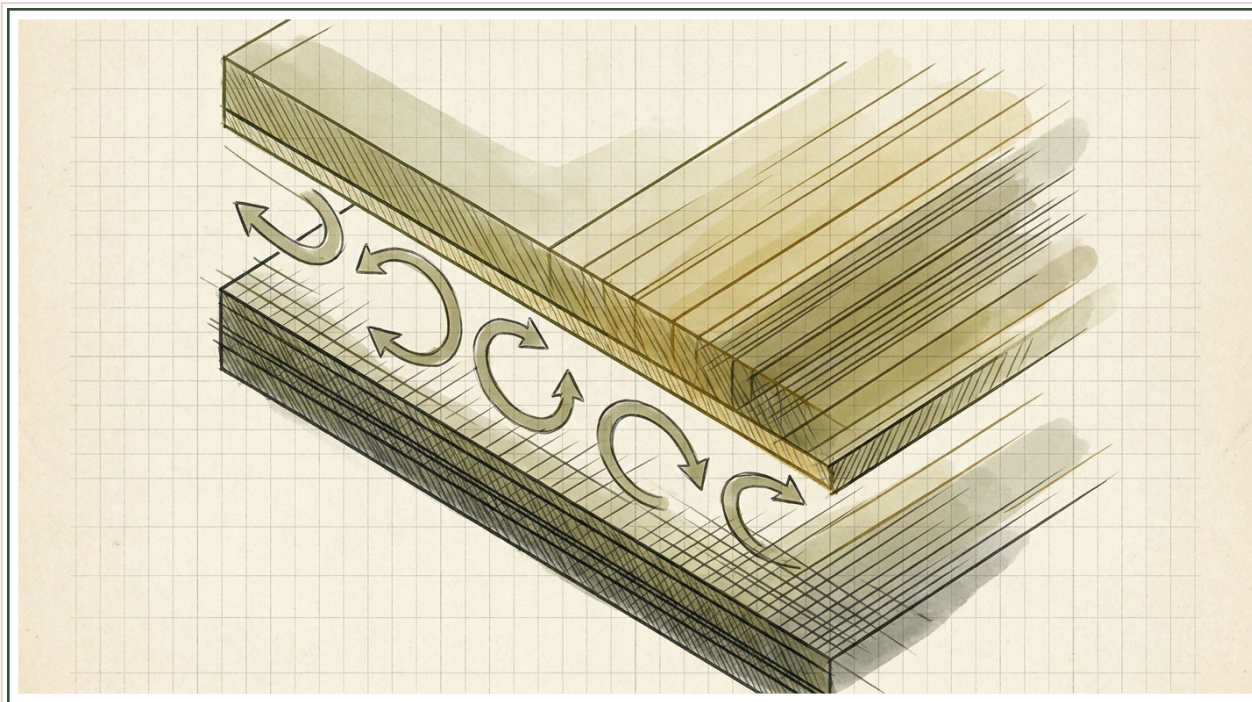


Закон Ньютона-Рихмана в теплообмене

теория теплообмена · формулы и вывод

Закон Ньютона-Рихмана $Q = \alpha F \Delta t$: смысл, плотность теплового потока, связь с числом Нуссельта и аналогия термического сопротивления с законом Ома.



Теплоотдача по закону Ньютона-Рихмана: поток пропорционален напору поверхность-среда

Закон Ньютона-Рихмана описывает теплоотдачу — обмен теплом между поверхностью и омывающей её средой. Формулировка обманчиво проста: тепловой поток пропорционален разности температур поверхности и среды. Вся сложность спрятана в коэффициенте пропорциональности α , который зависит от режима течения, свойств среды и геометрии. Этот закон — фундамент, на котором стоят и число Нуссельта, и коэффициент теплопередачи.

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}})$$

Q — тепловой поток, Вт; α — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); F — площадь, м²; $t_{\text{ст}}$ — температура стенки; $t_{\text{ж}}$ — температура среды

Важно

Закон Ньютона-Рихмана — определение теплоотдачи, а не физический механизм. Он не объясняет, почему α такое, а лишь вводит его. Механизм (вихри, пограничный слой) прячется внутри α и раскрывается через критериальные уравнения.

1. Плотность теплового потока

Часто закон записывают на единицу площади — так удобнее сравнивать интенсивность:

$$q = Q/F = \alpha \cdot (t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}}) = \alpha \cdot \Delta t$$

q — плотность теплового потока, Вт/м²

2. Связь с числом Нуссельта

Закон вводит α , а критериальные уравнения дают способ его вычислить через безразмерное Nu :

$$Nu = \alpha \cdot d / \lambda \rightarrow \alpha = Nu \cdot \lambda / d$$

так теплоотдача связывается с режимом течения и свойствами среды

Именно поэтому закон Ньютона-Рихмана и число Нуссельта всегда идут в паре: первый определяет α , второе позволяет его посчитать.

3. Аналогия сопротивления

Закон удобно читать по аналогии с законом Ома. Тепловой поток — «ток», напор Δt — «напряжение», а величина $1/(\alpha F)$ — «сопротивление» теплоотдаче:

$$Q = \Delta t / R_T, R_T = 1/(\alpha \cdot F)$$

R_T — термическое сопротивление теплоотдачи, К/Вт

Эта аналогия делает наглядной сборку коэффициента теплопередачи: сопротивления двух теплоотдач и стенки складываются последовательно, как резисторы.

4. Пример

Стенка 70 °С омывается водой 45 °С, $\alpha = 4000$ Вт/(м²·К), площадь 2 м²:

$$Q = 4000 \cdot 2 \cdot (70 - 45) = 200000 \text{ Вт} = 200 \text{ кВт}$$

тепловой поток с поверхности в воду

5. Где закон в расчёте теплообменника

- Определяет α — половину каждого слагаемого в коэффициенте k .
- Даёт язык «термических сопротивлений» для сборки k .
- Лежит в основе вывода уравнения теплопередачи $Q=kF\Delta t$.

6. Частые вопросы

Чем закон Ньютона-Рихмана отличается от закона Фурье?

Фурье описывает теплопроводность ВНУТРИ тела (поток пропорционален градиенту температуры). Ньютон-Рихман — теплоотдачу НА ГРАНИЦЕ тела и среды (поток пропорционален разности температур).

Постоянен ли коэффициент α ?

Нет. α зависит от скорости, температуры, свойств среды и режима течения. В законе он считается локально постоянным, но по аппарату может меняться, поэтому берут средние значения.

Почему закон называют законом теплоотдачи, а не теплопередачи?

Теплоотдача — обмен теплом между поверхностью и ОДНОЙ средой. Теплопередача — сквозной перенос через стенку между ДВУМЯ средами. Закон Ньютона-Рихмана про первое.

7. Глоссарий

Термин	Определение
Закон Ньютона-Рихмана	$Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t$ — тепловой поток теплоотдачи пропорционален разности температур поверхности и среды.
Теплоотдача	Теплообмен между твёрдой поверхностью и омывающей её жидкостью или газом.

Термин	Определение
Термическое сопротивление теплоотдачи	$R_{\text{т}} = 1/(\alpha F)$, К/Вт — «сопротивление» потоку тепла у поверхности.

**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: закон Ньютона Рихмана, теплоотдача, коэффициент альфа, плотность теплового потока, термическое сопротивление