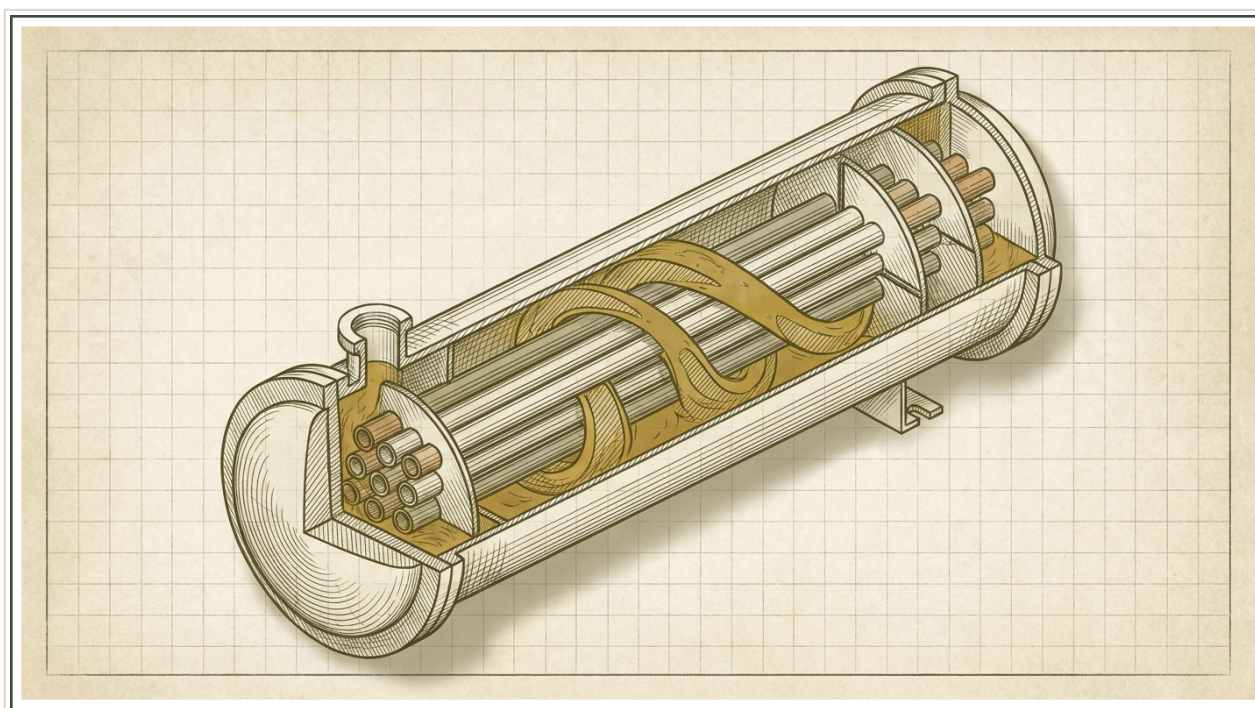


Теплофизические свойства масел в теплообмене

справочные таблицы · теплофизика

Теплофизические свойства масел — теплоёмкость, теплопроводность, вязкость по температуре, почему маслоохладитель крупнее водяного и как считать масляный теплообменник.



Масло в теплообмене: низкая теплопроводность и высокая вязкость диктуют запас площади

Масло в теплообменнике встречается в двух ролях: как охлаждаемая среда (маслоохладители гидравлики, компрессоров, редукторов, трансформаторов) и как высокотемпературный теплоноситель там, где вода потребовала бы огромного давления. У масла своя теплофизика, и она неудобна: низкая теплопроводность, скромная теплоёмкость и высокая, круто зависящая от температуры вязкость. Всё это делает масляный теплообменник «тяжёлым» — с большим запасом площади. Здесь — свойства типовых масел и то, как их правильно закладывать в расчёт.

Коротко

У масла теплоёмкость вдвое ниже водяной ($\approx 1900\text{--}2100$ против $4187 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$), а теплопроводность в 4–5 раз ниже ($\approx 0,13$ против $0,60$). Отсюда низкий коэффициент теплоотдачи и большая площадь маслоохладителя относительно водяного аппарата той же мощности.

1. Свойства типовых масел

Ориентировочные значения при 40°C — стандартной температуре, при которой нормируют вязкость масел. Конкретные марки отличаются, но порядок величин показателен.

Масло	Плотн., $\text{кг}/\text{м}^3$	Ср, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	λ , $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	Вязк. при 40°C , $\text{мм}^2/\text{с}$
Минеральное индустриальное И-20	880	1950	0,130	20

Масло	Плотн., кг/м³	Ср, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	Вязк. при 40 °С, мм²/с
Гидравлическое HLP 46	875	1950	0,132	46
Трансформаторное	880	1860	0,125	9
Турбинное ТП-22	885	1970	0,128	22
Термомасло (теплоноситель)	840	2200	0,115	30

2. Как свойства масла плывут с температурой

Теплоёмкость масла заметно растёт с нагревом, теплопроводность слегка падает, а вязкость обваливается на порядки — именно она делает холодное масло почти неперекачиваемым.

t, °С	Ср, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	Вязкость, мм²/с
20	1900	0,133	110
40	1950	0,130	46
60	2010	0,127	23
80	2070	0,124	13
100	2130	0,121	8

Частая ошибка

Проектировать маслоохладитель по вязкости масла на рабочей горячей температуре, забыв про холодный пуск. При 20 °С вязкость того же масла в разы выше, поток уходит в глубокую ламинарность, теплоотдача и прокачка проваливаются. Пусковой режим считают отдельно.

3. Особенности расчёта масляного аппарата

Массовый расход масла из теплового баланса — как обычно, но с «масляной» теплоёмкостью:

$$G = Q / (c \cdot \Delta t) = 100000 / (2010 \cdot 20) \approx 2,49 \text{ кг/с}$$

маслоохладитель Q = 100 кВт, c ≈ 2010 Дж/(кг·К) при 60 °С, Δt = 20 °С

Низкая теплопроводность и высокая вязкость дают со стороны масла очень скромный коэффициент теплоотдачи — часто именно масляная сторона лимитирует весь аппарат. Поэтому маслоохладители делают с развитой поверхностью и закладывают повышенный запас площади. В пластинчатых аппаратах под масло выбирают профиль пластин с усиленной турбулизацией.

Параметр	Вода	Масло
Теплоёмкость, Дж/(кг·К)	4187	~2000
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,60	~0,13
Коэфф. теплоотдачи α	высокий	низкий (лимитирует)
Запас площади	10–20 %	30–60 %

4. Частые вопросы

Почему маслоохладитель больше водяного той же мощности?

У масла вдвое ниже теплоёмкость и в 4–5 раз ниже теплопроводность, плюс высокая вязкость. Коэффициент теплоотдачи со стороны масла мал и лимитирует аппарат, поэтому площадь приходится увеличивать в разы.

Какую теплоёмкость масла брать в расчёте?

Порядка 1900–2100 Дж/(кг·К), уточняя по рабочей температуре: с нагревом она растёт. Для оценки часто принимают 2000 Дж/(кг·К). Точное значение — из паспорта конкретной марки масла.

Почему важен холодный пуск маслоохладителя?

Вязкость масла при 20 °С в разы выше, чем при рабочих 60–80 °С. На пуске поток глубоко ламинарный, теплоотдача и прокачиваемость минимальны — насос и аппарат проверяют именно на этот режим.

5. Глоссарий

Термин	Определение
Маслоохладитель	Теплообменник, снимающий тепло с масла гидравлики, компрессоров, трансформаторов; лимитируется масляной стороной.
Термомасло	Высокотемпературный жидкий теплоноситель, работающий без давления там, где вода потребовала бы паровых параметров.
Индекс вязкости	Показатель того, насколько слабо вязкость масла меняется с температурой; выше индекс — стабильнее масло.



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: свойства масла, маслоохладитель, теплоёмкость, вязкость, теплопроводность, термомасло