

Правила расчета потребляемой энергии телом на совершение механической работы

Асиф Гусейнов Камиль-оглы
Азербайджанская Республика, г. Ленкорань
akhuseynov@mail.ru
Январь.31.2016

Аннотация

Выведена формула выражающая зависимость потребляемой энергии от совершенной механической работы.

Доказано, что использование формулы механической работы в форме $A = FS$ и кинетической энергии в форме $K = mv^2/2$ нарушает инвариантность формулы механики относительно преобразования Галилея.

Принятые термины и определения

Энергия – скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие. Энергия характеризует способность тела совершать работу.

Работа – это количественная характеристика *процесса обмена энергией* между взаимодействующими телами. При совершении работы происходит изменение положения тела и изменение его энергии.

Кинетическая энергия – энергия, которая обладает тело вследствие своего механического движения. Кинетическая энергия зависит только от массы и скорости тела.

Закон изменение кинетической энергии – изменение кинетической энергии тела равно работе действующей на нее силы.

Механическая работа или **работа силы** – физическая величина, являющаяся скалярной количественной мерой энергией между взаимодействующими телами, которая приводит (или соответствует) к изменению кинетическую энергию движения тела.

Положительная работа – работа, которая направление приложенной силы совпадает с направлением движения тела

Отрицательная работа – работа, которая направление приложенной силы противоположно с направлением движения тела.

Работа с изменением знака – работа, в которой направление приложенной силы не изменяется, а направления изменяется движения тело в обратную сторону.

Затраченная энергия на механическую работу – полезная энергия, расходуемая источником энергии (силы) для совершения работы.

Потребляемая энергия – энергия, потребляемая телом от источника энергии (силы) для совершения работы.

Принцип относительности Галилея – требование независимости законов классической механики от выбора *инерциальной системы отсчёта* (ИСО), понимаемое как *инвариантность* (неизменность) уравнений механики относительно *преобразований Галилея*, т. е. преобразований координат и времени движущейся материальной точки при переходе от одной ИСО к другой.

Как потребляется энергия на совершение механической работы?

Сила F совершает работу, действуя на тело и изменяя его скорость. Энергия движущегося тела изменяется на величину потребляемой энергии ΔE от источника силы.

Таким образом, работа A силы F на пути S , который тело прошло за время t , идет на изменение скорости Δv и кинетической энергии ΔK тела. В процессе совершения силой работы над телом, источник энергии которой создает силы, всегда затрачивает определенную энергию и тело всегда потребляет эту энергию:

$$\Delta E_{\text{затрат источника энергии}} \Rightarrow \Delta E_{\text{потребление}} \Rightarrow A \Rightarrow \Delta v \Rightarrow \Delta K \quad (1)$$

В зависимости от относительных направлений приложенной силы и движения тело может совершаться три вида работы – положительной (A_+), отрицательной (A_-) и с изменением знака (A_{\mp}).

На основании Закона сохранения и превращения энергии потребляемая энергия от источника энергии ΔE должно быть равным на изменению кинетической энергии тела. Для выполнения этого требования надо учитывать следующие Правила выражающие свойства потребляемой энергии и механической работы :

Правила 1. Для любого изменения кинетической энергии тело (совершения положительной (A_+) и (или) отрицательной (A_-) работы) всегда потребляется энергия :

$$A_+(A_-) = \Delta K \Rightarrow \Delta E \neq 0 \quad (2)$$

На основании Закона сохранения и превращения энергии на совершения работы, не зависимо, эта работа положительная или отрицательная, всегда затрачивается энергия равное на потребляемой энергии.

Источником (носителем) затраченной энергии могут быть тела имеющие кинетической энергии, деформированная пружина, материалы и механизмы имеющие эластические потенциальные энергии, химические и ядерные горючие, источники электричество, газы под давлением и т.д.

На работы совершенными электромагнитными и гравитационными полями (силами) тоже всегда затрачивается энергия. На эти работы затрачивается энергия носителей этих полей – фотонов и гравитонов.

Правила 2. Потребленная энергия на изменения кинетической энергии тело всегда имеет положительный знак:

$$\Delta E > 0 \quad (3)$$

Положительный и отрицательный знак работы указывают на увеличение или уменьшение кинетической энергии тела, над которыми совершается работа, и не имеют отношение физической сущности энергии. В природе нет отрицательной энергии и отрицательной кинетической энергии.

Потребляя одинаковое количество энергии можно совершать как положительную, так и отрицательную работу.

Потребления энергии на 1Джоул при сгорании горючего реактивного двигателя может, как увеличить (положительная работа (A_+)) так и уменьшить (отрицательная работа (A_-)) кинетическую энергию космического корабля. Потребления энергии на 1кВтч при работе электрического двигателя может, как увеличить (положительная работа (A_+)) так и уменьшить (отрицательная работа (A_-)) кинетическую энергию электровоза. Потребления энергии на 1ккалори при сгорании горючего парового котла может, как увеличить

(положительная работа (A_+)) так и уменьшить (отрицательная работа (A_-)) кинетическую энергию паровоза.

Как видно, не зависимо от того, что совершенная работа положительная или отрицательная, потребление всегда имеет положительное значение.

Это Правило верна во всех ИСО.

Правила 3. Во всех ИСО потребленная энергия на изменения кинетической энергии тело всегда постоянно:

$$\Delta E = \text{const.} \quad (4)$$

Скорость и кинетическая энергия тело являются величинами зависящие от перемещения, поэтому в разных ИСО имеют разные значения, то есть они относительные величины. Но, затраченная и потребленная энергия на совершение работы не зависят от перемещения и поэтому являются абсолютными (не относительными) величинами по отношению ИСО.

Например, энергия связи между молекулами горючего реактивного двигателя, электрическая энергия от сети или аккумулятора, потенциальная энергия деформированной пружины, тепловая энергия котла паровоза и.т.д. являются абсолютными (не относительными) величинами по отношению ИСО.

Правила 4. В данном ИСО, если при изменении кинетической энергии тело совершается только положительная работа (A_+), то потребленная энергия равно на изменение кинетической энергии:

$$\Delta E = A_+ = \Delta K = K_2 - K_1 \quad (5)$$

Здесь, K_1 – начальная и K_2 – конечная кинетическая энергия.

Потребленная энергия количественно расходуется (не теряется) на изменение кинетической энергии тело, а качественно (по физической сущности) всегда переходит (не теряется) на тело. Так как, *увеличенная* или *уменьшенная* кинетическая энергия являются относительными понятиями по отношению ИСО, *увеличенная* кинетическая энергия в другом ИСО может быть *уменьшенным* или *уменьшенная* кинетическая энергия в другом ИСО может быть *увеличенным* .

Правила 5. В данном ИСО, если при изменении кинетической энергии тело совершается только отрицательная работа (A_-), то потребленная энергия равно на абсолютной значению изменение кинетической энергии:

$$\Delta E = |A_-| = |\Delta K| = |K_2 - K_1| \quad (6)$$

Так как затраченная и соответствующей ее потребленная энергия всегда положительная, нужно принимать математические операции (как нахождение абсолютного значения) для сохранения физическую сущность этих величин.

Правила 6. В данном ИСО, если при изменении кинетической энергии тело работа меняет знак (A_{\mp}) , последовательно совершается сначала одна отрицательная работа (A_-), а потом одна положительная (A_+) работа и в этом случае потребленная энергия равно на суммы абсолютной значению отрицательной работы и положительной работы:

$$A_{\mp} = A_{-} + A_{+} \quad (7)$$

$$\Delta E = |A_{-}| + (A_{+}) \quad (8)$$

Если учесть, что в момент изменения направления движения скорость тела $v = 0$ и кинетическая энергия тела $K_0 = 0$, то по формулам (5)...(8) потребляемая энергия будет определяться следующим образом :

$$\Delta E = |A_{-}| + (A_{+}) = |K_2 - K_1| + (K_2 - K_0) = |0 - K_1| + (K_2 - 0) = K_1 + K_2 \quad (9)$$

Обобщенная формула зависимости потребляемой энергии от совершенной работы и от изменения кинетической энергии

Как видно из формулы (5)...(9), работа не всегда положительная, может иметь отрицательный знак и в процессе работы изменять знак, поэтому потребляемая энергия не всегда равно на работу и прямая равенства между потребляемой энергией и работой нет. Обобщая формулы (5)...(9) следующим аналитическим способом можем задать зависимость потребляемой энергии от совершенной работы и от изменения кинетической энергии:

$$\Delta E = \begin{cases} A_{+} = K_2 - K_1, \text{ если работа положительная} \\ |A_{-}| = |K_2 - K_1|, \text{ если работа отрицательная} \\ |A_{-}| + (A_{+}) = K_1 + K_2, \text{ если работа изменяет знак} \end{cases} \quad (10)$$

Например, в данном ИСО над телом движущейся со скоростью $-v$ и кинетической энергией K_1 совершена работа силой с противоположным направлением движению. В результате этой работы направления движения этого тела было изменено обратно (180°), скорость стала $+v$ и кинетическая энергия K_2 . В этом случае, сначала над телом совершена отрицательная работа (A_{-}), а потом положительная работа (A_{+}), то есть работа изменяла знак. По формуле (10) потребляемая энергия будет определяться по признаку «если работа изменяет знак»: $\Delta E = |A_{-}| + (A_{+}) = K_1 + K_2$.

В этом примере, несмотря общее значение работы $A_{\mp} = 0$, затраченная энергия на эти работы $\Delta E = K_1 + K_2 \neq 0$.

Из обобщенной формулы видно, что только в случаях $A > 0$ получается $\Delta E = A$, в других случаях всегда $\Delta E \neq A$, то есть *работа или изменение кинетической энергии не всегда равно на потребляемой энергии*.

Особенно нужно уделять внимание на то, что в одном ИСО отдельная положительная или отрицательная работа в другой ИСО может состоять из суммы двух работ – из одной положительной и одной отрицательной работы.

Почему сегодняшнему физика не интересна зависимость потребляемой энергии от совершенной работы

В сегодняшнем физике не объясняется зависимость потребляемой энергии от совершенной работы и не дано обобщенная формула выражающая эту зависимость. Какова причина?

Формула (10) выведена на основании Закона сохранения и превращения энергии. Участвующие физические величины в этой формуле по физической сущности и по определению отвечает на требование этого закона.

В разных ИСО значение работы и кинетической энергии во выражениях (5)...(10) на основе Принципа Относительности могут изменяться, но на основе Закона сохранения и превращения энергии левые и правые стороны этих выражений должно быть равными и неизменными (во всех ИСО должны быть постоянными).

Поскольку потребляемая энергия ΔE является не относительной (абсолютной) величиной по отношению ИСО, механическая работа A и изменение кинетической энергии ΔK тоже должны быть не относительными величинами, но вопреки Закону сохранения и превращения энергии и Принципу Относительности в современном физике эти величины без доказательства приняты как относительными величинами.

Противоречия в том, что по физической сущности механическая работа A является количественной мерой изменения энергетического состояния тело, непосредственно связанной количеством потребленной энергией как не относительная величина, а формула работы $A = \mathbf{FS}$ и изменение кинетической энергии $\Delta K = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$ вносить качество относительности в физическую сущность этих величин и нарушают равенства выражений (5)...(10). В результате формулы (5)...(10) становятся неинвариантными по отношению преобразованиям Галилея:

$$\Delta E = \begin{cases} A_+ = K_2 - K_1 \neq \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}, & \text{если работа положительная} \\ |A_-| = |K_2 - K_1| \neq \left| \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \right|, & \text{если работа отрицательная} \\ |A_-| + (A_+) = K_1 + K_2 \neq \frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}, & \text{если работа изменяет знак} \end{cases} \quad (11)$$

По этой причине в современном физике официально не утверждена формула зависимости потребляемой энергии от совершенной работы и о нем очень мало говорят. Поэтому великий русский ученый М.В. Ломоносов в 1758 году писал: «...самые первые начала механики, и тем самым и физики, еще спорны, и что наиболее выдающиеся ученые нашего века не могут придти к соглашению о них...»

Закономерная зависимость между потребляемой энергией и совершенной работой отвергает формулы механической работы в форме $A = \mathbf{FS}$ и кинетической энергии в форме $K = mv^2/2$.

Только при использовании правильных формулы работы в форме $A = \mathbf{F}\Delta t$ и кинетической энергии в форме $K = |mv|$ (Гусейнов А.К. Аристотелевская формула механической работы в физике. http://www.russika.ru/userfiles/adm_1442348177.pdf) формула (10) становится инвариантным по отношению преобразованиям Галилея:

$$\Delta E = \begin{cases} A_+ = K_2 - K_1 = |mv_2| - |mv_1|, & \text{если работа положительная} \\ |A_-| = |K_2 - K_1| = ||mv_2| - |mv_1||, & \text{если работа отрицательная} \\ |A_-| + (A_+) = K_1 + K_2 = |mv_1| + |mv_2|, & \text{если работа изменяет знак} \end{cases} \quad (12)$$

Выводы

1. Работа A совершенная над телом не всегда равно на потребляемой энергии ΔE . Только в случаях $A > 0$ имеется место равенство $\Delta E = A$, в других случаях всегда $\Delta E \neq A$. Поэтому для расчета потребляемой энергии телом на совершение механической работы нужно соблюдать Правила 1...6.

2. Формулу зависимости потребляемой энергией от совершенной работы, выведенной на основе Закона сохранения и превращения энергии и Принципа относительности удовлетворяют только формулы работы $A = \mathbf{F}\Delta t$ и кинетической энергии $K = |mv|$.

Использование формулы механической работы в форме $A = \mathbf{F}\mathbf{S}$ и кинетической энергии в форме $K = mv^2/2$ нарушает инвариантность формулы механики по отношению преобразования Галилея.