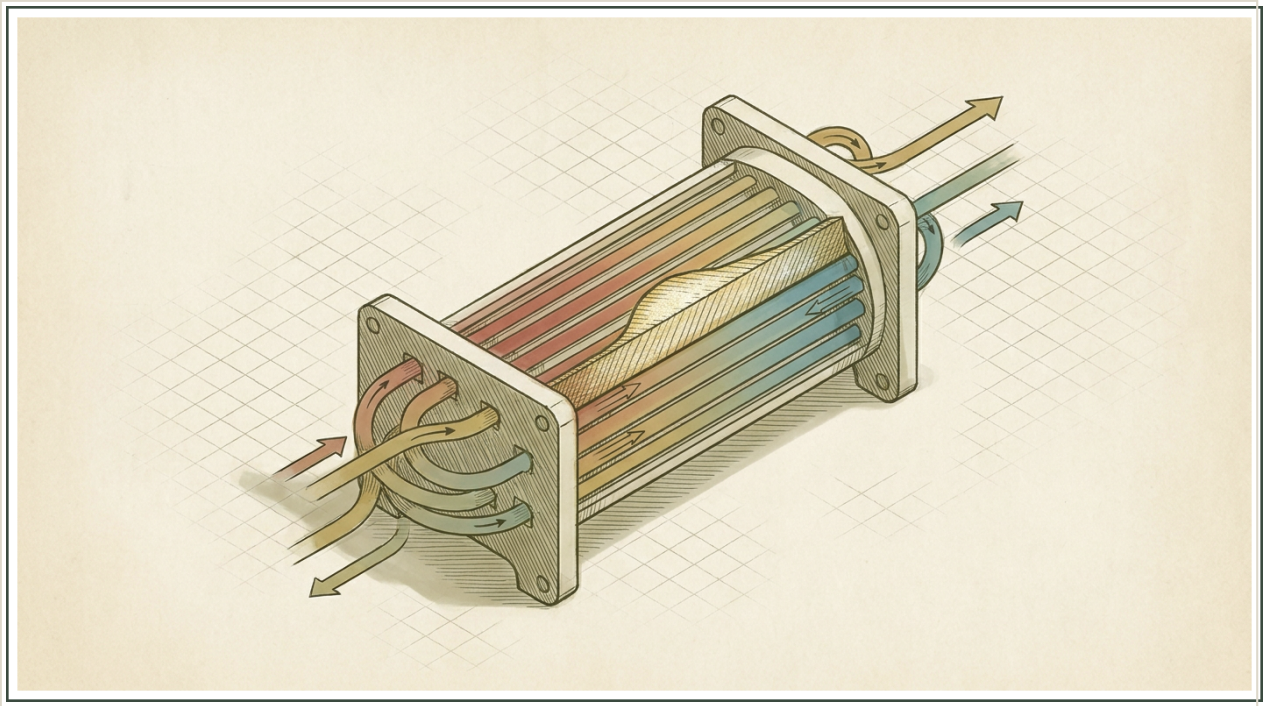
Конструктивный расчёт теплообменного аппарата

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·Δt_ср), затем площадь раскладывается в конкретную компоновку. Это противоположность поверочному, где аппарат уже есть.

1. Постановка задачи

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

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

2. Расходы теплоносителей

`G_гр = Q/(c·Δt_гр) = 400000/(4187·40) ≈ 2,39 кг/с`

греющая сторона, Δt = 110 − 70 = 40 °C

`G_нагр = Q/(c·Δt_нагр) = 400000/(4187·20) ≈ 4,78 кг/с`

нагреваемая сторона, Δt = 80 − 60 = 20 °C

3. Средний напор

`Δt_б = 110 − 80 = 30 °C  Δt_м = 70 − 60 = 10 °C`

разности на торцах при противотоке

`Δt_ср = (30 − 10)/ln(30/10) = 20/1,0986 ≈ 18,2 °C`

среднелогарифмический температурный напор

4. Площадь

Для чистой воды-воды в пластинчатом аппарате принимаем k = 4200 Вт/(м²·K):

`F = Q/(k·Δt_ср) = 400000/(4200·18,2) ≈ 5,23 м²`

требуемая площадь теплопередачи

С запасом 15 % — 6,0 м². Это чистая термодинамика. Дальше начинается собственно конструирование.

5. От площади к компоновке

Площадь одной пластины выбранной модели — 0,15 м². Число рабочих пластин:

`N = F_запас / f_пласт = 6,0 / 0,15 = 40 пластин`

N — число теплопередающих пластин; f_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 / (ρ · n_кан · f_кан)`

n_кан — число параллельных каналов; f_кан — живое сечение одного канала

Если скорость выходит за 0,3–0,6 м/с — меняют компоновку: больше каналов снижают скорость и ΔP, 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
Δt_ср	18,2 °C	LMTD, противоток
k принят	4200 Вт/(м²·K)	чистая вода-вода
Площадь F	5,23 → 6,0 м²	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 ΔP, 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
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: конструктивный расчёт, площадь поверхности, компоновка, число пластин, проектирование, пример