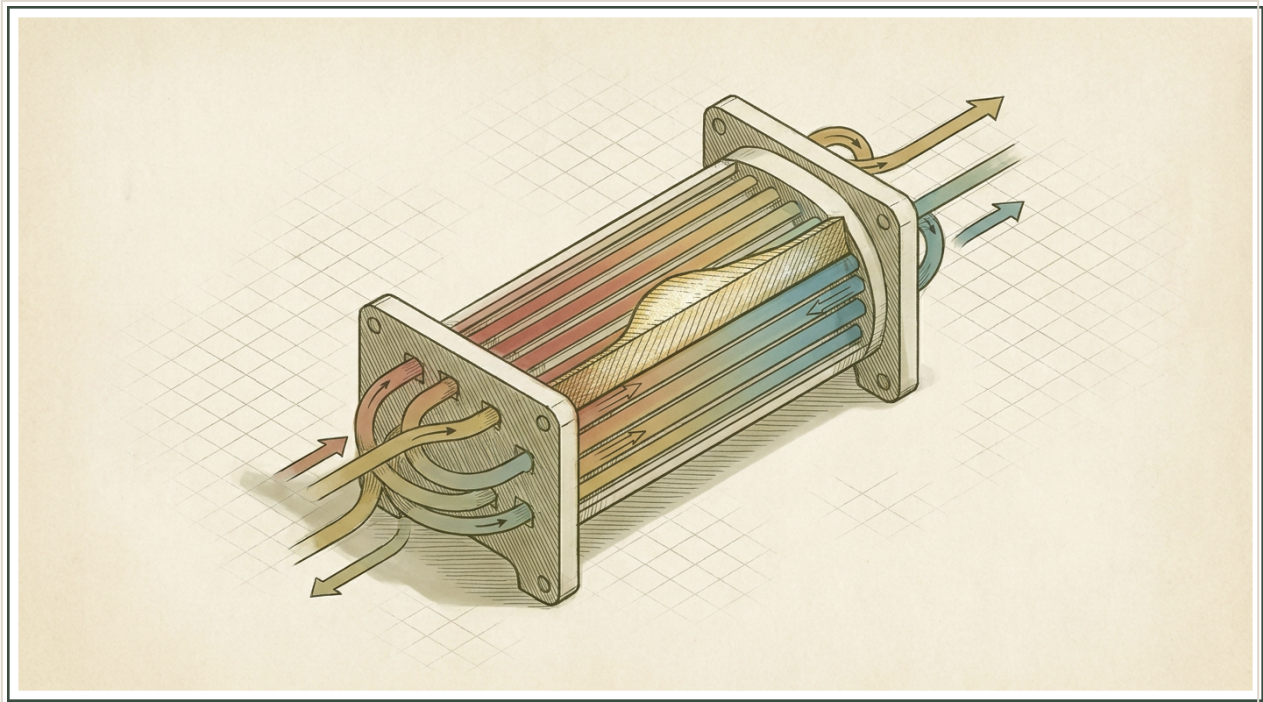


# Конструктивный расчёт теплообменного аппарата

методика расчёта · пример с цифрами

Конструктивный расчёт нового аппарата от  $Q$  к геометрии: расходы, LMTD, площадь и раскладка в число пластин на примере подогревателя отопления 400 кВт.



От тепловой нагрузки к геометрии аппарата: последовательность конструктивного расчёта

Конструктивный расчёт — это прямая проектная задача: даны нагрузка и температуры, нужно спроектировать аппарат — найти площадь, а затем превратить её в геометрию: число пластин или труб, диаметр кожуха, число ходов. Именно с него начинается жизнь нового теплообменника. Пройдём его на подогревателе системы отопления.

## Коротко

Конструктивный расчёт идёт от требуемого  $Q$  к железу:  $F = Q / (k \cdot \Delta t_{cp})$ , затем площадь раскладывается в конкретную компоновку. Это противоположность проверочному, где аппарат уже есть.

## 1. Постановка задачи

Проектируем подогреватель отопления: греющая вода теплосети 110→70 °С, нагреваемая вода контура отопления 60→80 °С, расчётная нагрузка 400 кВт. Тип — пластинчатый, среда чистая (умягчённая).

| Параметр           | Греющий контур | Контур отопления |
|--------------------|----------------|------------------|
| Вход / выход, °С   | 110 / 70       | 60 / 80          |
| Нагрузка $Q$ , кВт | 400            | 400              |
| Среда              | сетевая вода   | умягчённая вода  |

## 2. Расходы теплоносителей

$$G_{гр} = Q / (c \cdot \Delta t_{гр}) = 400000 / (4187 \cdot 40) \approx 2,39 \text{ кг/с}$$

греющая сторона,  $\Delta t = 110 - 70 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$G_{нагр} = Q / (c \cdot \Delta t_{нагр}) = 400000 / (4187 \cdot 20) \approx 4,78 \text{ кг/с}$$

нагреваемая сторона,  $\Delta t = 80 - 60 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

## 3. Средний напор

$$\Delta t_6 = 110 - 80 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta t_m = 70 - 60 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

разности на торцах при противотоке

$$\Delta t_{cp} = (30 - 10) / \ln(30/10) = 20 / 1,0986 \approx 18,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

среднелогарифмический температурный напор

## 4. Площадь

Для чистой воды-воды в пластинчатом аппарате принимаем  $k = 4200 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$ :

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{cp}) = 400000 / (4200 \cdot 18,2) \approx 5,23 \text{ м}^2$$

требуемая площадь теплопередачи

С запасом 15 % — 6,0 м<sup>2</sup>. Это чистая термодинамика. Дальше начинается собственно конструирование.

## 5. От площади к компоновке

Площадь одной пластины выбранной модели — 0,15 м<sup>2</sup>. Число рабочих пластин:

$$N = F_{\text{запас}} / f_{\text{пласт}} = 6,0 / 0,15 = 40 \text{ пластин}$$

$N$  — число теплопередающих пластин;  $f_{\text{пласт}}$  — площадь одной пластины

К рабочим добавляют 2 крайние (глухие) пластины. Число каналов на сторону определяет скорость и потери давления. Проверяем скорость в канале:

$$w = G / (p \cdot n_{\text{кан}} \cdot f_{\text{кан}})$$

$n_{\text{кан}}$  — число параллельных каналов;  $f_{\text{кан}}$  — живое сечение одного канала

Если скорость выходит за 0,3–0,6 м/с — меняют компоновку: больше каналов снижают скорость и  $\Delta P$ , меньше — поднимают. Так подбором каналов увязывают тепло и гидравлику.

### Важно

Конструктивный расчёт не заканчивается площадью. Аппарат, набранный по теплу, но с перегрузом по давлению, на объекте не заработает. Гидравлическая увязка — обязательная часть проектирования, а не опция.

## 6. Итоговая спецификация

| Величина        | Значение                    | Примечание       |
|-----------------|-----------------------------|------------------|
| Нагрузка $Q$    | 400 кВт                     | расчётная        |
| $\Delta t_{cp}$ | 18,2 $^{\circ}\text{C}$     | LMTD, противоток |
| $k$ принят      | 4200 Вт/(м <sup>2</sup> ·K) | чистая вода-вода |
| Площадь $F$     | 5,23 → 6,0 м <sup>2</sup>   | с запасом 15 %   |
| Число пластин   | 40 + 2                      | рабочих + глухие |

## 7. Частые вопросы

### Что даёт конструктивный расчёт на выходе?

Полную спецификацию нового аппарата: площадь, число пластин или труб, компоновку каналов или ходов, диаметр кожуха. То есть всё, что нужно, чтобы аппарат изготовить или заказать по модели.

### Достаточно ли посчитать одну площадь?

Нет. Площадь — половина дела. Дальше её раскладывают в геометрию и проверяют скорость и потери давления. Аппарат нужной площади, но с чрезмерным  $\Delta P$ , не выйдет на режим при имеющемся насосе.

### Какой запас закладывать при проектировании?

10–15 % для чистых сред, 20–25 % для жёсткой воды и сред с риском отложений. Запас компенсирует загрязнение со временем, но чрезмерный запас ведёт к недогрузу и, парадоксально, к ускоренному загрязнению.

## 8. Глоссарий

| Термин                | Определение                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Конструктивный расчёт | Проектирование нового аппарата: от заданных $Q$ и температур к площади и геометрии. |
| Компоновка            | Раскладка площади в конкретное число пластин/труб, каналов и ходов.                 |
| Глухие пластины       | Крайние пластины пакета, не участвующие в теплопередаче, ограничивающие каналы.     |
| Гидравлическая увязка | Подбор числа каналов так, чтобы потери давления уложились в напор насоса.           |



### 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: конструктивный расчёт, площадь поверхности, компоновка, число пластин, проектирование, пример