

## 44 - Тепловой насос.

**Тепловой насос** – тепловая машина, работающая по обратному циклу.

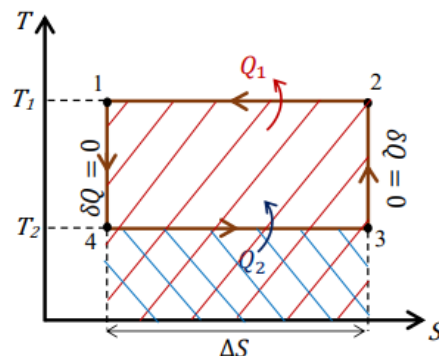
Любой обратимый процесс может быть проведен и в направлении, обратном привычному, при котором передача тепла происходит от горячего тела к холодному.

В этом случае рабочее тело никакой полезной работы совершать не будет, работу над ним будем совершать мы. Эта работа будет превращаться в теплоту так, что некоторое количества теплоты  $Q_2$ , будет забираться от холодильника, к этой теплоте добавляется за счёт работы эквивалентное количество теплоты и суммарное количество теплоты  $Q_1$  будет передано нагревателю.

$$Q_2 + A' = Q_1$$

Из графика видно, что площадь под горизонтальной прямой отвода тепла больше, чем площадь под горизонтальной прямой подвода тепла. Значит,  $A' = Q_1 - Q_2 > 0$ ,  $A = -A' < 0$ .

Чистый результат такого цикла состоит в том, чтобы холодильник, от которого отнимается тепло, ещё больше охлаждался, а нагреватель, которому отдаётся теплота, ещё больше нагревался.

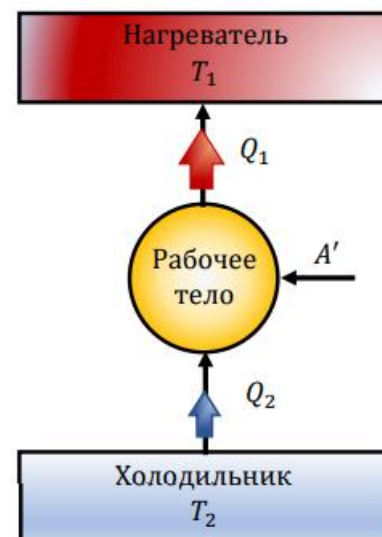


$$Q_2 = Q_{43} = \int_4^3 T dS = \int_4^3 T_2 dS = T_2 \int_4^3 dS = T_2 \Delta S -$$

теплота, отводимая от холодильника.

$$Q_1 = |Q_{21}| = \left| \int_2^1 T_1 dS \right| = T_1 \left| \int_2^1 dS \right| = T_1 \Delta S -$$

теплота, подводимая к нагревателю.



Если наиболее важным для нас является возможность теплового насоса в результате своей работы ещё больше понизить температуру холодильника, такой тепловой насос называется **холодильной машиной**.

**Коэффициент эффективности холодильной машины** – отношение тепла, отбираемого от холодильника, к работе, которую пришлось совершить над рабочим телом:

$$k_{\text{х.м.}} = \frac{Q_2}{A'} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

Если производить отбор тепла от холодильника и передачу его нагревателю при постоянных температурах, то в этом случае (как в цикле Карно) коэффициент эффективности холодильной машины не будет зависеть от её устройства и от используемого в ней рабочего тела:

$$k_{\text{х.м. Карно}} = \frac{T_2 \Delta S}{T_1 \Delta S - T_2 \Delta S} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

В других ситуациях тепловой насос, забирая тепло от менее нагретого тела, будет передавать его более нагретому, ещё больше повышая его температуру. Такая работа теплового насоса получила название режима **динамического отопления**, характеризующегося **коэффициентом динамического отопления**.

$$k_{\text{д.от.}} = \frac{Q_1}{A'} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2}$$

Когда динамическое отопление работает по обратному циклу Карно, его коэффициент зависит только от температур нагревателя и холодильника:

$$k_{\text{д.от. Карно}} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$