

Коэффициент полезного действия тепловых двигателей

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ



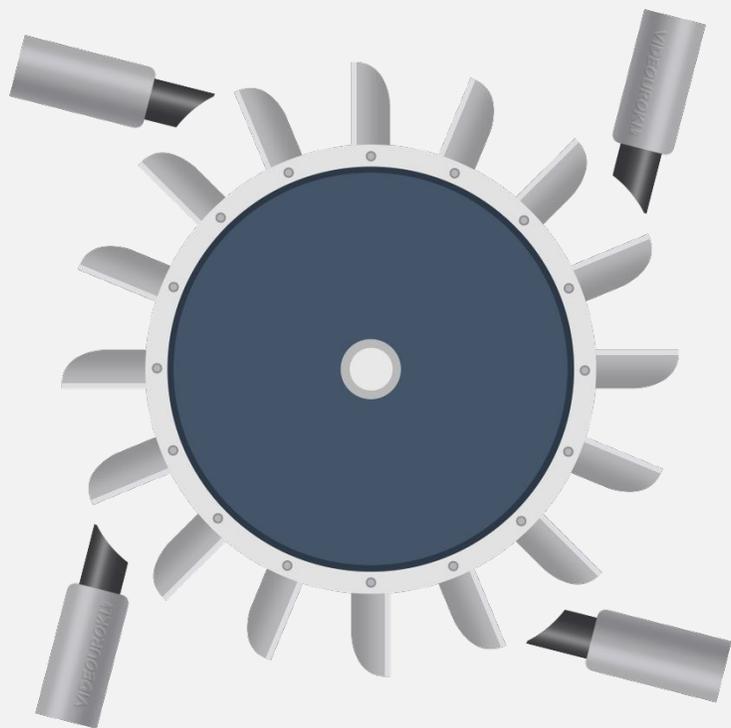
Сегодня мы:

- 1 узнаем, что такое коэффициент полезного действия тепловой машины;
- 2 научимся рассчитывать коэффициент полезного действия тепловых машин.

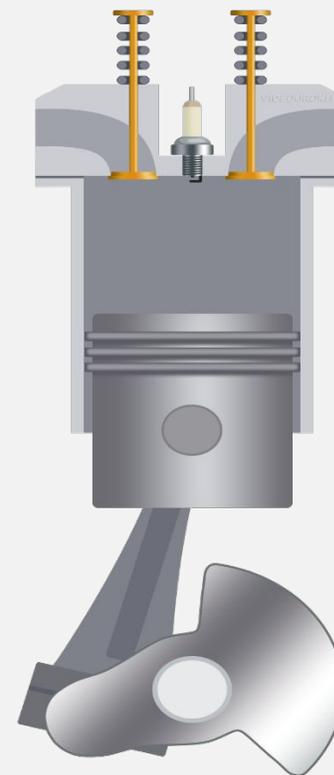


Тепловые машины

Паровая турбина — тепловой двигатель, в котором энергия пара преобразуется в механическую работу.



Двигатель внутреннего сгорания — двигатель, в котором топливо сгорает непосредственно в рабочей камере.



Работа,
совершенная
двигателем:



Саді Карно
1796–1832



Коэффициент полезного действия

Коэффициент полезного действия (КПД) — это отношение полезной работы, совершённой двигателем, к энергии, полученной от нагревателя.



Садик Карно
1796–1832



$\eta \approx$
1%



Первый паровой автомобиль

Н. Кюньо
1725–1804

$\eta \approx 20-40\%$



Ф. Порше
1875–1951

Коэффициент полезного действия

Коэффициент полезного действия (КПД) — это отношение полезной работы, совершённой двигателем, к энергии, полученной от нагревателя.



Садик Карно
1796–1832

Задача 1. Определите полезную работу теплового двигателя, КПД которого равен 45%, если он получает от нагревателя 800 кДж теплоты.

ДАНО

СИ

РЕШЕНИЕ

Коэффициент полезного действия:

Полезная работа двигателя:

ОТВЕТ: $A_{\text{п}} = 360$ кДж.



Задача 2. В топке котла паровой турбины расходуется 350 г дизельного топлива на 1 кВт · ч энергии. Вычислите КПД турбины.

ДАНО

СИ

РЕШЕНИЕ

Киловатт-час равен количеству энергии, производимой устройством мощностью один киловатт в течение одного часа.
 Коэффициент полезного действия.

Количество теплоты, полученное от нагревателя:

Антрацит	$3,0 \cdot 10^7$
----------	------------------

Бензин	$4,6 \cdot 10^7$
--------	------------------

Полезная мощность:

Бурый уголь	$0,9 \cdot 10^7$
-------------	------------------

Водород	$12 \cdot 10^7$
---------	-----------------

Следовательно,

Дизельное топливо	$4,2 \cdot 10^7$
-------------------	------------------

Дрова сухие	$1,0 \cdot 10^7$
-------------	------------------

Каменный уголь	$2,7 \cdot 10^7$
----------------	------------------

Природный газ	$4,4 \cdot 10^7$
---------------	------------------

ОТВЕТ: $\eta = 24,5\%$.

Задача 3. Мотоциклист преодолел путь между городами за 1 ч. При этом двигатель развивал среднюю мощность 110 кВт при КПД в 35%. Сколько литров топлива было израсходовано, если плотность бензина равна 710 кг/м^3 , а его удельная теплота сгорания 47 МДж/кг ?

ДАНО

СИ

РЕШЕНИЕ

Коэффициент полезного действия:

Количество теплоты, выделившееся при сгорании бензина:

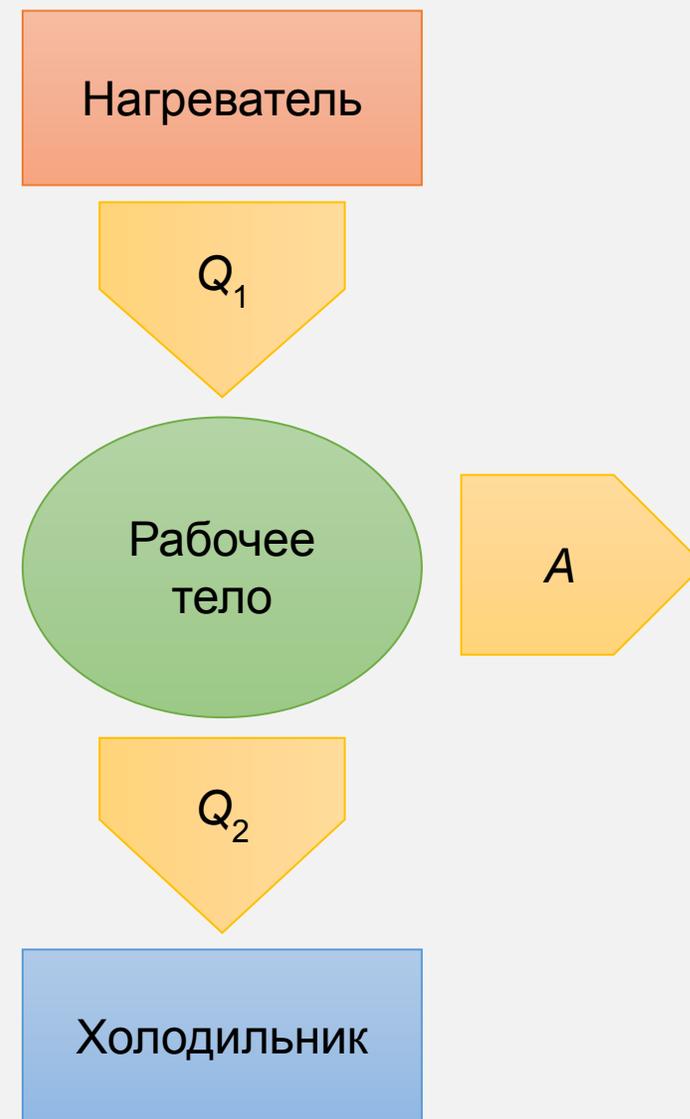
Масса бензина:

Мощность двигателя:

ОТВЕТ: $V = 34 \text{ л.}$



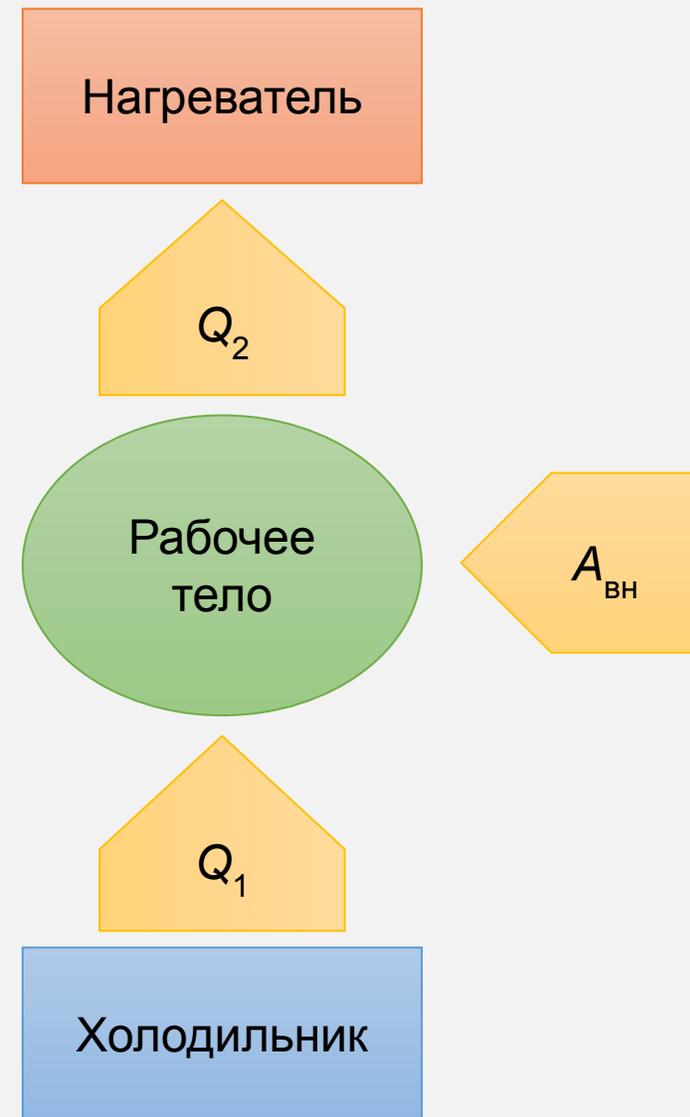
Работа,
совершенная
двигателем:



Садн Карно
1796–1832

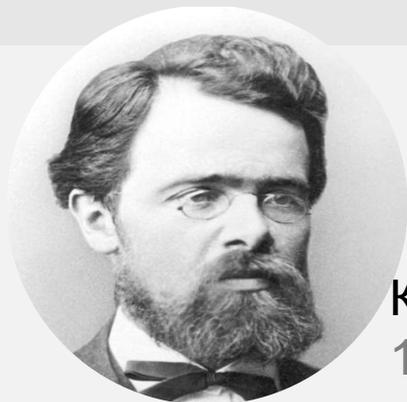


К. Линде
1842–1934



Коэффициент полезного действия

Холодильные машины и установки предназначены для искусственного снижения и поддержания пониженной температуры ниже температуры окружающей среды.



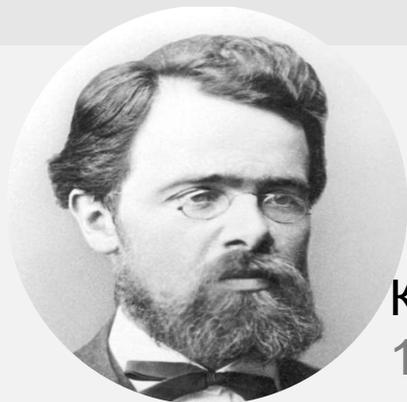
К. Линде
1842–1934



Первый холодильник Linde

Коэффициент полезного действия

Холодильные машины и установки предназначены для искусственного снижения и поддержания пониженной температуры ниже температуры окружающей среды.



К. Линде
1842–1934



Современный холодильник

Главные выводы

Коэффициент полезного действия

Коэффициент полезного действия (КПД) — это отношение полезной работы, совершённой двигателем, к энергии, полученной от нагревателя.



Сади Карно
1796–1832

$$A_{\text{п}} = Q_1 - Q_2$$

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_1} \cdot 100\%$$

$$\eta < 100\%$$

Задача 3. Мотоциклист преодолел путь между городами за 1 ч. При этом двигатель развивал среднюю мощность 110 кВт при КПД в 35%. Сколько литров топлива было израсходовано, если плотность бензина равна 710 кг/м³, а его удельная теплота сгорания 47 МДж/кг?

ДАНО

$$t = 1 \text{ ч}$$

$$N_{\text{ср}} = 110 \text{ кВт}$$

$$\eta = 35\%$$

$$\rho = 710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$q = 47 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$$

$$V = ?$$

СИ

$$3600 \text{ с}$$

$$1,1 \cdot 10^5 \text{ Вт}$$

$$0,35$$

$$4,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

РЕШЕНИЕ

$$\text{Коэффициент полезного действия: } \eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_1} = \frac{N_{\text{п}} t}{q \rho V} \Rightarrow V = \frac{N_{\text{п}} t}{q \rho \eta}$$

Количество теплоты, выделившееся при сгорании бензина:
 $Q_1 = qm = q \rho V$.

Масса бензина: $m = \rho V$.

$$\text{Мощность двигателя: } N_{\text{п}} = \frac{A_{\text{п}}}{t} \Rightarrow A_{\text{п}} = N_{\text{п}} t.$$

$$V = \frac{1,1 \cdot 10^5 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с}}{4,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,35} = \frac{3,96 \cdot 10^8 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot \text{с}}{1167,95 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}} \approx 34 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

ОТВЕТ: $V = 34 \text{ л}$.

Задача 2. В топке котла паровой турбины расходуется 350 г дизельного топлива на 1 кВт · ч энергии. Вычислите КПД турбины.

ДАНО

$$m = 350 \text{ г}$$

$$t = 1 \text{ ч}$$

$$N_{\text{п}} = 1 \text{ кВт}$$

$$q = 4,2 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\eta = ?$$

СИ

$$0,35 \text{ кг}$$

$$3600 \text{ с}$$

$$10^3 \text{ Вт}$$

РЕШЕНИЕ

$$\text{Коэффициент полезного действия: } \eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_1} \cdot 100\%.$$

Количество теплоты, полученное от нагревателя: $Q_1 = qm$.

$$\text{Полезная мощность: } N_{\text{п}} = \frac{A_{\text{п}}}{t} \Rightarrow A_{\text{п}} = N_{\text{п}} t.$$

$$\text{Следовательно, } \eta = \frac{N_{\text{п}} t}{qm} \cdot 100\%.$$

$$\eta = \frac{10^3 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с}}{4,2 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,35 \text{ кг}} \cdot 100\% = \frac{3,6 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot \text{с}}{14,7 \cdot 10^6 \text{ Дж}} \cdot 100\% \approx 24,5\%.$$

ОТВЕТ: $\eta = 24,5\%$.

Коэффициент полезного действия

Холодильные машины и установки предназначены для искусственного снижения и поддержания пониженной температуры ниже температуры окружающей среды.



К. Линде
1842–1934



Первый холодильник Linde