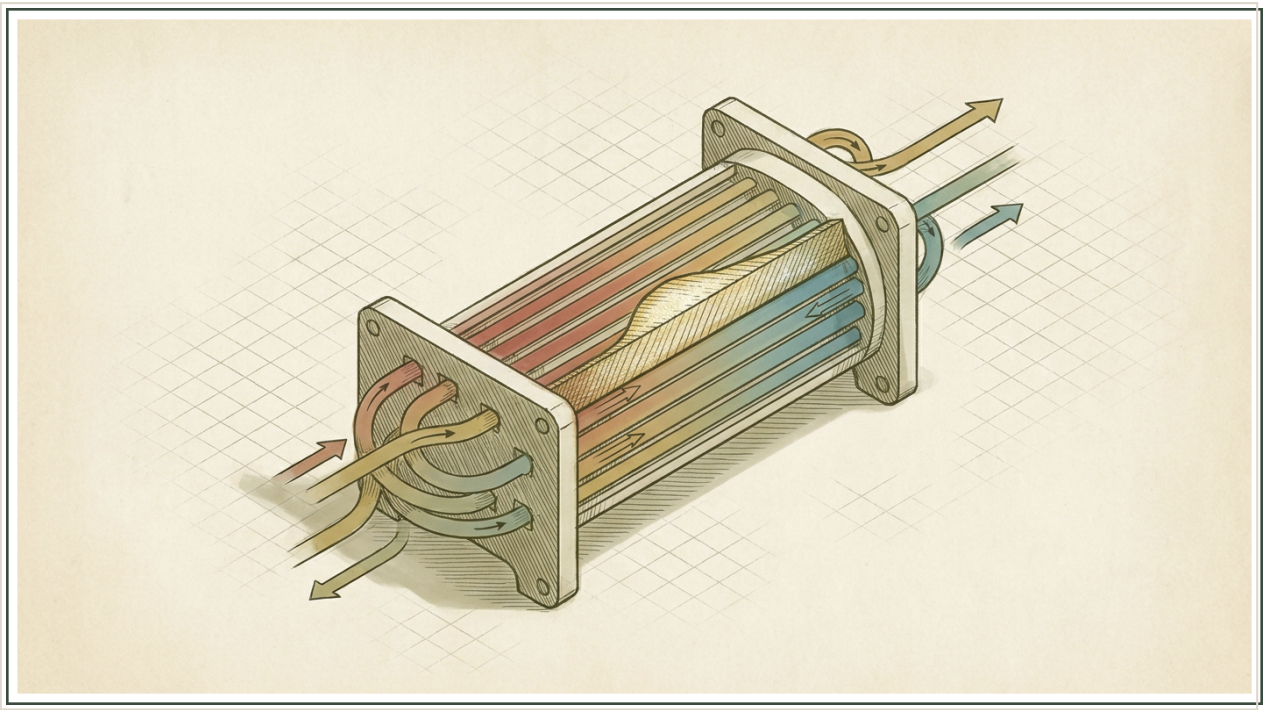
Поверочный расчёт теплообменника: как проверить

методика расчёта · пример с цифрами

Поверочный расчёт существующего теплообменника методом ε-NTU: проверяем, вытянет ли пластинчатый ГВС-подогреватель 6 м² режим нагрева до 55 °C.



Существующий аппарат и проверка: хватает ли площади для выхода на заданный режим

Аппарат уже стоит на объекте, а горячей воды всё равно не хватает — знакомая картина. Поверочный расчёт отвечает на вопрос: справится ли существующий теплообменник с заданным режимом? Здесь геометрия известна, площадь задана, а искать надо выходные температуры и фактическую мощность. Разберём на ГВС-подогревателе.

Коротко

В поверочном расчёте площадь — это вход, а не результат. Проверяют, хватает ли имеющейся поверхности при реальных k и напоре, чтобы выйти на нужную мощность. Инструмент — метод ε-NTU или итерация по LMTD.

1. Чем поверочный отличается от конструктивного

	Конструктивный	Поверочный
Что дано	Q и температуры	F, k, входы, расходы
Что ищем	площадь F	выходы, Q факт.
Когда	проектирование	есть готовый аппарат
Метод	F = Q/(k·Δt)	ε-NTU / итерация

2. Исходные данные аппарата

Пластинчатый подогреватель ГВС: 40 пластин по 0,15 м², итого F = 6,0 м². Греющая вода 70 °C, G = 3,5 кг/с. Холодная водопроводная 10 °C, G = 2,4 кг/с. Требуется нагреть до 55 °C. Проверяем — вытянет ли.

Параметр	Греющая	Нагреваемая
Вход, °C	70	10
Расход, кг/с	3,5	2,4
Площадь аппарата, м²	6,0 (общая)	—
k принят, Вт/(м²·K)	4000	—

3. Считаем через ε-NTU

`W_гр = 3,5·4187 = 14 655 Вт/K W_нагр = 2,4·4187 = 10 049 Вт/K`

водяные эквиваленты; W_min = 10 049 (нагреваемая сторона)

`NTU = k·F/W_min = 4000·6,0 / 10049 ≈ 2,39 C_r = 10049/14655 ≈ 0,686`

число единиц переноса и отношение эквивалентов

```
ε = [1 − e^(−2,39·0,314)] / [1 − 0,686·e^(−2,39·0,314)]
= (1 − 0,472) / (1 − 0,686·0,472) ≈ 0,528 / 0,676 ≈ 0,781
```

показатель −NTU(1−C_r) = −2,39·0,314 = −0,751; e^(−0,751) ≈ 0,472

4. Выходные температуры и вердикт

`t″_нагр = 10 + 0,781·(70 − 10) ≈ 10 + 46,9 ≈ 56,9 °C`

фактическая температура нагрева воды

Требовалось 55 °C — аппарат даёт 56,9 °C, есть небольшой запас. Значит справится. Проверим и мощность:

`Q = ε·W_min·(t′_гр − t′_нагр) = 0,781·10049·60 ≈ 471 кВт`

фактическая тепловая мощность аппарата в этом режиме

`t″_гр = 70 − Q/W_гр = 70 − 471000/14655 ≈ 70 − 32,1 ≈ 37,9 °C`

температура греющей воды на выходе (из её баланса)

> **Частая ошибка**
>
> Проверяют аппарат по паспортному k, забыв про загрязнение. Через год накипь снижает k на 20–30 %, NTU падает, и вчерашний запас исчезает. Поверку делают на k загрязнённого аппарата, а не чистого.

5. Запас и границы применимости

Небольшой запас (5–15 % по температуре или мощности) — норма. Слишком большой запас тоже плох: аппарат недогружен, скорости низкие, растёт загрязнение. Если поверка показала нехватку — либо поднимают температуру греющего контура, либо добавляют пластины (для пластинчатого это делается прямо на месте, без замены рамы).

Результат поверки	Вывод	Действие
t″ выше нужной	запас есть	оставить как есть
t″ = нужной ±3 °C	на грани	учесть загрязнение
t″ ниже нужной	не тянет	добавить пластины / поднять t греющей

6. Частые вопросы

Что такое поверочный расчёт простыми словами?
Это проверка готового аппарата на конкретный режим. Площадь уже известна — надо узнать, нагреет ли он среду до нужной температуры при заданных расходах. Обратная задача к конструктивному расчёту.

Каким методом делать поверку?
Удобнее всего ε-NTU: выходные температуры считаются напрямую из площади без итераций. Через LMTD тоже можно, но придётся итерировать, задаваясь выходной температурой и уточняя её.

Почему аппарат перестал греть через год?
Чаще всего — накипь и загрязнение. Они снижают k, а с ним NTU и эффективность. Аппарат, что вчера тянул с запасом, сегодня уже нет. Помогает промывка или добавление площади.

7. Глоссарий

Термин	Определение
Поверочный расчёт	Определение выходных параметров и мощности существующего аппарата при заданном режиме.
Конструктивный расчёт	Обратная задача — определение площади нового аппарата по заданным Q и температурам.
Запас по мощности	Превышение фактической мощности над требуемой, обычно закладывают 5–20 %.

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: поверочный расчёт теплообменника, проверка аппарата, запас, ε-NTU, выходные температуры