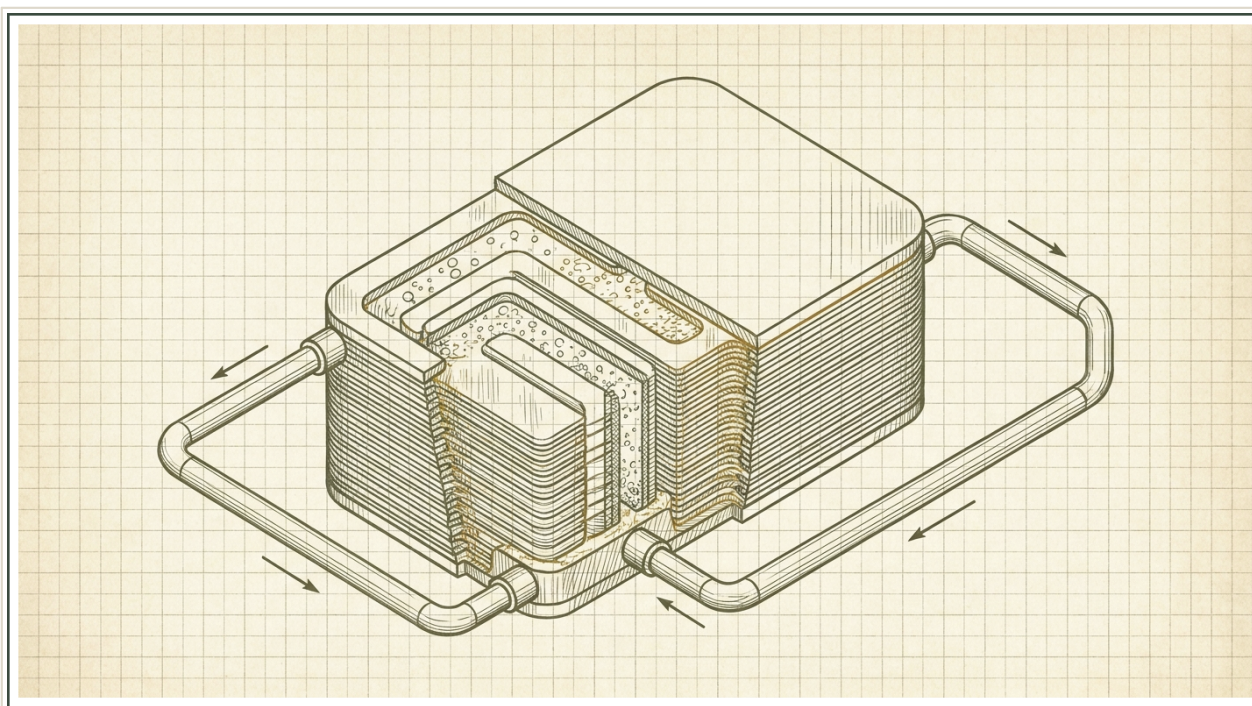


Драйкулер и градирня: принцип и расчёт нагрузки

теория теплообмена · формулы и вывод

Драйкулер охлаждает воду наружным воздухом через оребрённые трубки с подходом 5–10 °С к температуре воздуха; мокрая градирня опускается до мокрого термометра — на 8–12 °С ниже сухой.



Сухая градирня (драйкулер) и мокрая градирня: два принципа сброса тепла в атмосферу

Когда нужно сбросить тепло в атмосферу, выбор идёт между двумя аппаратами: сухой градирней (драйкулером) и мокрой (испарительной) градирней. Оба охлаждают воду наружным воздухом, но по-разному и с разным пределом. Разберём принцип каждого, чем ограничена их холодопроизводительность и как прикинуть нагрузку.

Коротко

Драйкулер (сухая градирня) охлаждает воду через оребрённые трубки воздухом — предел это температура воздуха. Мокрая градирня охлаждает испарением части воды — предел это температура мокрого термометра, она ниже. Отсюда разная эффективность.

1. Драйкулер: сухое охлаждение

Это большой оребрённый теплообменник вода-воздух с вентиляторами. Вода идёт по трубкам, воздух продувается через рёбра. Контакта воды с воздухом нет — отсюда «сухой». Простой, не требует водоподготовки и продувки, не парит. Но охладить воду ниже температуры наружного воздуха он физически не может, а на практике держит подход 5–10 °С к ней.

$Q = G_{\text{воды}} \cdot c \cdot (t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})$ и $t_{\text{вых}} > t_{\text{воздуха}} + (5 \dots 10) \text{ } ^\circ\text{C}$
нагрузка драйкулера ограничена температурой наружного воздуха

2. Мокрая градирня: испарительное охлаждение

Здесь вода стекает по насадке, а встречный воздух часть её испаряет. На испарение уходит скрытая теплота (~2200 кДж/кг) — и это охлаждает оставшуюся воду. Предел — температура мокрого термометра, которая в жару может быть на 8–12 °С ниже сухой. Поэтому мокрая градирня охлаждает глубже драйкулера, но теряет воду на испарение и требует водоподготовки.

Параметр	Драйкулер (сухая)	Мокрая градирня
Принцип	Продув воздухом через рёбра	Испарение части воды
Предел охлаждения	Темп. сухого воздуха	Темп. мокрого термометра (ниже)
Потери воды	Нет	Испарение + продувка + унос
Водоподготовка	Не нужна	Нужна (накипь, биообрастание)
Замерзание зимой	Риск (нужен гликоль)	Меньше (можно слить)
Габарит на кВт	Крупнее	Компактнее

3. Прикидка нагрузки и подхода

Тепловую нагрузку берут из отводимого тепла (например, от конденсаторов чиллера). Дальше — ключевой момент: задают температуру охлаждённой воды с реальным подходом к воздуху. Для драйкулера в жару +35 °С нельзя ждать воду холоднее ~40–45 °С. Занизите подход — аппарат окажется бесконечно большим. Для мокрой градирни отсчёт идёт от мокрого термометра, поэтому вода может быть холоднее сухого воздуха.

Частая ошибка

Проектировать драйкулер на температуру воды ниже расчётной температуры наружного воздуха. Это физически невозможно — сухая градирня не опускается ниже температуры воздуха. Нужна такая температура — только мокрая градирня или чиллер.

4. Что выбрать

- Нет доступа к воде / нельзя парить / боремся с накипью → драйкулер.
- Нужна вода холоднее наружного воздуха → мокрая градирня.
- Жаркий сухой климат, важна глубина охлаждения → мокрая градирня (низкий мокрый термометр).
- Зимняя эксплуатация без слива → драйкулер на гликоле.

5. Пример расчёта нагрузки драйкулера

Пусть нужно охладить $G = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды с 45 до 40 °С (перепад $\Delta t = 5 \text{ °С}$). Мощность $Q = G \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t$. Отсюда получаем тепловую нагрузку (см. таблицу ниже); при воздухе +35 °С подход к воде 5 °С реалистичен, ниже температуры воздуха драйкулер не опустит.

$$Q = (G \cdot \rho / 3600) \cdot c \cdot \Delta t = (20 \cdot 1000 / 3600) \cdot 4190 \cdot 5 \approx 116000 \text{ Вт} \approx 116 \text{ кВт}$$

$\Delta t = 5 \text{ °С}$ — перепад на воде; предел $t_{\text{воды}}$ ограничен температурой наружного воздуха

Величина	Значение	Ед.
Расход воды G	20	м³/ч
Перепад Δt	5	°С
с воды	4190	Дж/(кг·К)
Мощность Q	116	кВт

Величина	Значение	Ед.
Подход к воздуху	5-10	°C
Выигрыш мокрой градирни	8-12	°C

6. Частые вопросы

Чем драйкулер отличается от градирни?

Драйкулер (сухая градирня) охлаждает воду воздухом через рёбра без контакта — предел это температура воздуха. Мокрая градирня охлаждает испарением части воды и может опуститься ниже температуры сухого воздуха, до мокрого термометра.

Почему драйкулер не охладит воду ниже температуры воздуха?

Он передаёт тепло воздуху через стенку — движущая сила это разность температур воды и воздуха. Когда они сравниваются, теплообмен прекращается. Практический подход — 5-10 °C к воздуху.

Когда нужна мокрая градирня, а не драйкулер?

Когда требуется вода холоднее наружного воздуха. Испарение опускает предел до мокрого термометра, который в жару заметно ниже сухого. Цена — потери воды и водоподготовка.

7. Глоссарий

Термин	Определение
Драйкулер	Сухая градирня: оребрённый теплообменник вода-воздух с вентиляторами, без контакта сред.
Температура мокрого термометра	Предел испарительного охлаждения; ниже температуры сухого воздуха.
Подход (approach)	Разность температур охлаждённой воды и предельной температуры среды охлаждения.



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: драйкулер, градирня, сухая градирня, испарительное охлаждение, мокрый термометр, расчёт нагрузки