

Тема урока: Коэффициент полезного действия.

КПД пищевых котлов и огневых аппаратов.

На предыдущем уроке вы познакомились с тепловыми двигателями, узнали, какие они бывают, познакомились с принципом работы. На уроках «Оборудования» познакомились с варочными котлами, принципом их работы. Сегодня мы изучим КПД пищевых котлов.

Ход урока.

КПД замкнутого цикла. Для непрерывного совершения механической работы термодинамический цикл должен быть замкнутым.

Замкнутый процесс (цикл) — совокупность термодинамических процессов, в результате которых система возвращается в исходное состояние.

Замкнутые (круговые) процессы используются при работе всех тепловых машин: двигателей внутреннего сгорания, паровых и газовых турбин, холодильных машин. Для оценки эффективности преобразования внутренней энергии газа в механическую работу, совершаемую за цикл, вводится **коэффициент полезного действия.**

Коэффициент полезного действия теплового двигателя (КПД) — отношение работы, совершаемой двигателем за цикл, к количеству теплоты, полученному от нагревателя: $\eta = \frac{A}{Q_1}$.

В циклическом тепловом двигателе нельзя преобразовать в механическую работу все количество теплоты Q_1 , получаемое от нагревателя. Некоторое количество теплоты $|Q_2|$ отдается холодильнику, поэтому работа, совершаемая двигателем за цикл, не может быть больше $A = Q_1 - |Q_2|$.

Учитывая полученное равенство, выражение для КПД можно записать в виде $\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$. Используя данное соотношение, можно найти максимальное значение КПД тепловых двигателей, соответствующее циклу Карно.

Коэффициент полезного действия теплового двигателя всегда меньше единицы.

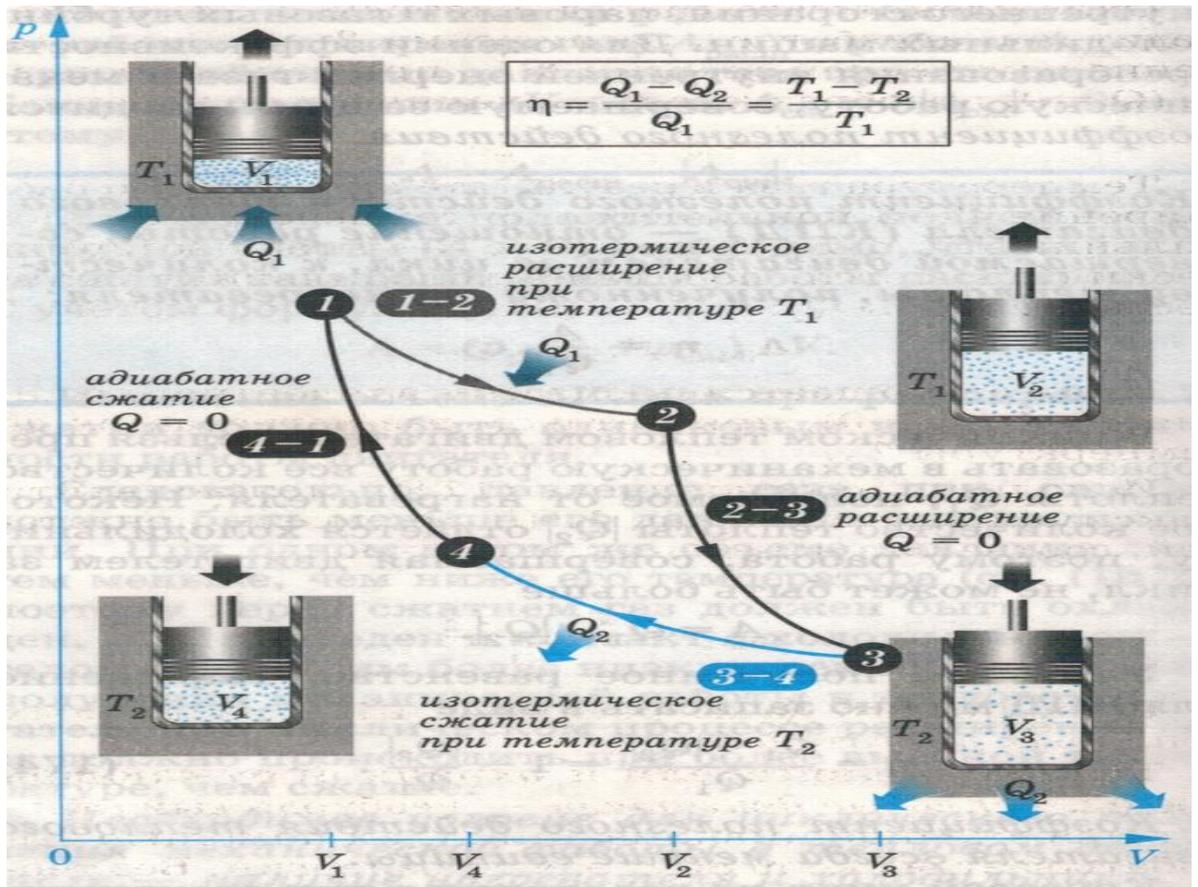
Круговой цикл не реализуется при отсутствии холодильника, т. е. при $Q_2 = 0$.

Цикл Карно.

Французский инженер **Сади Карно**, выясняя, при каком замкнутом процессе тепловой двигатель будет иметь максимальный КПД, предложил использовать цикл, состоящий из двух изотермических и двух адиабатных

процессов. Выбор именно этих процессов обусловлен тем, что работа газа при изотермическом расширении совершается за счет внутренней энергии нагревателя, а при адиабатном процессе за счет внутренней энергии расширяющегося газа. В этом цикле исключен контакт тел с разной температурой, а значит, исключена теплопередача без совершения работы.

Цикл Карно — самый эффективный (из всех возможных) цикл, имеющий максимальный КПД.



Рассмотрим последовательно термодинамические процессы этого цикла (рис. 1). В процессе изотермического расширения (1—2) при температуре T_1 работа совершается за счет изменения внутренней энергии нагревателя, т. е. за счет подведения к газу количества теплоты Q_1 :

$$A_{12} = Q_1.$$

Охлаждение газа (перед сжатием 3—4) происходит при адиабатном расширении 2—3. Все изменение внутренней энергии ΔU_{23} при таком процессе ($Q = 0$) преобразуется в механическую работу:

$$A_{23} = -\Delta U_{23}.$$

Температура газа в результате адиабатного расширения 2—3 понижается до температуры холодильника $T_2 < T_1$. В процессе 3—4 газ изотермически сжимается, передавая холодильнику количество теплоты Q_2 :

$$A_{34} = A_{сж} = Q_2.$$

Цикл завершается процессом адиабатного сжатия 4—1 ($Q = 0$), при котором газ нагревается до температуры T_1 .

Формулы, для решения задач на КПД тепловых двигателей.

Название величины	Обозначение	Единица измерения	Формула
<i>Масса топлива</i>	<i>m</i>	кг	
<i>Удельная теплота сгорания топлива</i>	<i>q</i>	Дж/кг	
<i>Полезная работа</i>	<i>A_n</i>	Дж	$A_n = \eta Q$
<i>Затраченная энергия</i>	<i>Q</i>	Дж	$Q = qm$
<i>КПД</i>	η	%	$\eta = \frac{A_n}{Q} 100\%$

ПРИМЕР.

ЗАДАЧА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ

2 литра воды при начальной температуре 20 °С закипают за 600 секунд. Сила тока, потребляемая электрическим водонагревателем, 6 Ампер. Напряжение в электрической сети 230 Вольт. Удельная теплоемкость воды равна 4.182×10^3 Дж/(кг×°С) при 20 °С.

Определить коэффициент полезного действия водонагревателя.

Дано: $m=2$ кг;
 $t^{\circ}_1=20$ °С;
 $t^{\circ}_2=100$ °С;
 $t=600$ с;
 $I=3$ А;
 $U=230$ В;
 $c=4.182 \times 10^3$ Дж/(кг×°С)

Найти: η — ?

Решение:

КПД электрического водонагревателя равен отношению полезно затраченной теплоты Q_1 к израсходованной Q :

$$\eta = \frac{Q_1}{Q}$$

Затраченная на нагревание воды полезная теплота равна:

$$Q_1 = c \times m \times (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

Вся израсходованная теплота $Q = U \times I \times t$. Тогда формула КПД примет вид

$$\eta = \frac{Q_1}{Q} = \frac{c \times m \times (t_2^\circ - t_1^\circ)}{U \times I \times t} = \frac{4.182 \times 10^3 \times 2 \times (100 - 20)}{230 \times 6 \times 600} = 0.8$$

$$\eta = 80\%$$

Домашнее задание: Оформить конспект. Решить задачу.

Объем рабочего бака электроводонагревателя равен - 80 л. Мощность нагревателя - 2 кВт. Вода в баке нагревается за 3 часа от температуры +12С до температуры +70С.

Определите КПД нагревателя. Ответ представьте в процентах, округлив до целого числа. Плотность воды =1000 кг/м³. Удельная теплоемкость воды $c=4200$ Дж/кг·0С.

Выполненное задание отправить Шиловой Н.Н. на электронную почту yflzibkjdf@yandex.ru