

Е. М. Пугачев,
доцент, кандидат философских наук

ЭНЕРГИЯ КАК МЕРА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ

В физической и философской литературе часто употребляется определение энергии как меры движения материи. Это определение, как известно, вытекает из работ Энгельса. Оно является единственно правильным. Однако в литературе нет более или менее полного раскрытия понятия энергии как меры движения материи. В данной статье делается попытка в известной мере восполнить этот пробел. В связи с этим рассматриваются вопросы о формировании понятия энергии, спор о двух мерах движения, понятие меры как философской категории, представление о мере движения в физике, особо уделяется внимание раскрытию понятия энергии как меры движения материи, делается попытка провести некоторое различие понятий «форма движения» и «форма энергии». В заключение дается критика идеалистических извращений понятия энергии.

* * *

До середины XIX века термин «энергия» в физике не употреблялся в современном смысле и вошел в обиход не сразу. Понятие энергии вырабатывалось в тесной связи с подготовкой открытия и развитием закона сохранения и превращения энергии. Но и после открытия этого закона в течение значительного времени он назывался «законом сохранения силы». Однако старый термин «сила» не соответствовал содержанию нового закона.

В механике Ньютона с понятием силы связывалось представление об источнике движения, внешнем по отношению к материи. Открытие закона сохранения и превращения энергии подводило ученых к новым взглядам на источник и причины движения материи. Эти новые взгляды были несовместимы с

метафизическим представлением о «силах» как внешних по отношению к материи причинах ее движения. Ученым становилось все более ясным, что прежнее понятие «сил природы», как изолированных друг от друга и от материи, не отвечало сущности открытого в 40-х годах XIX века закона сохранения и превращения энергии. Необходимо было привести форму этого закона в соответствие с его содержанием, устранив прежний термин «сила» и заменив его новым термином, соответствующим подлинному содержанию закона. Такой новой формой выражения закона явилось понятие энергии.

В физическом смысле термин «энергия» встречался уже у Аристотеля. Галилей и Иоганн Бернулли также употребляли слово «энергия», не придавая ему современного значения. Однако, как отмечает М. Планк в своей работе «Принцип сохранения энергии», Иоганн Бернулли в 1725 г. в письме к известному математику Вариньону употребил слово «энергия» в смысле работы.

В 1807 г. Томас Юнг, исследуя явление удара двух тел, ввел термин «энергия» для обозначения «живой силы» движущегося тела и тем самым положил начало современному обозначению этого выражения. Но в работах Юнга термин «энергия» еще не употреблялся в современном смысле. Употребление им термина «энергия» для обозначения величины «живой силы» (кинетической энергии) говорило о том, что термин «энергия» в смысле «живой силы» не выводил еще за рамки понятия механического движения.

Наконец в 1860 г. Уильям Томсон (Кельвин), один из последовательных сторонников закона сохранения и превращения энергии, положил начало употреблению термина «энергия» в современном смысле, заменив этим понятием прежний термин «сила» в применении к рассматриваемому закону: Таким образом, лишь постепенно, по мере признания нового закона, усилиями ряда ученых было выработано понятие энергии, которое играет огромную роль в физике, химии и других науках о природе.

Понятие энергии употребляется для выражения движения материальных объектов, их самодвижения, взаимной превращаемости различных форм движения материи. В связи с этим энергия определяется как мера физических форм движения материи при их взаимном превращении.

Что же такое мера?

* * *

Под мерой понимают философскую категорию, в которой отображено единство качественной и количественной сторон предметов и явлений материальной действительности. Понятие меры означает, что всякое определенное качество необходимо

связано с определенным количеством, что между качественной и количественной сторонами предметов и явлений существует определенное соответствие. Это значит, что изменение количественной стороны может происходить в определенных пределах, определяемых данным качеством предмета или явления. Например, температура воды в пределах между 0°C и 100°C при нормальном атмосферном давлении не имеет существенного значения по отношению к ее жидкому состоянию; однако при достижении температуры 0°C или 100°C наступает такой момент, когда вода превращается соответственно в лед или пар. Здесь изменение температуры, определяемой интенсивностью движения молекул воды в жидком состоянии, в точках 0°C и 100°C приводит к изменению качества. Если в молекулу соединяются два атома кислорода, то образуется кислород, если три атома, то образуется озон, который запахом и действием отличается от обычного кислорода.

Новому качеству соответствует новое количественное соотношение. На определенном этапе развития предмета или явления рост количественных изменений приводит к противоречию с прежним качеством, нарушается мера предмета, происходит качественное изменение предмета или явления, возникает новое качество. Следовательно, мера является противоречивым единством количественной и качественной сторон предметов и явлений, а переход количественных изменений в качественные означает смену одной меры другой.

Раскрывая понятие меры, Энгельс отмечает, что «количественное увеличение или уменьшение вызывает в определенных узловых пунктах **качественный скачок**, как, например, в случае нагревания или охлаждения воды, где точки кипения и замерзания являются теми узлами, в которых совершается — при нормальном давлении — скачок в новое агрегатное состояние, где, следовательно, количество переходит в качество»¹. Однако отношение между количеством и качеством взаимно: качество также переходит в количество, как количество в качество. А следовательно, переход качественных изменений в количественные также означает смену одной меры другой.

Категория количества применима не только к материальным объектам, но и к их свойствам. Качественными различиями обладают не только тела, но и свойства этих тел. Поэтому и движение как коренное свойство, как атрибут материи характеризуется не только с количественной, но и с качественной стороны. Понятие энергии как важнейшей характеристики движения материи также имеет как качественную, так и количественную стороны, которые находятся в тесном единстве

¹ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. 1957, стр. 43.

друг с другом. Вот почему при рассмотрении энергии как меры движения нужно исходить из понятия меры как философской категории, являющейся единством качества и количества.

* * *

Понятие меры движения развивалось в тесной связи с развитием идеи о сохранении движения. Уже Галилей, открывший закон падения тел (пути, пройденные падающими телами, пропорциональны квадратам времен падения), выдвинул положение, согласно которому количество движения какого-либо тела определяется его массой и скоростью. Вслед за этим Декарт формулирует закон сохранения движения в следующем виде: «Если одно тело сталкивается с другим, оно не может сообщить ему никакого другого движения, кроме того, которое потеряет во время этого столкновения, как не может отнять у него больше, чем одновременно приобрести себе»¹. Чтобы эта формулировка получила физическое содержание, необходимо было установить меру движения. Согласно Декарту, мера движения пропорциональна величине (массе) частицы и ее скорости. Мера движения Декарта получила название количества движения. Но Декарт допустил ошибку, так как он скорость считал величиной скалярной, а не векторной. Поэтому при взаимодействии тел сохранялась арифметическая сумма количеств движения, а не векторная сумма. Кроме того, мера количества движения Декарта mv отражала лишь передачу механического движения, а не превращение его в другие формы движения и не могла служить мерой всякого движения.

Дальнейшее развитие и уточнение понятия меры движения мы находим у Гюйгенса и Лейбница. Гюйгенс пришел к выводу, что при упругом ударе остается неизменной сумма произведений масс на квадраты скоростей до удара и после него. Таким образом, Гюйгенс уже формулирует принцип «живой силы». Само же название «живая сила» для величины mv^2 было введено Лейбницем в 1696 г. Он первый заметил, что мера движения mv находится в противоречии с законом падения тел. В связи с этим Энгельс отмечает, что Лейбниц доказал, что «мера движения mv противоречит положению Декарта о постоянстве количества движения, ибо если бы она действительно имела место, то сила (то есть общее количество движения) постоянно увеличивалась бы или уменьшалась бы в природе»². И далее: «...будь мера mv правильной», то

¹ Р. Декарт. Избранные произведения. Госполитиздат. М., 1950, стр. 200

² Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1955, стр. 61.

можно было бы построить «...perpetuum mobile (вечный двигатель), дающий постоянно новую силу, что нелепо»¹.

Лейбниц в качестве меры движения предложил mv^2 (произведение массы движущегося тела на квадрат его скорости). Множитель $\frac{1}{2}$ впервые появляется в 1829 году у Кориолиса. В сочинении «О сохранении силы» Гельмгольц предложил выражать «живую силу» через $\frac{mv^2}{2}$.

По вопросу о том, что считать мерой движения (mv или mv^2) возник спор, в котором приняли участие не только физики и математики, но и философы (Лейбниц, Кант и др.). Этот спор между сторонниками Декарта и Лейбница продолжался долго и не был в то время разрешен, так как он велся под углом зрения только количественного рассмотрения движения. В этом споре игнорировалась качественная сторона движения. Поэтому не прав историк математики Зутер, который считал дискуссию о двух мерах движения бесполезным спором о словах.

Таким образом, в XVIII веке попытки установления общей меры движения не увенчались успехом, поскольку эти попытки предпринимались с позиций механицизма. И лишь в 40-х годах XIX века с открытием закона сохранения и превращения энергии вопрос об общей мере движения получил надлежащее решение.

С открытием механического эквивалента теплоты было установлено, что для получения одной килокалории тепла необходимо затратить определенное количество механической энергии (427 кГм). Это открытие устанавливало меру движения при взаимном превращении механической и тепловой форм движения, выраженную впоследствии понятием энергии, и дало возможность Энгельсу решить спор о двух мерах движения.

Энгельс отмечает, что обе меры движения (mv и $\frac{mv^2}{2}$) не противоречат друг другу, так как они различного характера: « mv — это механическое движение, измеряемое механическим же движением; $\frac{mv^2}{2}$ — это механическое движение, измеряемое его способностью превращаться в определенное количество другой формы движения»².

Превращение механического движения в другую форму движения, количественно пропорциональную первому, свя-

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1955, стр. 61.

² Там же, стр. 69.

зано с понятием работы. При превращении данной формы движения в другую совершается работа, количество которой соответствует собственному количеству той формы движения, которая переходит в другую. Так, если происходит превращение тепла в механическое движение (например, в тепловых машинах), то производится работа: каждая превратившаяся в механическое движение килокалория дает 427 кГм работы. Число единиц механической работы (число килограммометров, джоулей, киловатт-часов или других единиц работы), эквивалентное одной калории, называется **механическим эквивалентом тепла**. Наоборот, когда происходит превращение данной формы движения в теплоту, то при этом превращении взамен каждого затраченного джоуля работы выделяется приблизительно 0,239 калории тепла. Число единиц тепла, эквивалентное одной единице работы, называется **термическим эквивалентом работы**.

В общем случае при превращении любой формы движения материи в любую другую форму совершается работа, величина которой соответствует количеству превращающейся формы движения. Таким образом, работа совершается при изменении формы движения и величина работы соответствует количеству формы движения, начинающей процесс и превращающейся благодаря ему в другую форму. Поэтому Энгельс подчеркивает, что «работа — это изменение формы движения, рассматриваемое с его количественной стороны»¹. Однако необходимо отметить, что поскольку способность тела или системы производить работу связана с понятием энергии, то основным условием всякой физической работы является качественное изменение, перемена формы.

Согласно Энгельсу, «живая сила» (кинетическая энергия) есть не что иное, как способность некоторого данного количества механического движения производить работу. Причем выражение этой способности к работе в механических единицах и даваемое в тех же единицах выражение действительно произведенной ею работы должны быть равны друг другу. Значит, если $\frac{mv^2}{2}$ является мерой работы, то и «живая сила» также должна иметь своей мерой $\frac{mv^2}{2}$. Диалектико-материалистическая трактовка Энгельсом закона сохранения и превращения энергии дала ему возможность не только решить спор о двух мерах движения, но и дать научное определение понятия работы.

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1955, стр 70

Закон сохранения и превращения энергии в существенном и главном выражает тот факт, что различные формы движения материи способны без ограничений превращаться друг в друга, но при всех превращениях движение не уничтожается бесследно и не возникает из ничего. Неуничтожимость движения не только в количественном, но и в качественном смысле, на который указывал Энгельс, тесно связана с понятием меры движения.

Понятие «энергия» в физике употребляется как в смысле «движение», так и в смысле «мера движения». Чтобы качественно различные формы движения можно было сравнить количественно, нужно превратить их в движение одного и того же вида и определить их численные значения. Это даст возможность ввести понятие меры движения. А утверждение о превращении одного вида движения в другой является главным содержанием закона сохранения и превращения энергии.

В принципе не важно, какая форма движения выбирается в качестве той, к которой путем превращения могут быть «сведены» другие формы движения. Такой формой движения может быть механическая, тепловая и т. д. Важно, что такая форма движения должна играть роль всеобщего эквивалента и содержать понятие меры. Обычно в физике в качестве такой формы движения выбирается механическое движение, поскольку в тесной связи с ним изучаются пространство и время. Однако при этом следует иметь в виду, что вообще движение материи абсолютно, потому что оно как способ бытия материи существует независимо ни от каких систем отсчета, но в то же время механическое движение относительно в том смысле, что любое тело, физическая система находится в состоянии движения относительно других тел, физических систем.

В классической физике для изучения физических систем и различных видов движения употребляют «системы отсчета», определяемые положением частиц вещества как опорных точек этих систем отсчета. Эти опорные частицы должны быть свободными, т. е. не связанными ни друг с другом, ни с исследуемой частицей, ни с внешними физическими системами. Движение таких свободных частиц подчиняется закону инерции, т. е. они движутся друг относительно друга с постоянными скоростями. При выполнении условия неподвижности таких опорных частиц друг относительно друга системы отсчета являются инерциальными. Если какая-либо система движется прямолинейно и равномерно относительно некоторой инерциальной системы, то первая система также будет инерциальной. При этом подчеркиваем, что движение одной

инерциальной системы относительно любой другой происходит с постоянной скоростью.

Из того положения, что материальная система, движущаяся равномерно и прямолинейно относительно инерциальной системы, также является инерциальной системой, следует принцип относительности Галилея. Он гласит: никакими механическими опытами, производимыми внутри инерциальной системы, нельзя решить вопрос о том, находится ли эта система в состоянии покоя или она в целом имеет прямолинейное и равномерное движение.

Из этого принципа следует, что в природе нет абсолютно неподвижных тел, что всякий покой является относительным. Эйнштейн в теории относительности обобщил этот результат и показал, что вообще никакими опытами (электрическими, световыми и т. д.), производимыми внутри системы, нельзя установить прямолинейное и равномерное движение системы.

Из принципа относительности также следует, что физические законы должны формулироваться одинаково во всех инерциальных системах отсчета. Это требование часто дает возможность установить точную функциональную зависимость между различными физическими величинами.

Если рассматривать достаточно малую частицу в некоторой инерциальной системе отсчета, то ее скорость будет полностью характеризовать состояние движения частицы, и мера механического движения частицы в рассматриваемой системе отсчета будет зависеть от ее скорости и целиком определяться этой скоростью. Поскольку в различных системах отсчета скорость данной частицы различна в один и тот же момент времени, то и мера механического движения частицы должна иметь относительный характер. Поэтому говорят о мере движения в данной инерциальной системе отсчета. Но характер зависимости меры движения от скорости данной частицы должен быть одинаковым в любой инерциальной системе. Эта зависимость должна выражать закон, который определяет количество движения частицы при данной ее скорости.

Мера движения должна удовлетворить требованию ее сохранения и аддитивности. Первое состоит в том, что мера движения не изменяется, если имеет место превращение движения только внутри данной системы и движение не передается другим системам. Второе требование состоит в том, что если система состоит из независимых друг от друга частей, то мера движения системы равна сумме мер этих частей.

Указанные свойства меры движения дают возможность показать, что всякая частица вещества имеет скалярную меру механического движения (кинетическую энергию), которая

связана со скоростью зависимостью $E = \frac{mv^2}{2} + E_0$, где

E_0 — постоянная, значение которой не изменяется для данной частицы, но различно для различных частиц, и векторную меру — импульс, который связан со скоростью другой зависимостью:

$$\mathbf{P} = m\mathbf{v}.$$

В этих выражениях величина m называется инертной массой частицы. Инертная масса связана с определенным количеством движения частицы при данной ее скорости. Это количество движения измеряется как энергией, так и импульсом.

Таким образом, существует двоякая мера механического движения, составными частями которой являются кинетическая энергия и импульс, зависящие от скорости частицы. Причем импульс зависит от скорости линейно, а энергия зависит от квадрата скорости. Инертная масса, связывающая энергию и импульс со скоростью частицы, не зависит от этой скорости, а зависит только от природы частицы.

Однако указанные свойства меры не являются специфическими для механического движения. Всякий вид движения обладает не только скалярной мерой (энергией), но и векторной мерой (импульсом).

Содержащееся в понятии меры движения противоречие, состоящее в том, что мера должна быть абсолютной и в то же время относительной, разрешается тем, что мера движения не является просто числом, а представляет сложную величину (имеет несколько составляющих). Сама мера движения является абсолютной, а ее разделение на составляющие — энергии и импульс — имеет относительный характер, поскольку оно различно по отношению к различным инерциальным системам отсчета. Абсолютный характер меры движения любой физической системы обусловлен наличием закона преобразования ее составляющих, выражающего связь между этими составляющими в разных инерциальных системах отсчета.

В классической теории рассматриваются скорости движения тел, значительно меньшие скорости света в вакууме ($300.000 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$). Здесь не принимается в расчет зависимость массы частицы от скорости движения. В теории относительности рассматриваются скорости движения, соизмеримые со скоростью света. Поэтому и масса частиц зависит от скорости их движения по следующему закону:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где m_0 — масса покоя частиц, c — скорость света, а v — скорость частицы. В связи с этим в теории относительности зависимость энергии и импульса от скорости частицы носит иной характер, чем в классической теории, а именно: энергия

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + E_0,$$

импульс $\mathbf{P} = \frac{m_0 \mathbf{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \bullet$

Значит, в теории относительности также существует двоякая мера движения — скалярно-векторная.

Если v значительно меньше c , то получаем те же выражения для энергии и импульса, которые имели в классической теории. Исследование меры движения физической системы в теории относительности показывает, что и здесь мера движения имеет скалярную и векторную составляющие, которые различны по отношению к различным инерциальным системам отсчета. Единство этих двух мер движения выражается в законе их преобразования, следствием которого является закон взаимосвязи массы и энергии:

$$E = mc^2, \quad \mathbf{P} = m\mathbf{v}.$$

Инертная масса связана и с импульсом, и с энергией, которые являются составляющими единой меры движения. Эта связь выражается законом взаимосвязи массы и энергии, в основе которого лежит существование абсолютной меры движения. Таково в общих чертах понятие меры движения в физике¹.

Рассмотрим еще один пример для выяснения вопроса об энергии как мере движения материи.

* * *

Благодаря открытию закона сохранения и превращения энергии было доказано единство и взаимная превращаемость всех физических и химических форм движения материи. На основании этого открытия было установлено, что при определенных условиях различные физические формы движения (механическая, тепловая, электромагнитная и т. д.) могут вызывать одинаковое изменение состояния физических

¹ Более подробно по этому вопросу см. статью В. С. Сорокина «Закон сохранения движения и мера движения в физике», УФН, т. 59, вып. 2, 1956.

систем. Так, например, одна и та же масса воды может быть нагрета на одинаковое число градусов различными способами: 1) путем трения за счет механического движения (с помощью прибора Джоуля), 2) посредством пропускания электрического тока через металлическую спираль, погруженную в воду, 3) обычным нагреванием с помощью спиртовки и т. д. В каждом из этих случаев можно определить одно и то же изменение состояния физической системы (нагревание на одно и то же число градусов данной массы воды) за счет превращения механической, электрической и т. д. форм движения в тепловую. Вследствие этого качественно различные формы движения можно сравнивать по тому одинаковому общему результату, который вызывается каждой из них в определенной физической системе. Благодаря этому и была установлена общая мера физических форм движения, выраженная в понятии энергии. Энергия может быть определена через некоторые основные параметры (координаты, скорость, температуру, давление, объем и т. д.), характеризующие состояние физической системы. Изменение такого рода величин и характеризует ту или иную форму движения.

Сравнение различных физических форм движения материи по тому, как они воздействуют на состояние некоторой физической системы, показало, что энергия одного вида превращается в другой вид в строго определенном количественном отношении. Это значит, что при превращениях качественно различных форм движения друг в друга (качественная сторона движения) движение ни создается, ни уничтожается (количественная сторона движения). Говоря иначе, в явлениях и процессах природы энергия не создается из ничего и не исчезает бесследно (количественная сторона закона сохранения и превращения энергии), а только превращается из одной формы в другую в строго определенном эквивалентном отношении (качественная сторона этого закона).

Факт количественного выражения энергии через величины, определяющие состояние физической системы (массу, скорость, координаты тел, напряженность электрического и магнитного поля и т. д.) указывает на неразрывную связь энергии с материей, на зависимость энергии от свойств движущейся материи.

Закон сохранения и превращения энергии, являясь абсолютным, всеобщим законом природы, служит естественнонаучной основой учения диалектического материализма о движении как изменении вообще, как форме существования материи.

Энгельс показал, что сущность этого закона не ограничивается выражением чисто количественного сохранения дви-

жения, как считали современные ему естествоиспытатели (Гельмгольц и др.). Он раскрыл и другую существенную сторону закона, доказав, что движение сохраняется не только в количественном, но и в качественном смысле, т. е. в том смысле, что этот закон выражает неуничтожимость способности материального движения ко все новым и новым превращениям из одной формы в другую, способности, не утрачиваемой ни при каких обстоятельствах. «Материя во всех своих превращениях, — подчеркивает Энгельс, — остается вечно одной и той же, ни один из ее атрибутов никогда не может быть утрачен...»¹.

С открытием закона сохранения и превращения энергии, по словам Энгельса, стирается последнее воспоминание о внемировом творце. Значение качественной стороны закона сохранения и превращения энергии, вскрытое Энгельсом, имеет огромное методологическое значение и в настоящее время в борьбе с различного рода идеалистическими «теориями» о творении материи из ничего и ее превращении в ничто, об уничтожимости движения и т. д.

Качественную и количественную стороны движения Энгельс рассматривает в их единстве, которое выражается в понятии энергии как мере физических форм движения при их взаимном превращении. Но закон сохранения и превращения энергии с необходимостью действует не только в процессах неорганической, но и в процессах органической природы. Физические и химические процессы являются тем базисом, на котором развиваются высшие формы движения материи. Неорганические формы движения материи являются наиболее распространенными в природе и продолжают свое существование внутри высших форм движения, тесно с ними переплетаясь и образуя единое целое. Высшие формы движения материи не могут существовать без низших, без физических и химических процессов, которые являются основой высших форм движения материи. Поэтому закон сохранения и превращения энергии, будучи непосредственно применим к процессам неорганической природы, является всеобщим законом природы, основным законом движения, а понятие энергии вместе с тем выражает общую меру движения в природе.

* * *

Качественно различные формы энергии в существенном и главном выражают собою соответствующие формы движения материи. Так, механическая форма энергии выражает механическую форму движения, тепловая форма энергии — тепло-

¹ Ф. Энгельс. *Диалектика природы*, 1955, стр. 19.

вую форму движения и т. д. Это существенное и главное заключается в законе сохранения и превращения энергии.

Имея в виду прежде всего методологическое значение закона сохранения и превращения энергии, Энгельс и Ленин часто употребляли понятие энергии и понятие движения в одинаковом смысле, подчеркивая тем самым, что понятие энергии выражает **материальное** движение. В борьбе с «энергетикой» Оствальда это обстоятельство диктовалось тем, что, как отмечал Ленин, в терминах «энергетики» также можно выразить материализм и идеализм, как и в терминах «опыта». В гносеологическом отношении Ленину важно было показать, что превращение энергии есть объективный процесс, не зависящий ни от человека, ни от человечества, а не идеи, символы, условные знаки, как это считали махисты. Однако понятие энергии, выражая существенное и главное — сохраняемость материального движения и взаимопревращаемость его форм, — не исчерпывает всего богатства форм движения материи, а понятие формы энергии не тождественно понятию формы движения. Указывая на неудовлетворительность термина «энергия», Энгельс писал, что «термин «энергия» отнюдь не дает правильного выражения всему отношению движения, ибо он охватывает только одну сторону его — действие, но не противодействие»¹.

Выдающийся русский физик А. Г. Столетов указывал на несостоятельность утверждения Оствальда о том, что энергетической характеристикой процессов якобы исчерпывается их сущность. Столетов подчеркнул, что исследованием только энергетической стороны процессов не исчерпывается наука о явлениях, что «попытки изложить всю физику, играя, так сказать, на одной струне, не могут быть состоятельны»².

Энергетической характеристикой процессов не исчерпывается даже такая низшая форма движения, как механическое перемещение, не говоря уже о высших формах движения материи. Механическая форма движения характеризуется законами Ньютона, которые были открыты задолго до установления понятия энергии. Для механической формы движения характерны такие понятия, как скорость, ускорение, момент силы, количество движения, момент количества движения, а также законы сохранения количества движения и момента количества движения. Этими понятиями и законами также пользовались в механике до введения в физику понятия энергии.

Указанные выше понятия и законы механики дают определенную характеристику механической формы движения, но

¹ Ф. Энгельс. Дialeктика природы, 1955, стр. 54.

² А. Г. Столетов. Собр. соч., том II, 1941, стр. 311.

непосредственно не вытекают из понятия энергии, не затрагивают энергетической стороны механической формы движения. При изучении этих понятий и законов механики не рассматривается вопрос о взаимном превращении механического движения и других форм движения, например, тепловой. Но если верен тот вывод, что энергетической характеристикой механических процессов не исчерпывается полностью их содержание, то тем более является правильным и другой вывод, что все стороны механической формы движения не могут быть полностью познаны и раскрыты без понятия энергии и закона ее сохранения и превращения. Это относится и к другим немеханическим формам движения материи и соответствующим им формам энергии¹.

Отсюда следует, что понятие механической формы движения материи имеет более богатое содержание, чем понятие механической формы энергии. Но понятие энергии и закон сохранения и превращения энергии отражают существенное и главное в характеристике материального движения — его несотворимость и неуничтожимость и способность к превращениям из одних форм в другие. Именно это обстоятельство имели в виду Энгельс и Ленин, отождествляя понятие энергии с понятием движения и рассматривая закон сохранения и превращения энергии как принцип неуничтожимости и несотворимости материального движения, как принцип превращаемости движения из одной формы в другую.

* * *

В истории науки «физическими» идеалистами неоднократно предпринимались попытки извратить понятие энергии, а тем самым лишить закон ее сохранения и превращения научного содержания и методологического значения.

В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин подверг резкой критике махистов-«энергетиков», пытавшихся трактовать понятие энергии идеалистически, и отстоял научную, материалистическую трактовку понятия энергии и закона ее сохранения и превращения, который он оценивал как установление основных положений материализма.

«Энергетизм» является разновидностью «физического» идеализма и тесно связан с «кризисом физики» конца XIX — начала XX века. Как известно, этот кризис физики выразился в том, что в период коренной ломки представлений клас-

¹ По вопросу о понятиях «форма энергии» и «форма движения» см также статью Н. Ф. Овчинникова «Понятие массы и энергии в современной физике и их философское значение» в сборнике «Философские вопросы современной физики», изд во АН СССР, 1952

сической физики о строении, свойствах материи и законах ее движения, некоторая часть физиков, не владея диалектическим материализмом, пыталась под влиянием махизма истолковать новые открытия физики в идеалистическом духе. В частности «энергетики» (Оствальд и др.) пытались заменить понятие материи понятием энергии, рассматривая последнюю, как нечто субъективное, т. е. зависящее от сознания человека. При этом они стремились опереться на закон сохранения и превращения энергии, который во второй половине XIX века в естествознании занял центральное место.

«Энергетики» считали, что всю физику и теорию познания можно построить, исходя из понятия энергии как основного понятия. Согласно Оствальду, энергия является субстанцией в самом широком смысле этого слова. Особенно важным результатом энергетического воззрения он считал замену понятия материи понятием «комплекса известных энергий». Однако замена понятия материи понятием комплекса энергий, зависящих от сознания человека, является лишь маскировкой основной посылки субъективного идеализма.

На заявление Оствальда о том, что все внешние явления могут быть изображены как процессы между энергиями и что это обстоятельство проще всего объяснить тем, что именно процессы нашего сознания являются энергетическими и это свойство передают всем внешним опытам, В. И. Ленин пишет: «Это — чистый идеализм: не наша мысль отражает превращение энергии во внешнем мире, а внешний мир отражает «свойство» нашего сознания»¹. Он разоблачил русского махиста А. Богданова, который утверждал, что энергия есть чистый символ соотношений между фактами опыта. Ленин подчеркивает, что в противоположность идеализму материализм рассматривает превращение энергии как объективный процесс, независимо от сознания человека и опыта человечества.

Энергетику Оствальда В. И. Ленин определяет как идеалистическую попытку мыслить движение без материи по случаю разложения считавшихся ранее неразложимыми частиц материи и открытия ранее невиданных форм материального движения.

Ленинская критика «энергетики» Оствальда сохраняет свое значение и в настоящее время. Современный «энергетизм», как и «энергетика» Оствальда, представляют собою попытку протащить в науку мысль о движении без материи, т. е. протащить философский идеализм. Основное положение как нового, так и старого «энергетизма» состоит в том, что

¹ В. И. Ленин. Соч., том 14, стр 258

все процессы природы, общества и мышления якобы можно свести к понятию энергии как всеобщей субстанции, устраняющей понятие материи и зависящей от сознания человека.

Не отрицая существования молекул, атомов, «элементарных» частиц, современные «энергетики» рассматривают микрочастицы вещества, как различные формы энергии, а под энергией понимают не материальное движение, а «чистую» энергию, лишенную материального носителя.

Трактовка понятия энергии как всеобщей субстанции, зависящей от сознания человека и устраняющей понятия материи (Оствальд), как чистого символа соотношений между фактами опыта (Богданов), как божьей воли в действии (Барнетт) и т. д., ничего общего не имеет с наукой и является идеалистической. Научное понятие энергии, как было показано выше, состоит в том, что она является одной из важнейших характеристик движущейся материи, мерой физических форм движения при их взаимном превращении.

