

## Тема 1.2. Основы термодинамики (3-е занятие)

1. Принцип действия тепловой машины.
2. КПД теплового двигателя.
3. Понятие о цикле Карно.

1. Человечеству нужны двигатели – устройства, способные совершать работу. Большая часть двигателей на Земле – это тепловые двигатели. Тепловые двигатели — это устройства, которые преобразуют тепловую энергию в механическую работу. Тепловая машина состоит из нагревателя, теплового двигателя и холодильника (рис. 1).

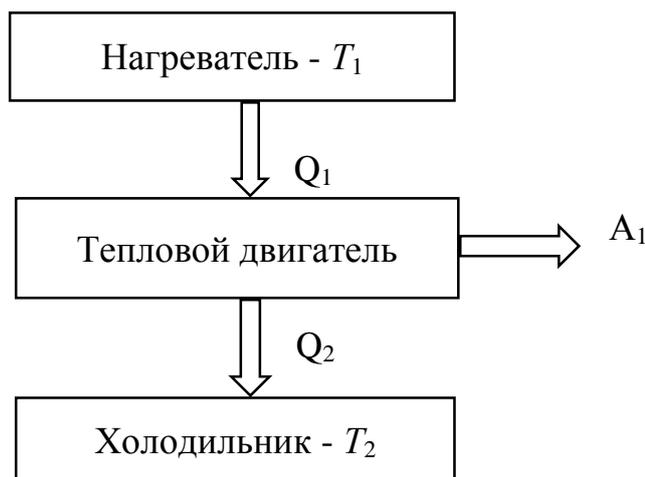


Рис. 1

Нагреватель нагревает рабочее тело (газ, пар) до температуры  $T_1$  и передает в виде теплоты  $Q_1$  на тепловой двигатель, где часть теплоты превращается в механическую работу  $A_1$ . Остальная часть теплоты  $Q_2$ , которая не превращалась в механическую работу, отдается в холодильник, температура которого  $T_2$ .

Для того чтобы двигатель работал непрерывно, необходимо рабочее тело вернуть в начальное состояние, при котором температура рабочего тела равна  $T_1$ . Отсюда следует, что работа двигателя происходит по периодически повторяющимся замкнутым процессам, или, как говорят, по циклу.

Цикл – это ряд процессов, в результате которых система возвращается в начальное состояние.

На практике роль нагревателя может выполнять паровой котел, роль теплового двигателя – паровая турбина, а роль холодильника – атмосфера.

2. Из принципа действия теплового двигателя видно, что не вся теплота превращается в механическую работу. Поэтому, чтобы оценить какая часть теплоты идет на совершение полезной работы, введено понятие “коэффициент полезного действия теплового двигателя”.

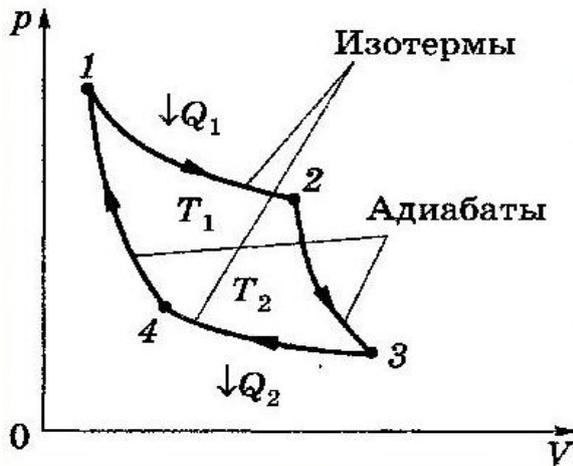
Коэффициентом полезного действия (КПД) теплового двигателя называют отношение работы  $A_1$ , совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученной от нагревателя  $Q_1$ :

$$\eta = A_1/Q_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = 1 - Q_2/Q_1.$$

Здесь видно, что всегда КПД тепловых двигателей  $\eta < 1$ .

3. Законы термодинамики позволяют вычислить максимально возможный КПД теплового двигателя, работающего с нагревателем, имеющим температуру  $T_1$ , и холодильником с температурой  $T_2$ , а также определить пути его повышения.

Впервые максимально возможный КПД теплового двигателя вычислил французский инженер и учёный Сади Карно. Он провел теоретический опыт идеальной тепловой машиной, работающей на идеальном газе. Идеальная тепловая машина Карно работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух адиабат (рис. 2). Из цикла Карно получена формула максимального значения КПД тепловых двигателей:



$$\eta_{\text{макс}} = (T_1 - T_2)/T_1.$$

Рис. 2

Вычисления показывают, что максимальное значение КПД идеальных тепловых двигателей может достигать до 62%. В реальных случаях максимальное значение КПД тепловых двигателей составляют около 40%. Значит, есть еще возможность для повышения КПД тепловых двигателей.

Контрольные вопросы:

1. Что такое тепловая машина и из каких частей состоит?
2. Какую функцию выполняет каждая часть тепловой машины?
3. Цикл - что это такое? Какая машина по циклу работает?
4. Что такое КПД теплового двигателя и формула КПД? КПД всегда какое значение имеет?
5. Что такое цикл Карно? Для чего поставлен опыт Карно и что получено?