

ЭКСЭРГИЯ

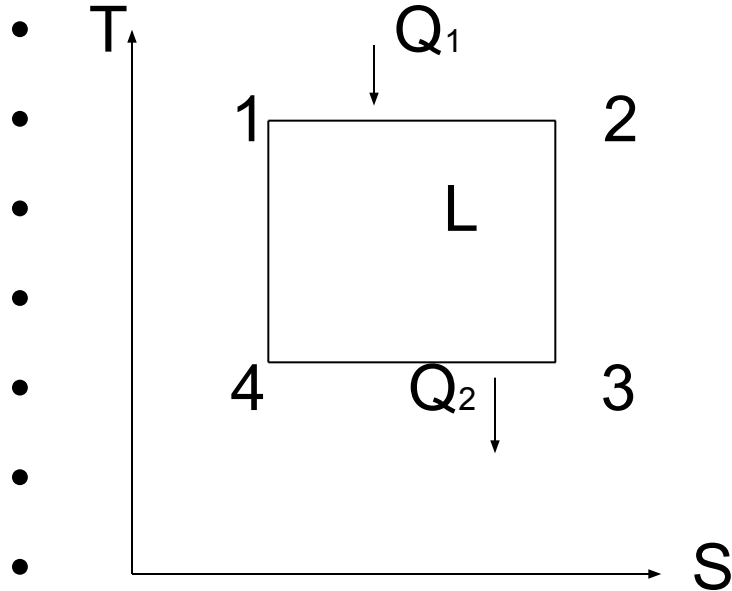
Эксэргия является работой обратимого цикла, для которого окружающая среда служит холодным источником тепла.

Рассмотрим физический смысл этого определения. В своих работах Сади Карно сформулировал главное условие, обеспечивающее получение максимально возможной работы. Это условие гласит: **«Для получения максимально возможной работы не должно иметь место теплообмен между телами с заметной разностью температур»**

Этому условию полностью отвечает цикл Карно, представленный на рисунке.

ЦИКЛ КАРНО В T S-диаграмме

- В цикле Карно горячий источник отдаёт тепло Q_1 при постоянной температуре T_1 , а рабочее тело получает



это количество тепла, изменяя своё состояние по линии 1-2 так, что его температура не меняется, оставаясь на бесконечно малую величину меньше T_1 .

- Такая же картина наблюдается при теплообмене между рабочим телом и холодным источником.

Изменяя своё состояние по линии 3-4 при постоянной температуре, превышающей на бесконечно малую величину температуру холодного источника T_2 , рабочее тело отдаёт холодному источнику тепло Q_2 .

Остальные два процесса (2-3 и 4-1) протекают без подвода и отвода тепла (адиабатный процесс), тем самым не нарушают не нарушают условие Карно для получения максимально возможной работы.

Для получения максимальной работы Сади Карно сформулированное условие *«Для получения максимально возможной работы не должен иметь место теплообмен между телами с заметной разностью температур»*.

Термический КПД не определяет степень совершенства цикла, ибо обратимые циклы всегда предельно совершенны, но зато он чётко показывает влияние граничных условий обратимого цикла на эффективность перевода тепла в работу.

Факт не полного соответствия термического КПД формулировке Карно можно показать на примере математической записи термического цикла Карно, приводимых во многих литературных источниках.

$$\eta_{\text{tmax}} = 1 - (T_2/T_1),$$

где, T_1 – температура подвода тепла в процессе; T_2 – температура отвода тепла в окружающую среду, **т.е. в рассматриваемом процессе не используется (температура уходящих газов).**

Ввиду того что T_2 и T_1 всегда положительные, с математических позиций значение η_{tmax} может меняться от нуля (при $T_1 = T_2$) до единицы ($T_1 = \infty$). Первый случай вполне вероятен и вытекает из второго начала термодинамики, а второй случай не реален, поскольку нереален горячий источник с температурой равной ∞ (бесконечности), так как температура это есть показатель нагретости тела, а не отвлечённая величина.

Поэтому эффективность использования первичной энергии целесообразно оценивать через работу, которую можно совершить, используя первичную энергию. Для цикла Карно уравнение максимальной работы запишется как:

$$L_{\max} = Q_1 - \int T_2 (dQ_1/T_1).$$

Так как в наших условиях конечным холодным источником является окружающая среда, температура которой остаётся постоянной в момент сброса тепла, не использованного в рассматриваемом нами процессе ($T_0 = \text{const}$) и не зависит от работы цикла, то максимальная работа цикла запишется как

$$L_{\max} = E = Q_1 - T_0 \int_a^b (dQ_1/T_1), \quad \text{отсюда}$$

$$Q_1 = E + T_0 \int_a^b (dQ_1/T_1).$$

Величина **E** представляет собой максимально возможную работу системы, в которой холодным источником является окружающая среда. В результате многочисленных обсуждений определения данной величины её назвали **эксергией**, а её физическое определение, следующее:

«Эксергия является работой обратимого цикла, для которого окружающая среда служит холодным источником тепла».

Введение понятия эксергии, позволяет более полно оценить эффективность работы отдельных элементов энергетической установки, за счёт приближения реальных процессов к обратимым процессам. Почему же эксергетический метод оценки эффективности работы энергоисточника не использовался ранее?

Это связано с сравнительной оценкой термодинамической и экономической эффективности. А именно, термодинамическая эффективность, как следует из второго начала термодинамики, определяется разностью температур горячего источника (T_1) и температуры сбросного тепла (T_2), чем она больше при постоянной температуре горячего источника, тем выше термический КПД. Однако с уменьшением выходной температуры (T_2) увеличивается поверхность элементов установки, в которых осуществляются процессы теплообмена, следовательно, увеличиваются капитальные затраты, что приводит к ухудшению экономических показателей установки в целом. Этот эффект существенно зависит от первоначальной стоимости первичной энергии, т.е. стоимости топлива. Чем выше стоимость топлива, тем меньше влияние капитальной составляющей на технико-экономические показатели энергетической установки. В связи с тем, что в последние годы резко повысились цены на органическое топливо эксергетический метод оценки эффективности работы элементов энергоустановок стал востребован, а отсюда и те тепловые схемы, которые при дешевом топливе считались экономически не целесообразными, одной из которых и является когенерационная установка.