

ЭНЕРГИЯ – СВОЙСТВО МАТЕРИИ

Энергия – как много в этом слове! Не случайно энергию называют царицей мира, источником жизни на Земле, основой развития мировой цивилизации [1]. Между тем до настоящего времени пока еще нет полного и ясного представления о том, что такое энергия.

В своё время, заведя кафедрой «Теплофизика и вспомогательные механизмы» Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций, автор выполнил определенную систематизацию бытовавших на рубеже XX и XXI веков представлений об энергии и её превращениях применительно к технической термодинамике [2]. В частности все совершающиеся в материальном мире превращения энергии было предложено разделить на сложные, которые в конечном итоге приводят к изменению вида энергии, и простые, результат которых лишь изменение свойств (параметров) того или иного вида энергии. При этом было постулировано, что объектом термодинамики являются макросистемы, в которых совершаются главным образом сложные превращения энергии, сопровождающиеся тепловыми явлениями.

Кроме этого было разработано еще ряд методических приемов, направленных, прежде всего, на повышение доступности изучения дисциплин энергетического профиля. Так, закон сохранения и превращения энергии иллюстрировался на основе анализа эффективности главного энергетического комплекса (ГЭК) судов.

Как известно, одним из параметров оценки эффективности ГЭК является коэффициент полезного действия (КПД) ГЭК $\eta_{ГК}$ (или иначе КПД судового комплекса), который определяется как произведение четырех коэффициентов (рисунок 1), а именно: КПД главных двигателей (ГД) η_e , КПД главных передач (ГП) $\eta_{п}$, КПД валопровода (В) η_v и пропульсивного коэффициента движителей (Д) $\eta_{пр}$. При этом в качестве примера $\eta_{ГК}$ рассчитывался применительно к наиболее совершенному ГЭК – дизельному с прямой передачей ($\eta_{п} = 1$) с КПД ГД, равным 0,5, КПД валопровода - 0,98 и $\eta_{пр} = 0,7$. В результате получалось, что даже в самой лучшей судовой энергетической установке (СЭУ) лишь 34 процента ($\eta_{ГК} = 100(0,5 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,7) = 34\%$) энергии, выделившейся при сгорании топлива, идет на движение судна, а 2/3 её (66%) уносится с отработавшими газами, охлаждающими средами и рассеивается через поверхности элементов СЭУ.

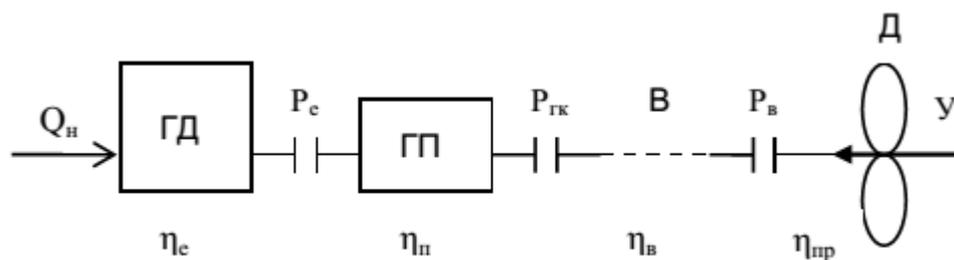


Рисунок 1. Схема главного энергетического комплекса судна

При дальнейшем анализе, к удивлению обучающихся, выяснялось, что и 34% полезно используемой энергии рассеивается в окружающей среде, поскольку при движении судна затрачиваются на преодоление сил трения его корпуса с водой и воздухом, то есть, по-существу на их «нагрев». В результате получается, что в конечном итоге вся энергия, выделившаяся при сгорании топлива (в привычной терминологии термическая (хаотическая) энергия), превращается в термическую энергию окружающей среды с еще большим хаосом (большей энтропией).

Количественно доля рассеянной в окружающей среде энергии $\eta_{ос}$ определяется следующим образом:

$$\eta_{\text{ос}} = \prod \eta_i + (1 - \eta_1)[n - (\eta_2 + \eta_3 + \dots + \eta_{n-1} + \eta_n)] = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,7 + (1 - 0,5)[4 - (1 + 0,98 + 0,7)] = 1,0,$$

где $i = 1, \dots, n$ – порядковый номер; n (в данном случае 4) – общее количество энергопреобразований (или иначе количество передач энергии от одного энергоносителя другому).

Действительно:

во-первых, *энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь передаётся от одного энергоносителя другому с помощью различных физических и химических процессов (или иначе различных форм передачи энергии);*

во-вторых, *энергия - царица мира, а энтропия её тень* [3].

В приведенной формулировке закона сохранения и превращения энергии намеренно использовано вместо обычного сочетания слов «переходит из одного вида в другой» формула «передается от одного энергоносителя другому», имея в виду соображения, которые будут излагаться ниже.

Термин «энергия» в начале 19 столетия ввел Томас Юнг вместо бытовавшего в то время понятия «живая сила» (*vis viva*). Однако еще до 60-х годов прошлого столетия понятие «живая сила» широко использовалось [4-7] и в современной трактовке охватывало лишь часть энергии, а именно кинетическую энергию. В дальнейшем понятие энергии было уточнено до определения: «энергия есть общая мера различных форм движения материи» [8-10]. Но при этом отмечалась ограниченность такого определения, поскольку, во-первых, например взаимодействие материальных тел как бы оставалось за его рамками, а во-вторых, из такого определения не ясна природа (физическая сущность) энергии как таковой, так как энергия в нём трактуется лишь как некий параметр.

В XXI веке, по крайней мере, первое ограничение было снято. Однако по-прежнему под *энергией* понимается некая «*скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения из одних форм в другие*» [11].

В соответствии с этой трактовкой, как известно, полная энергия материального тела равна произведению его массы в кг на квадрат скорости света в вакууме в м/с. Соответственно энергия имеет размерность $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2$ или иначе $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2 = (\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2) \cdot \text{м} = \text{Н} \cdot \text{м}$, где $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 = \text{Н}$ – это размерность некоторой силы, а $\text{Н} \cdot \text{м}$ – размерность работы. То есть согласно размерности понятия энергия и работа равноценны (идентичны). Между тем, известно [12], что работа – это лишь одна из возможных форм передачи энергии, а не сама энергия, и является результатом (следствием) действия определенных сил (читай энергии, поскольку сила на древнегреческом языке звучит как энергия (*ἐνερῦεια*)).

В связи с этим следует отметить, что, по-видимому, использование в древности Лейбницем понятия «живая сила» имело под собой физическую основу, в том смысле, что энергия это не просто численная величина, а некая субстанция.

В те далекие времена слово «энергия» Аристотель использовал для обозначения деятельности человека (подчеркну не результатов деятельности, а деятельности как таковой). Следует заметить, что и в настоящее время слово энергия применительно к человеку используется достаточно часто (ему не хватает энергии, у него много энергии и т.д.) и означает это способность действовать, выполнять определенную работу. В связи с этим не случайно, по крайней мере, в научно-популярной литературе часто энергию определяют, как способность материи совершать работу, а работу как количественную меру передачи движения между её составными частями.

Отсюда логично определить, что *энергия – это свойство материи, которое состоит в движении и взаимодействии её составных частей.*

Собственно к этому приводит и элементарный анализ, например, такого, в общем-то, объективного положения [2,8,12]: носителями энергии (энергоносителями) являются вещество и поле. Отсюда, если следовать этому положению и придерживаться традиционной формулировки энергии, главный энергетический комплекс (рисунок 1)

является носителем КПД ГЭК – скалярной величины, которая по- существу является «мерой перехода движения из одних форм в другие». Представляется, что это нонсенс, поскольку функционировать ГЭК позволяет отнюдь не КПД, а его определенное свойство, а именно: движение и взаимодействие его составных частей.

Из сформулированной трактовки энергии органично вытекают принятые в термодинамике и разделение энергии на кинетическую (энергию движения) и потенциальную (энергию взаимодействия) и на внутреннюю (энергию на микроуровне (на уровне молекул, атомов, электронов и т. д.)) и внешнюю (энергию на макроуровне (на уровне материального тела как целого)) и смысл терминов: теплота – это микрофизическая форма передачи энергии от одного тела другому, которая обычно именуется теплообменом, а работа – макрофизическая форма передачи энергии от одного тела другому. При этом, хотя теплота и работа и являются процессами различной физической природы, но количественно характеризуют одно и то же, а именно: величину передаваемой энергии, которая, как известно [8,9,12], для любого процесса определяется как произведение потенциала термодинамической системы на изменение обобщенной координаты её состояния. В частности, при передаче энергии в форме теплоты потенциалом является абсолютная температура, а координатой – энтропия, а в форме работы – потенциал давления, а координатой объём.

Резюмируя вышесказанное, представляется, что рационально определить, что *энергия – это свойство материи, состоящее в движении и взаимодействии её составных частей, которое (свойство) количественно характеризуется их (движений и взаимодействий) значениями.*

Отсюда, если рассматривать энергопреобразования в главном энергетическом комплексе традиционного судна (рисунок 1), то, следуя последней формулировке, их сущность состоит в передаче указанного в формулировке «свойства», то есть в передаче энергии от одного энергоносителя другому с помощью процессов различной физической природы (сгорания, расширения,...., трения), а именно: вначале энергия передается от топлива (природного энергоносителя) газообразному энергоносителю (привычнее рабочему телу), далее последовательно твердым энергоносителям (поршню, шатуну, коленчатому валу, валопроводу, движителю, корпусу судна) и в заключение окружающей среде.

Совершенно иначе обстоит дело на транспортных средствах на основе технологий прямого преобразования [13]. По сути, такие транспортные средства являются транспортом с одним электронным энергоносителем, генерируемым в электрохимических установках (привычнее топливных элементах) и именно движение потока электронов и взаимодействие наводимых им (движением потока электронов) полей позволяет первым (транспортным средствам) функционировать.

Собственно анализ энергетики таких транспортных средств и натолкнул автора на определенный философский взгляд на энергию не как на скалярную величину, а как на важное свойство материи. При этом автор не претендует на то, что изложенное является «истиной в последней инстанции», но надеется, что это шаг в правильном направлении, а статья является приглашением к размышлению над сущностью бытия.

Литература

- 1.Алексеев, Г.Н. Энергия и энтропия / Г.Н. Алексеев – М.: Знание, 1978.
- 2.Баёв, А.С. Предмет, объект и метод термодинамики: сборник научных трудов «Судостроение и судоремонт» / А.С.Баёв - СПб.: ИПЦ СПбГУВК, 2000
- 3.Алексеев, Г.Н. Энергоэнтропика / Г.Н. Алексеев - М.: Знание, 1983.
- 4.HÜTTE: справочник для инженеров, техников и студентов / перевод с немецкого – М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1934.
- 5.Вукалович, М.П. Техническая термодинамика / М.П.Вукалович, П.И.Новиков – М.: Энергоиздат, 1955.
- 6.Арнольд, Л.В.Термодинамика и теплопередача / Л.В.Арнольд – М.: Речной транспорт, 1958.

- 7.Справочник машиностроителя /под редакцией Н.С.Ачеркана – М.: МАШГИЗ, 1961.
- 8.Михайловский, Г.А. Термодинамика и судовая теплоэнергетика: учебное пособие / Г.А.Михайловский, И.А.Иванов – Л.: ЛИВТ, 1982.
- 9.Сунцов, Н.Н. Теплофизические основы судовой энергетики. Законы сохранения: учебное пособие / Н.Н. Сунцов, И. Н.Чирков – Л.: ЛКИ, 1988.
- 10.Ландау, Л.Д. Теоретическая физика /Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц - М.: Физматлит, 2004.
- 11.<https://ru.m.wikipedia.org/wiki/>.
- 12.Путилов, К.А. Термодинамика / К.А.Путилов – М.: Наука,1971.
- 13.Баёв, А.С. Энергетика транспорта на основе приоритетов Природы / А.С.Баёв // Научный электронный архив РАЕ. 05.06.2017. URL: <http://econf.rae.ru/article/10684>.

10.10.2017 г.