

Реквием
закону сохранения энергии

Наряду с представлениями о пространстве и времени, понятие об энергии также относится к базовым понятиям *естественнонаучного мировоззрения о мироустройстве*.

Энергия – это физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

Но что нам известно об энергии, о ее формах и законах ее трансформации?

В классической механике Герман Гельмгольц первым выделил две формы энергии: *кинетическую* и *потенциальную*. Им же и был впервые сформулирован в точных терминах закон сохранения энергии. Формулировка закона сохранения энергии по Гельмгольцу такова:

«Во всех случаях, когда происходит движение подвижных материальных точек под действием сил притяжения и отталкивания, величина которых зависит только от расстояния между точками, уменьшение силы напряжения всегда равно увеличению живой силы, и наоборот, увеличение первой приводит к уменьшению второй. Таким образом, всегда сумма живой силы и силы напряжения постоянна».

В этой цитате под «живой силой»¹ Гельмгольц понимает *кинетическую* энергию поступательной формы движения материальных точек, а под «силой напряжения» – *потенциальную* энергию динамического взаимодействия с силами притяжения и отталкивания, т.е. с потенциальными силами. И именно Г. Гельмгольц впервые сформулировал определения обеих форм энергии².

Кинетическая энергия характеризует мгновенную энергию *поступательного движения* материальной частицы или материи, движущейся со скоростью $\vec{v}(t)$:

$$W_K = \frac{m(\vec{v} \cdot \vec{v})}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (1.1)$$

Потенциальная энергия материальной частицы характеризует динамическую энергию ее *взаимодействия* с окружающей материей. Однако формула ее определения не столь однозначная, как у кинетической энергии. И это обусловлено природой взаимодействия.

Ведь что такое взаимодействие? Это есть физическое явление силового воздействия двух или более материальных тел (микрочастиц) друг на друга. Ясно также, что силы, воздействующие на взаимодействующие тела, имеют *полевую природу*. Эти полевые силы есть либо (на мега и на макроуровнях) – силы гравитации, либо (на микроуровне) – силы упругости, имеющие электромагнитную природу: результирующие силы молекулярно-атомных структур, представляющие собой их совокупный силовой эффект электрических сил Кулона и Фарадея, сил Ампера и др.

Поскольку сила – это векторная величина, величина которой характеризует интенсивность взаимодействия, а ориентация вектора силы в пространстве характеризует направление ее действия, то все силовые поля теоретически могут быть разложены³ всего на три класса: потенциалы, вихри и вихре-потенциалы.

Вообще все силовые (и не силовые) поля (согласно теории мультиаксиальных потенциалов и вихрей точечных источников) классифицируются на классы, типы и виды.

¹ Неустоявшийся и неудачный термин, введенный еще Лейбницем

² Хотя сам термин «потенциальная энергия» был введен У. Ренкином

³ Хотя согласно основной теореме векторного анализа (теореме Гельмгольца) векторные поля раскладываются лишь на потенциальные и вихревые поля, понятие вихре-потенциальных полей было введено уже в расширенном векторном анализе.

В природе существует всего три класса полей, а в каждом классе различаются по два типа полей:

- Потенциальные поля
 - Потенциальные поля скалярного типа
 - Потенциальные поля векторного типа
- Вихревые поля
 - Вихревые поля поперечно-осевого типа (замкнутые вихри)
 - Вихревые поля продольно-осевого типа (открытые вихри)
- Вихре-потенциальные поля
 - Однородные вихре-потенциалы (поля Лапласа)
 - Неоднородные вихре-потенциалы (конфлюэнтные поля)

Внутри каждого из типов поля распределены в двумерные матрицы *видов полей*. Виды полей различаются по показателю мультиаксиальности и по рангам (ранжированы).

Показатель мультиаксиальности поля характеризует количество структурных осей у поля данного вида. Показатель мультиаксиальности у всех полей принимает натуральные значения, и лишь у сферически симметричных потенциалов (и только у них!) этот параметр имеет нулевое значение.

Рангом поля в теории потенциалов и вихрей называется показатель (степень) зависимости интенсивности поля данного вида от расстояния до точечного источника. Ранг поля – это целочисленный параметр, т.е. положительное или отрицательное число или ноль.

Таким образом, гравитационное силовое поле, так же как и электростатическое кулоновское силовое поле, классифицируются как потенциальные поля векторного типа, с рангом -2 (т.к. изменяются по закону обратных квадратов) и с нулевой мультиаксиальностью (т.к. они сферически симметричны). А поля сил упругости имеют ранг +1, т.к. сила Гука прямо пропорциональна растяжению/сжатию пружины. Зато поля электромагнитных излучений (свет, радиоволны, ИК-излучение) имеют ранг -1 (при условии точечного излучателя). Однородные поля имеют ранг 0, т.к. они не изменяются с расстоянием от источника. Существуют также поля ранга -3 и ниже. Например, поля энергетической плотности (энергетического давления) силовых полей вокруг электрического заряда или массивного тела имеют ранг -4.

Так вот оказывается, что формула определения потенциальной энергии тела, взаимодействующего с окружающей материей, зависит от рангов потенциальных силовых полей, участвующих во взаимодействии. Энергодинамика выявила закономерности определения потенциальной энергии тела в потенциальных полях различных рангов. Оказалось, что закон сохранения полной механической энергии изолированных систем справедлив для всех видов потенциальных взаимодействий лишь при условии, если потенциальную энергию тел определять с учетом ранга силовых полей, участвующих во взаимодействии. Согласно энергодинамике обобщенная формула определения потенциальной энергии тела имеет следующий вид:

$$W_{\Pi_k}(t) = -\frac{1}{k+1} m(\vec{r}(t) \cdot \ddot{\vec{r}}(t)) \quad (1.2)$$

где k - ранг силового поля, участвующего во взаимодействии.

$\vec{r}(t)$ - радиус-вектор тела в выбранной системе координат

$\ddot{\vec{r}}(t)$ - ускорение тела в выбранной системе координат

Согласно энергодинамике, *тело подвергающееся воздействию нескольких потенциальных силовых полей разных рангов, обладает несколькими потенциальными энергиями* – по одной на каждый ранг. Поэтому, например, каждое из тел, соединенных пружинами и взаимодействующих в поле силы гравитации, обладает двумя видами потенциальной энергии (по количеству силовых полей):

При учете неоднородности поля гравитации

- Потенциальной энергией в поле гравитации (ранга -2):

$$W_{\Pi_{-2}}(t) = m(\vec{r}(t) \cdot \ddot{\vec{r}}(t)) \quad (1.3)$$

Либо, если пренебречь неоднородностью поля гравитации

- Потенциальной энергией в поле гравитации (ранга 0):

$$W_{\Pi_0}(t) = -m(\vec{r}(t) \cdot \ddot{\vec{r}}(t)) \quad (1.4)$$

Но, кроме того, еще и

- Потенциальной энергией в поле сил Гука (ранга +1):

$$W_{\Pi_1}(t) = -\frac{1}{2}m(\vec{r}(t) \cdot \ddot{\vec{r}}(t)) \quad (1.5)$$

Естественно, в изолированную систему при подсчете баланса полной энергии должна входить и Земля, потенциальная энергия которой складывается из совокупности потенциальных энергий в гравитационном поле каждого из тел, и должна рассчитываться по идентичной формуле (1.3), либо (1.4).

При определении потенциальной энергии тела в потенциальных силовых полях одинакового ранга можно использовать принцип суперпозиции полей, но *при определении потенциальной энергии тела в потенциальных силовых полях разных рангов принципом суперпозиции пользоваться нельзя.*

Имитационное моделирование динамики движения изолированной системы тел, взаимодействующих за счет потенциальных силовых полей всевозможных рангов, демонстрирует справедливость закона сохранения полной энергии такой системы для потенциальных силовых полей любых рангов, кроме ранга -1.

Дело в том, что ранговый фактор $\left(-\frac{1}{k+1}\right)$ (в определении потенциальной энергии тела) в полях ранга $k=-1$ обращается в бесконечность $(-\infty)$. А при конечных значениях рангового фактора потенциальная энергия тела в потенциальных полях ранга -1 остается постоянной величиной. Хотя формально и это возможно интерпретировать как выполнение закона сохранения полной энергии системы и в таких полях, но с оговоркой, что при этом сохраняется бесконечная полная энергия. В конечных же величинах полная энергия изолированной системы тел в таких полях сохраняться не может. С другой стороны, если все-таки даже и принять как данность бесконечность потенциальной энергии тел в таких полях, то и тогда закон сохранения энергии позволяет черпать из такой «бездонной бочки» потенциальной энергии сколь угодно много⁴ кинетической энергии, - ведь «бездонная бочка» от этого не оскудеет! А сумма конечного количества кинетической энергии и бесконечного количества потенциальной энергии остается бесконечной, и тем самым закон сохранения полной энергии формально соблюдается.

⁴ Но, разумеется, конечное количество

Это обстоятельство оставляет надежду на возможность получения энергии из потенциальных силовых полей ранга -1, но эта задача требует дополнительного изучения и исследований.

В более широкой трактовке закон сохранения энергии утверждает, что полная энергия изолированной системы не может исчезать в никуда и появляться нигде, хотя различные формы энергии могут трансформироваться друг в друга, полная энергия системы должна сохраняться.

Аллегорически говоря, в изолированной системе законом сохранения за полной энергией декларируется право на вечное существование и на возможность перемены форм ее существования, но при неукоснительном сохранении ее количества, а взамен вечности полной энергии отказано в праве не только на вымирание, что логично, но и на размножение, что безрадостно. Ведь лишь на возможности воспроизводства энергии и зиждется идея вечного двигателя.

Однако французская академия наук еще в 1775 г. приняла решение о прекращении рассмотрения любых проектов *perpetuum mobile*, т.е. еще задолго до формулировки самого закона сохранения энергии. Чем же руководствовались академики в XVIII веке, когда само понятие энергии в науке еще не сформировалось?! Лишь в течение столетия уже после принятия решения были заложены основы термодинамики, считающейся наукой об энергии и об ее превращениях, и было определено понятие об энергии, а также сформулирован сам закон сохранения. Получается, что французская академия наук не имела никаких научных оснований на момент принятия столь сурового решения и руководствовалась лишь убеждением в невозможности осуществления идеи вечного двигателя! Однако ни сомнения, ни даже убежденность самих академиков в невозможности существования *perpetuum mobile* и ни фактическое их отсутствие не могут служить строгим научным доказательством. Именно поэтому сложилась парадоксальная ситуация – сосуществование запрета от науки и «антинаучной» изобретательской деятельности.

Однако не является секретом и то, что и в вихревых силовых полях закон сохранения энергии не действует даже в замкнутых изолированных системах. Имитационное моделирование динамики взаимодействия таких систем убедительно показывает рост их полной энергии во времени.

Кроме того, полная энергия изолированных систем перестает быть инвариантом даже в потенциальных полях, когда в системе появляются силы, зависящие от скоростей движения тел.

Энергодинамика сформулировала универсальное определение для потенциальной энергии, и из него следует, что **областью действия закона сохранения энергии являются лишь потенциальные взаимодействия в изолированных системах**. Однако в природе существуют не только потенциальные силы, и при их наличии закон сохранения полной энергии не соблюдается. Более того, благодаря действию непотенциальных сил открывается возможность для воспроизводства полной энергии системы вообще и кинетической энергии системы в частности. Но нужно понимать, что эта возможность сопряжена с двусторонним движением: возможность воспроизводства энергии означает и возможность ее исчезновения.

Т.е. энергия похожа на саму жизнь! А убегать от жизни грешно!