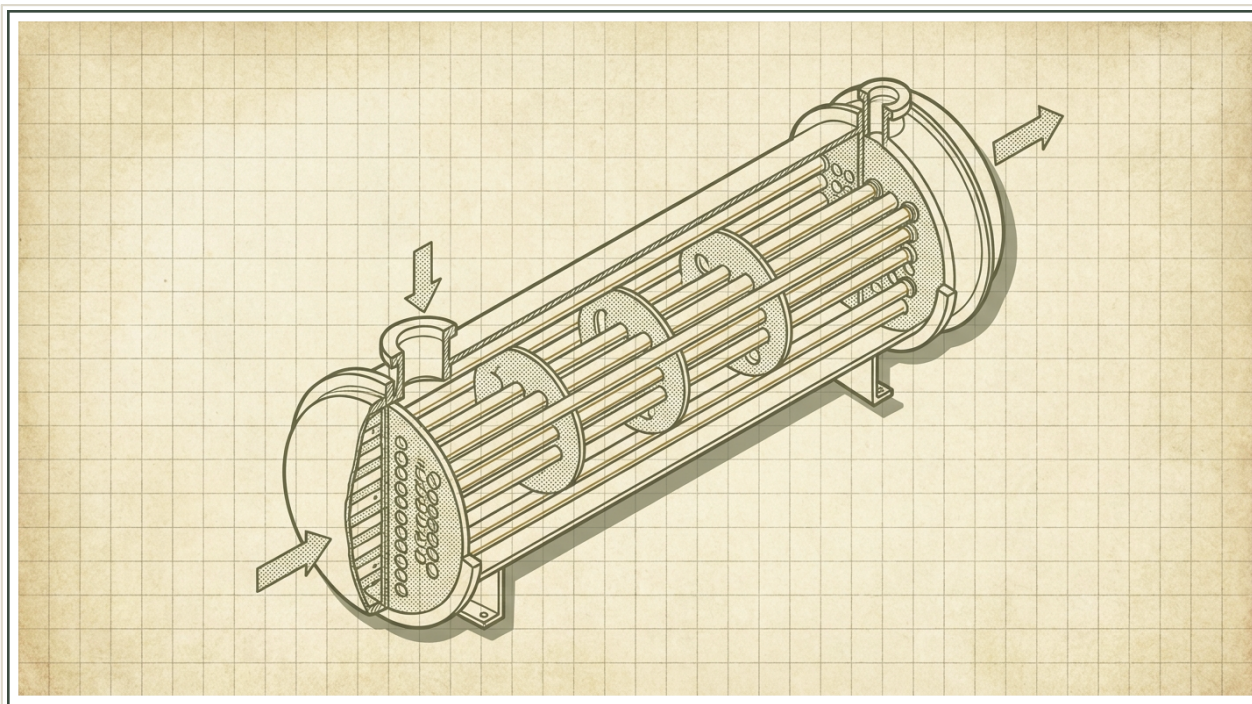


# Принцип работы кожухотрубного теплообменника

принцип работы · схема

Принцип работы кожухотрубного теплообменника: теплопередача через стенку трубы, роль перегородок, число ходов и режим конденсации пара.



Движение трубной и межтрубной сред, зигзаг потока через перегородки

Работа кожухотрубного теплообменника — это разговор двух потоков через стенку трубы. Один бежит внутри труб, второй омывает их снаружи, а перегородки решают, насколько плотным будет этот контакт. Ниже — как именно передаётся тепло и что на это влияет.

## 1. Две стороны, одна стенка

Трубная среда течёт по каналам пучка, межтрубная — в объёме кожуха между трубами. Тепло идёт: от ядра горячего потока к стенке (теплоотдача  $\alpha_1$ ), сквозь металл трубы (сопротивление  $\delta/\lambda$ ), от стенки в холодный поток ( $\alpha_2$ ). Слабое звено — та сторона, где теплоотдача ниже; её и «разгоняют» скоростью и перегородками.

$$1/k = 1/\alpha_1 + \delta/\lambda_{\text{ст}} + R_{\text{загр}} + 1/\alpha_2$$

$k$  — коэффициент теплопередачи;  $\alpha_1, \alpha_2$  — теплоотдача сторон;  $R_{\text{загр}}$  — загрязнение

## 2. Роль перегородок

Без перегородок межтрубная среда просто проскочила бы вдоль кожуха на малой скорости — теплоотдача снаружи была бы жалкой. Сегментные перегородки гонят её зигзагом поперёк труб: скорость растёт, поток турбулизируется,  $\alpha_2$  подскакивает. Плата — рост потерь давления, поэтому шаг перегородок подбирают, а не ставят максимально часто.

### Коротко

Перегородки в кожухотрубнике играют ту же роль, что гофра в пластинчатом: искусственно повышают турбулентность на медленной стороне, чтобы поднять теплоотдачу.

### 3. Число ходов и скорость в трубах

Если один проход по трубам даёт слишком малую скорость (а значит и теплоотдачу), поток пускают в несколько ходов: он проходит часть труб, разворачивается в крышке-камере и идёт обратно. Два, четыре, шесть ходов — скорость растёт кратно, но растёт и перепад давления. Это тот же компромисс тепло/гидравлика, что и везде.

| Число ходов | Скорость в трубах | Потери давления |
|-------------|-------------------|-----------------|
| 1           | Низкая            | Минимальные     |
| 2           | Средняя           | Умеренные       |
| 4 и более   | Высокая           | Растут кратно   |

### 4. Конденсация пара — частный режим

Когда греющая среда — насыщенный пар, он отдаёт тепло не остыванием, а конденсацией: скрытая теплота парообразования (~2200 кДж/кг у воды) высвобождается на стенке трубы. Поэтому пар почти всегда пускают в межтрубное пространство, а конденсат отводят снизу через конденсатоотводчик. Теплоотдача при конденсации очень высока.

### 5. Частые вопросы

#### Зачем нужны перегородки, если трубы и так греют?

Они повышают скорость и турбулентность межтрубной среды. Без них теплоотдача снаружи труб падает в разы, и аппарат недобирает мощность при той же площади.

#### Что даёт увеличение числа ходов?

Рост скорости в трубах и, значит, теплоотдачи — но и рост потерь давления. Ходность подбирают под располагаемый напор насоса.

#### Почему пар пускают снаружи труб?

Пар конденсируется на холодной стенке труб, отдавая скрытую теплоту; конденсат стекает и отводится снизу. В межтрубном объёме это организуется проще, чем внутри труб.



#### Не уверены в расчёте — спросите инженера

Онлайн-подбор, методики и таблицы: [msmteplo.ru](https://msmteplo.ru)

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

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

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

Наведите камеру телефона на QR — откроется онлайн-консультант.

Темы документа: принцип работы кожухотрубного теплообменника, перегородки, ходы, теплоотдача, конденсация пара