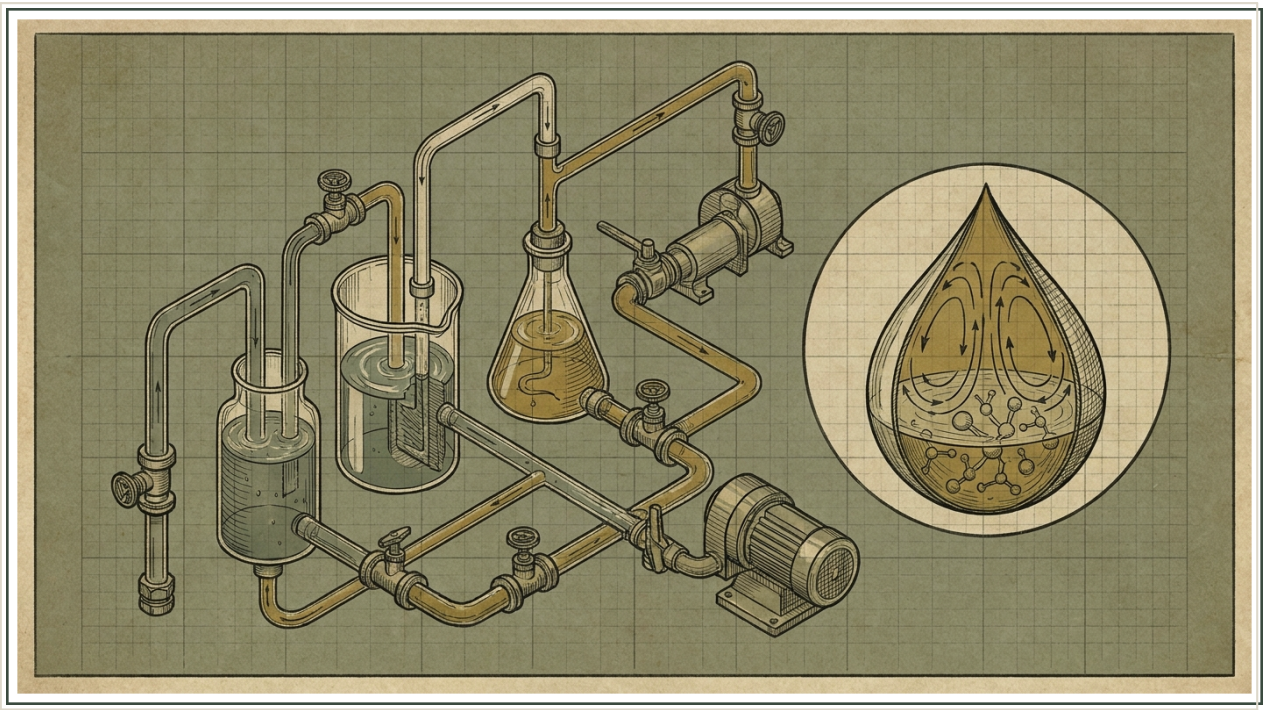
Теплоёмкость воды: таблица по температуре

справочные таблицы · теплофизика

Удельная теплоёмкость воды по температуре в таблице 0–100 °C, какое значение брать в расчётах отопления, ГВС и холода, тепловой баланс на примере.



Теплоёмкость воды по температуре — базовое число теплового баланса

4187 Дж/(кг·K) — число, которое инженер-теплотехник помнит как таблицу умножения. Это удельная теплоёмкость воды около комнатной температуры, и именно она стоит в формуле теплового баланса Q = G·c·Δt почти всех расчётов отопления, ГВС и охлаждения. Но «4187» — это точка, а не константа: теплоёмкость воды слегка плавает с температурой, проходя минимум около 30–40 °C и вырастая к кипению. Для инженерных расчётов её берут постоянной, и здесь — точные значения, чтобы знать, какое число подставлять и где погрешность допущения перестаёт быть безобидной.

Коротко

Для воды в диапазоне 0–100 °C удельная теплоёмкость лежит в узком коридоре 4180–4220 Дж/(кг·K). В большинстве расчётов берут 4187 (или округлённо 4,19 кДж/(кг·K)) и не ошибаются больше чем на ~0,5 %.

1. Удельная теплоёмкость воды по температуре

Значения для воды при атмосферном давлении. Обратите внимание на минимум около 35 °C — вода здесь «легче всего» нагревается, дальше теплоёмкость снова растёт.

Температура, °C	Ср, Дж/(кг·K)	Ср, кДж/(кг·K)	Плотность, кг/м³
0	4217	4,217	999,8
10	4192	4,192	999,7
20	4182	4,182	998,2

Температура, °C	Ср, Дж/(кг·K)	Ср, кДж/(кг·K)	Плотность, кг/м³
30	4178	4,178	995,6
40	4179	4,179	992,2
50	4181	4,181	988,0
60	4185	4,185	983,2
70	4190	4,190	977,8
80	4197	4,197	971,8
90	4205	4,205	965,3
100	4216	4,216	958,4

2. Какое значение брать в расчёте

Для инженерной практики теплоёмкость воды принимают постоянной по всему диапазону задачи. Ниже — устоявшиеся значения по типам расчётов; разница между ними меньше погрешности исходных данных.

Задача	Диапазон t	c, Дж/(кг·K)
Отопление, теплосети	40–90 °C	4190
ГВС	5–60 °C	4187
Холодоснабжение, чиллеры	5–15 °C	4190
Универсальное округление	0–100 °C	4187

Частая ошибка

Подставлять теплоёмкость воды в расчёт гликолевого или солевого раствора. У ПГ-40 это ≈ 3640, у ЭГ-40 ≈ 3480, у раствора хлорида кальция ещё ниже. Забыл поправку — занизил расход, недобрал теплообменник и насос.

3. Пример расчёта: тепловой баланс воды

Дано: греющая вода остывает на Δt = 25 °C, расход G = 2,86 кг/с, теплоёмкость c = 4187 Дж/(кг·K). Рассчитаем переносимую тепловую мощность.

```
Q = G · c · Δt = 2,86 · 4187 · 25 ≈ 299400 Вт ≈ 300 кВт
```

G = 2,86 кг/с — расход; c = 4187 Дж/(кг·K); Δt = 25 °C

Подставляем значения и получаем 300 кВт. Та же формула решается и в обратную сторону — из известной нагрузки и перепада находят расход, по которому подбирают насос и сечение трубопроводов. Отсюда объёмный расход получают делением массового на плотность при рабочей температуре:

```
G_об = G / ρ = 2,86 / 977,8 ≈ 0,00293 м³/с ≈ 10,5 м³/ч
```

ρ = 977,8 кг/м³ — плотность воды при 70 °C

Если по тому же контуру пустить не воду, а раствор гликоля, в формулу подставляют его теплоёмкость — и расход при той же мощности вырастает на 15–20 %. Поэтому «водяное» число 4187 нельзя механически переносить на растворы: см. таблицу теплоёмкости сред этого раздела.

4. Частые вопросы

Чему равна удельная теплоёмкость воды?

Около 4187 Дж/(кг·K) при 20 °C, или 4,19 кДж/(кг·K). По диапазону 0–100 °C она меняется в пределах 4180–4220, поэтому в инженерных расчётах её обычно принимают постоянной.

Почему теплоёмкость воды имеет минимум?
Из-за особой структуры водородных связей: около 35 °C они перестраиваются так, что на нагрев уходит чуть меньше энергии. Эффект мал (доли процента) и на практике им пренебрегают.

Как теплоёмкость зависит от давления?
Для жидкой воды в диапазоне давлений систем отопления и ГВС зависимость ничтожна. Заметной она становится лишь у пара и вблизи критической точки, что к обычным расчётам не относится.

5. Глоссарий

Термин	Определение
Удельная теплоёмкость	Тепло, нужное на нагрев 1 кг вещества на 1 K; для воды ≈ 4187 Дж/(кг·K).
Тепловой баланс	Уравнение Q = G·c·Δt, связывающее мощность, расход, теплоёмкость и перепад температур.
Объёмный расход	Расход в м³/ч; получают делением массового расхода на плотность при рабочей температуре.

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: теплоёмкость воды, таблица, температура, Ср, тепловой баланс, 4187