

ОСНОВЫ МЕТОДОВ СИНТЕЗА СИСТЕМ БЕЗОПОРНОГО ДВИЖЕНИЯ

© Юрьев Н. Я.

Ноябрь, 2015 г.

Лишь в конце работы мы обычно узнаём,
с чего нужно было её начинать.

Б. Паскаль

Содержание

1	Предисловие	1
2	ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	2
3	РАБОТА И ЭНЕРГИЯ	3
4	МЕТОДЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ БЕЗОПОРНОГО ДВИЖЕНИЯ	5
5	КПД ЗАМКНУТЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ	11

1 Предисловие

Содержание

Статья предназначена прежде всего для упорядочивания смыслового содержания терминов и определений, раскрывающих существо закона сохранения энергии и связанных с ним представлений собственно о самой работе и, обуславливающих её выполнение, способах преобразования энергии.

Необходимость в таком упорядочивании вызвана многочисленными примерами существующей неоднозначности при трактовке их существа и неочевидности восприятия смыслового содержания при подаче материалов, связанных с рассмотрением реальных физических пространственных процессов применительно к ранее неизвестным и даже ранее отвергаемым буквально на всех уровнях научной иерархии замкнутым транспортным системам, способным перемещаться в пространстве без их взаимодействия с массами внешней среды за счёт выполнения работ только лишь под действием внутренних сил.

Всё, что изложено в статье, направлено на раскрытие методов синтеза таких транспортных систем, которые, хотя, возможно, и не совсем верно, часто называют системами безопорного движения.

В статье дополнительно раскрыты и энергетические особенности работы таких транспортных систем, кажущиеся сегодня невероятными буквально для всех, кто не знаком с принципами их построения и работы.

2 ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Содержание

Начальное определение закона сохранения и превращения энергии дали немецкие учёные Ю. Майер и Г. Гельмгольц (XIX в.): *в замкнутой системе энергия может переходить из одних видов в другие и передаваться от одного тела к другому, но ее общее количество остаётся неизменным.*

Сначала обратим внимание на то, что «*в замкнутой системе энергия может переходить из одних видов в другие*».

Замкнутая система тел в механике — совокупность физических тел, у которых механические взаимодействия с внешними телами отсутствуют.

Трактовать и понимать эту констатирующую часть закона можно только однозначно: поскольку система является замкнутой, то вся механическая энергия в любых её видах за пределы этой системы не выходит.

Реальные же системы не являются изолированными в абсолютном смысле их понимания, поскольку всевозможные приращения энергии в виде тепловых потерь, сопровождающих выполнение работы, всегда существует.

Поэтому, используя закон сохранения энергии и рассматривая всю энергию именно как механическую её составляющую, потерями следует пренебрегать и учитывать их в составе приращения общей энергии с учётом коэффициента полезного действия η всей замкнутой системы, что и будет сделано в конце статьи.

Теперь обратим внимание в законе сохранения энергии на то, что она «*может передаваться от одного тела к другому*».

Трактовать и понимать эту констатирующую часть закона также можно только однозначно: замкнутая система, состоящая всего лишь из одного тела, не подпадает под действие этого закона.

Однако из этой же констатирующей части закона не следует, что уединённое тело не обладает энергией, а если допустить, что тело всё же обладает энергией, приращение которой

равно нулю, то такая энергия по определению является внутренней и реактивной, то есть, не совершающей работы, но само по себе поддержание в неизменном состоянии этой реактивной энергии, как известно, может сопровождаться и потерями перетоков мощности (по аналогии с потерями, сопровождающими перетоки реактивной мощности в электрических сетях), например, тепловыми потерями.

3 РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

Содержание

Прежде всего — о существовании работы и энергии.

По общему определению — работа A (механическая в том числе) численно равна приращению энергии ΔW .

Следовательно, для проведения анализа выполняемой работы всегда должны быть определены условия наличия начальных энергий каждого из взаимодействующих тел в замкнутой системе, по отношению которых как раз и могут быть выражены их приращения ΔW .

Исходя из условий закона сохранения энергии, всегда должны быть указаны, по крайней мере, две начальные величины энергий, которыми обладают взаимодействующие тела.

Начальная величина суммарной энергии, которой по определению обладает каждое из i взаимодействующих тел, описывается суммой $W_{\Sigma i}$ потенциальной W_{pi} и кинетической W_{ki} энергий:

$$W_{\Sigma i} = W_{pi} + W_{ki} \quad (1)$$

Теперь обратимся к рассмотрению всей суммарной энергии, которая по определению описывает сумму W_{Σ} потенциальных ΣW_{pi} и кинетических ΣW_{ki} энергий, имеющих в компонентах механической системы. Эта сумма всегда остаётся неизменной именно согласно закону сохранения энергии:

$$W_{\Sigma} = \Sigma W_{pi} + \Sigma W_{ki} = W_{p1} + W_{k1} + W_{p2} + W_{k2} = const \quad (2)$$

Полный дифференциал (2) имеет вид:

$$\Delta W_{\Sigma} = \Delta \Sigma W_{pi} + \Delta \Sigma W_{ki} = \Delta W_{p1} + \Delta W_{k1} + \Delta W_{p2} + \Delta W_{k2} = 0 \quad (3)$$

Исходя из упомянутого определения для закона сохранения энергии, её приращение в замкнутой системе должно быть равно нулю с учётом КПД η , то есть, приращение энергии ΔW_1 одного тела всегда должно быть равно приращению энергии ΔW_2 другого тела:

$$\Delta W_{p1} + \Delta W_{k1} = -\Delta W_{p2} - \Delta W_{k2} \quad (4)$$

Или:

$$\Delta W_{p1} + \Delta W_{p2} = -\Delta W_{k1} - \Delta W_{k2} \quad (5)$$

Знак минус в правой части равенства указывает на то, что изменение (увеличение) приращения кинетической энергии всегда противоположно изменению (уменьшению) потенциальной энергии, и наоборот.

В общем случае, на результаты проведения последующего анализа может не влиять то обстоятельство, являются ли потенциальные энергии тел вполне определёнными или аддитивными величинами. Но только в том случае, когда абсолютные их величины заведомо превышают те возможные приращения кинетических энергий, которые приобретут взаимодействующие тела.

Такое условие выполнимо, поскольку всегда можно выбрать величину такого общего приращения энергии, которая будет меньше как угодно малой величины потенциальной энергии.

При рассмотрении особенностей природы и видов существования потенциальной энергии вроде бы не должно возникать вопросов, поскольку сам по себе термин потенциал — в широком его смысле — обозначает наличие имеющихся средства для последующего их использования.

Применительно к техническим средствам под потенциальной понимается такая энергия, приращение которой может быть использовано для выполнения механических работ вне зависимости от вида её существования в рассматриваемом объекте её содержания: скрученная пружина, электрическое или магнитное потенциальное поле, заряженный электрический аккумулятор, вращающийся маховик, скрученный резиновый жгут, энергия воды в плотине и т.п.

При рассмотрении же кинетической энергии заметны явные перебои или недоборы, существо которых состоит в том, что чаще всего при недоборах анализируется не полная энергия тела в соответствии с теоремой Кёнига, а только одна из её составляющих: энергия вращательного или поступательного движения, что недопустимо применительно к существу закона сохранения энергии, а при переборах могут даже встречаться упоминания о чём-то неведомом науке, например, о «тёмной» энергии, которая, мягко говоря, не может быть учтена в математических формулах, описывающих механические процессы.

Полная кинетическая энергия тела всегда определяется в соответствии с теоремой Кёнига:

$$W_{\Sigma} = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \quad (6)$$

Полный дифференциал (приращение) полной кинетической энергии (6) имеет вид:

$$\Delta W_{\Sigma} = \frac{m\Delta(v^2)}{2} + \frac{J\Delta(\omega^2)}{2} \quad (7)$$

После подстановки (7) в (5), получаем общее уравнение баланса приращений потенциальных и кинетических энергий входящих в состав замкнутой системы тел при их поступательном

и/или вращательном движении:

$$\Delta W_{p1} + \Delta W_{p2} = -\frac{m_1 \Delta(v_1^2)}{2} - \frac{J_1 \Delta(\omega_1^2)}{2} - \frac{m_2 \Delta(v_2^2)}{2} - \frac{J_2 \Delta(\omega_2^2)}{2} \quad (8)$$

Из этого равенства следует, что любое приращение кинетической энергии вращательного и/или поступательного движения любого из входящих в состав замкнутой системы тел возможно, но только за счёт приращения общей или любой из частных составляющих потенциальной их энергии, если таковые имеются.

4 МЕТОДЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ БЕЗОПОРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Содержание

Для изучения и практического использования методов проведения синтеза замкнутых систем безопорного движения будем исходить из того, что такие системы должны иметь практическую направленность их использования в виде, например, транспортных средств, поэтому должны иметь некий стапель в виде салона, в котором можно размещать пассажиров или грузы и некий механизм, посредством которого такое транспортное средство сможет перемещаться в пространстве без взаимодействия с массами внешней среды в качестве опоры.

Исходя из такой простейшей компоновки, будем считать стапель вместе с салоном — телом с массой m_1 и с моментом инерции J_1 , а механизм приведения в движение такой транспортной системы — телом с массой m_2 и с моментом инерции J_2 .

В результате выбора такой компоновки, замкнутая транспортная система безопорного движения оказалась двухмассовой, по отношению которой позволительно применить баланс энергии (8).

Теперь сформулируем некоторое подобие технического задания, то есть описание того изделия, которое хотим получить, с указанием его технических характеристик.

Техническое задание

- Наименование изделия — макет транспортной системы безопорного движения.
- Количество используемых масс — две (стапель и механизм формирования силы тяги).
- Количество источников энергии - один (встроенный в механизм источник потенциальной энергии в виде спиральной пружины).
- Вид движения стапеля — поступательное.

- Работоспособность изделие проверяется на поворотной платформе.

Сопоставляем требования технического задания с балансом (8) энергии изделия и убираем из баланса те его составляющие, которые не требуется, и в итоге получаем:

$$\Delta W_{p2} = -\frac{m_1 \Delta(v_1^2)}{2} - \frac{J_1 \Delta(\omega_1^2)}{2} - \frac{m_2 \Delta(v_2^2)}{2} \quad (9)$$

Правая часть равенства указывает на то, что приращение кинетической энергии тела с массой m_1 и с моментом инерции J_1 должно происходить в результате одновременного формирования приращения квадрата скорости вращательного и поступательного движения, а приращение кинетической энергии тела с массой m_2 и с моментом инерции J_2 должно происходить только результате формирования приращения квадрата скорости поступательного движения.

Из курса физики и теоретической механики известно, что одновременное формирование приращения квадрата скорости вращательного и поступательного движения может осуществляться путём воздействия на тело моментом силы, то есть, такой силы, на направлении действия которой не лежит центр масс этого тела, а формирование приращения квадрата скорости поступательного движения может осуществляться путём воздействия силой на центр масс тела.

Поскольку замкнутая система безопорного движения состоит, согласно техническому заданию, только из двух тел, то источник потенциальной энергии размещаем в составе того тела, изменение величины полной кинетической энергии которого в результате его взаимодействия с другим телом вызывает изменение кинетической энергии последнего.

Функционально конструкция такой системы безопорного движения может выглядеть так, как представлено на (рис. 1).

Правое тело, представляющее собой салон транспортного средства, который обладает массой m_2 и моментом инерции J_2 . К его центру масс приложена сила F со стороны спиральной пружины, закреплённой на оси левого тела с массой m_1 и моментом инерции J_1 .

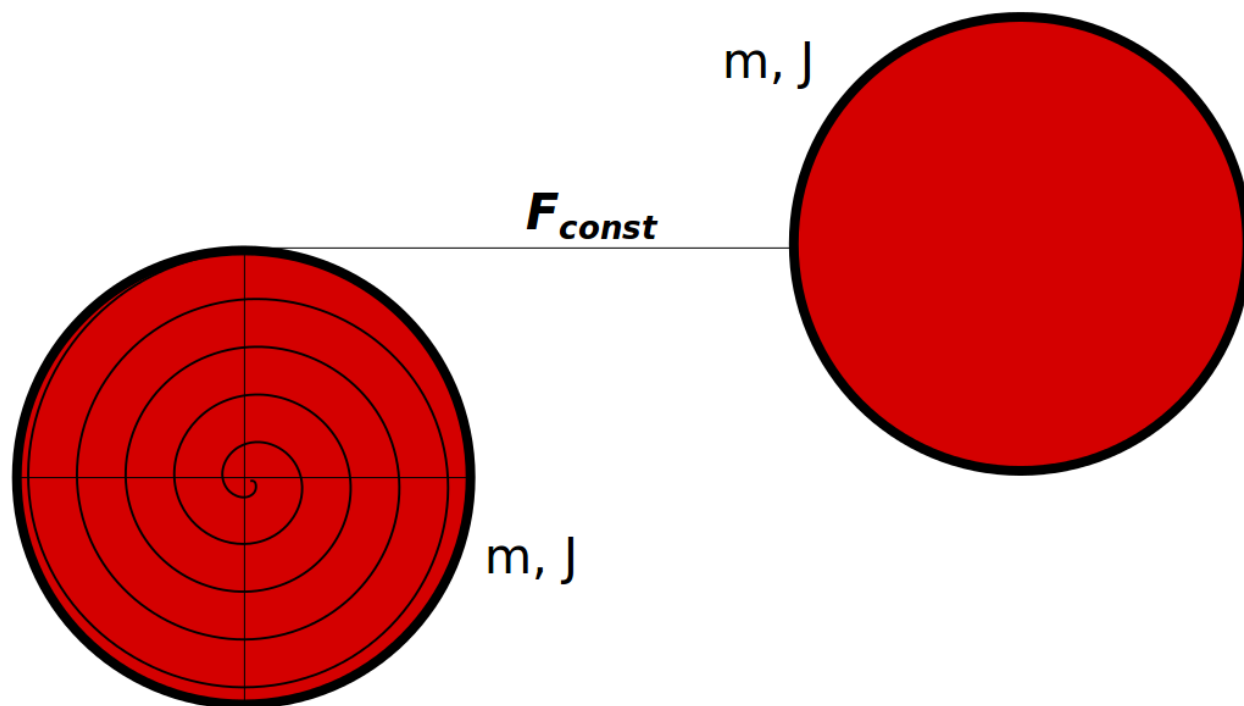


Рис. 1.

В левое тело, выполняющее роль механизма приведения в движение всей замкнутой транспортной системы, встроен источник потенциальной энергии в виде спиральной пружины или предварительно растянутого и затем уложенного в паз резинового жгута. Конструктивно это выглядит примерно так, как изображено на (рис. 2):

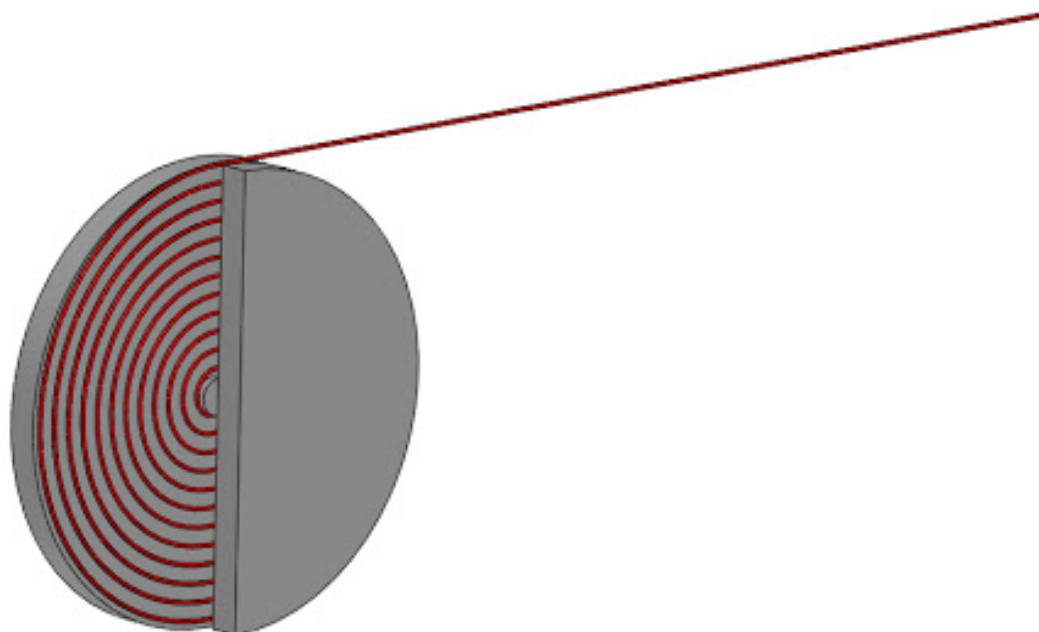


Рис. 2.

В результате действия силы F со стороны спиральной пружины (резинового жгута), потенциальная энергия W_p , запасённая в её элементах после предварительного скручивания, высвобождается и преобразуется одновременно в кинетическую энергию вращательного и поступательного движения левого тела (механизма), и в кинетическую энергию поступательного движения правого тела (салона) транспортного средства.

Такая простейшая конструкция замкнутой транспортной системы перемещения в пространстве без её взаимодействия с массами внешней среды может быть использована в качестве демонстрационного пособия при изучении закона сохранения энергии, а также при принципа работы собственно самой системы безопорного движения.

Отличительной особенностью такой простейшей системы является то, что в ней использован принцип однополупериодного действия внутренних сил, который требует времени после полного расходования потенциальной энергии пружины для последующего перемещения центра масс левого тела в исходное положение и для пополнения запаса потенциальной энергии пружины (резинового жгута).

На (рис. 3) представлена также простейшая конструкция системы безопорного движения, но уже двухполупериодного действия, поясняющая процесс непрерывного поочерёдного высвобождения потенциальной энергии при одновременном перемещении центра масс одного из левых тела в исходное положение.

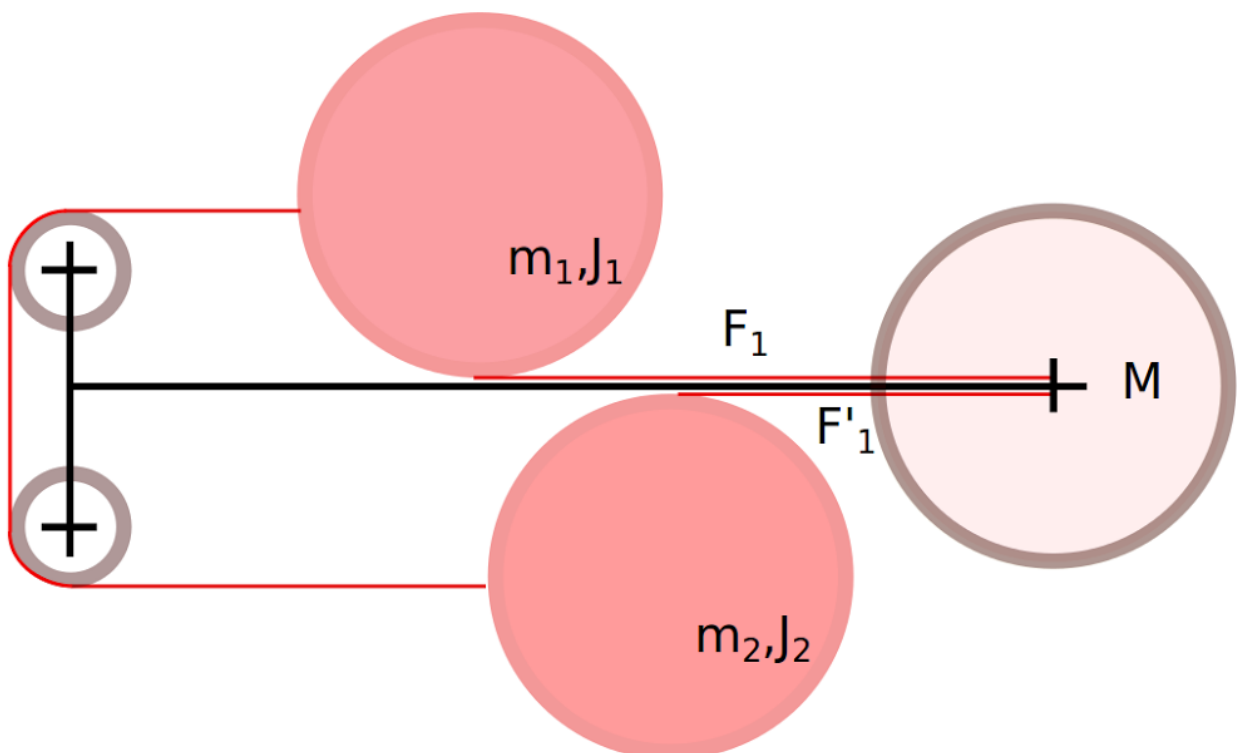


Рис. 3.

Если же в качестве источника потенциальной энергии применяется, например, электрический аккумулятор, то используется одна из схем, представленных на (рис. 4) и (рис. 5) представлена также простейшая конструкция системы безопорного движения, но уже двухполупериодного действия, поясняющая процесс непрерывного поочерёдного высвобождения потенциальной энергии при одновременном перемещении центра масс одного из левых тела в исходное положение.

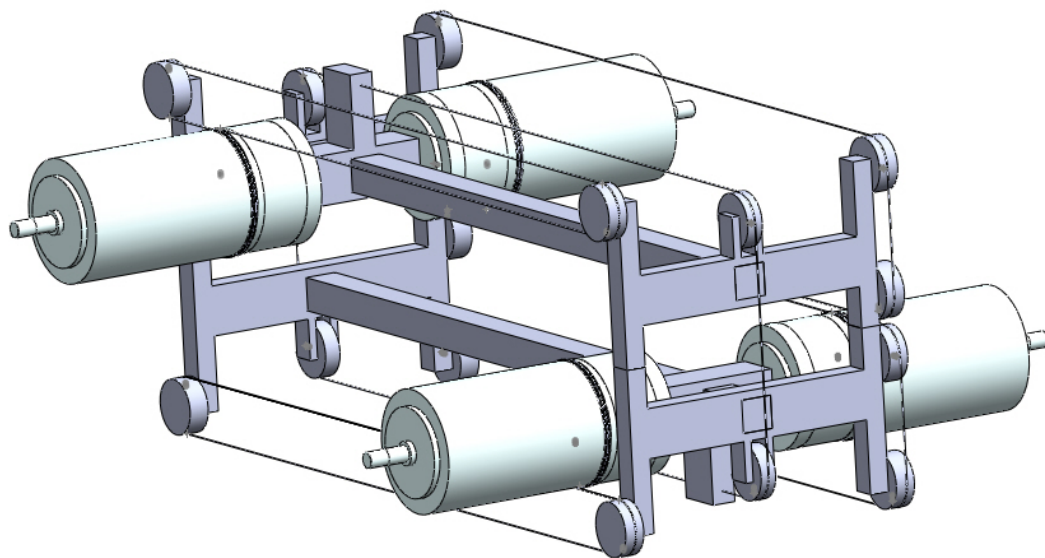
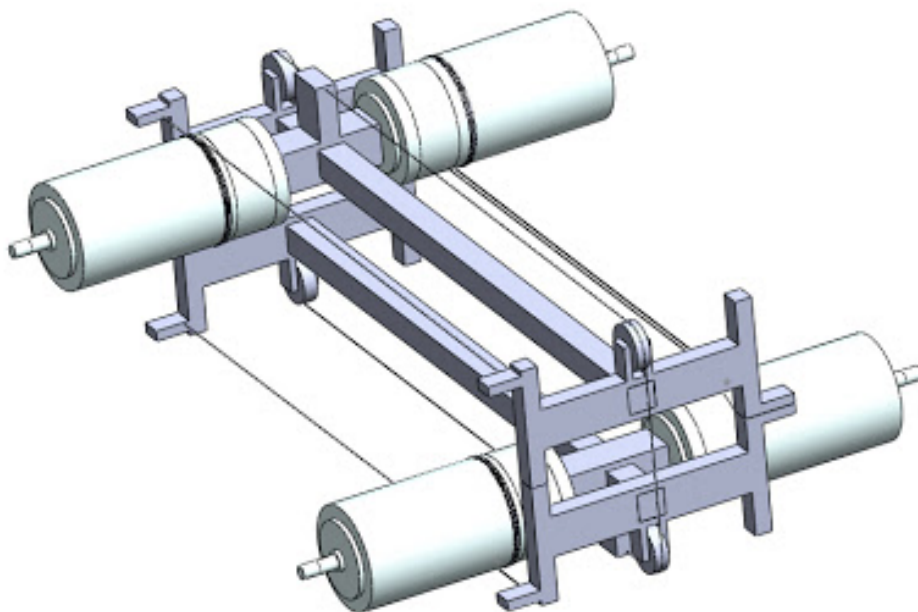


Рис. 4.



На (рис. 4) и (рис. 5) в качестве механизмов формирования силы тяги использованы соосно сочленённые роторами электрические мотор-генераторы, обладающие собственными массами и моментами инерции и способные работать в двигательном или генераторном режимах, соответственно потребляя энергию из электрического источника или возвращая в процессе рекуперации.

Принцип работы замкнутой системы безопорного движения, представленной на (рис. 4), основан на том, что поочерёдно, через каждую половину периода повторяемости перемещения центров масс между крайними положениями, к верхним и нижним тягам чрез шкивы прикладывается сила F , формируемая, например, электродвигателями постоянного или переменного тока, подключёнными через полупроводниковые преобразователи к электрическому аккумулятору (электродвигатели, полупроводниковый преобразователь и электрический аккумулятор — на рисунке не показаны), в результате чего к стапелю (салону) непрерывно прикладывается F ровно такая же сила, под действием которой вся замкнутая система приобретает ускорение поступательного движения.

При использовании такого принципа положение центра масс всей замкнутой системы безопорного движения относительно её корпуса не изменяется, а почти вся работа сил по перемещению центров масс мотор-генераторов по почти замкнутому контуру равна нулю.

Почему «почти»? Да потому, что за каждый очередной полупериод действия силы F , под действием которой общий центр масс всей системы ускоренно перемещается, положение его в пространстве приобретает приращение и центры масс мотор-генераторов возвращаются не в первоначальное положение в пространстве а в несколько иное.

Принцип работы замкнутой системы безопорного движения, представленной на (рис. 5), основан на том, что поочерёдно, через каждую половину периода повторяемости перемещения центров масс между крайними положениями, к верхним и нижним тягам чрез шкивы прикладывается сила F , формируемая непосредственно самими мотор-генераторами, также подключёнными через полупроводниковые преобразователи к электрическому аккумулятору (электродвигатели, полупроводниковый преобразователь и электрический аккумулятор — на этом рисунке не показаны), в результате чего к стапелю (салону) непрерывно прикладывается F ровно такая же сила, под действием которой вся замкнутая система приобретает ускорение поступательного движения.

Закон сохранения энергии в замкнутой системе предусматривает обмен энергией между входящими в её состав телами. В представленных на (рис. 4) и (рис. 5) схемах, вся приобретённая мотор-генераторами кинетическая энергия вращательного движения рекуперируется в электрическую энергию и аккумулируется электрическим аккумулятором для её последующего

5 КПД ЗАМКНУТЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Содержание

Замкнутые изменяемые многомассовые системы для линейного и/или углового перемещения в любом месте пространства без взаимодействия с массами внешней среды в качестве опоры, основанные на применении известных законов сохранения полной энергии в замкнутых системах, не противоречат общему принципу преобразования полной внутренней энергии и не противоречат известным законам теоретической механики и физики, в том числе и закону преобразования полной кинетической энергии согласно теореме Кёнига.

Реализованные замкнутые транспортные системы приобретают свойства, недоступные разомкнутым транспортным системам, поскольку все величины приращений кинетических энергий поступательно и вращательно перемещающихся составляющих масс m_i , входящих в состав их общей массы m , формируются исключительно в результате непрерывного прямого и обратного преобразования приращений кинетической в приращение потенциальной энергии её бортовых источников и определяются только величинами выполненных работ по перемещению масс самой транспортной системы и массы груза, размещённого на ней, из которых одна часть работ совершается в результате преодоления сил противодействия со стороны среды перемещения, в том числе и гравитационных сил, а другая часть работ совершается в результате придания всем массам линейных и угловых ускорений, увеличивающих кинетическую энергию всей системы.

В разомкнутой же транспортной системе любые тяговые усилия для перемещения её масс формируются всегда исключительно только за счёт их взаимодействия с массами внешней опорной средой. Это относится ко всем видам транспортных средств, движущихся по земле, в атмосфере, воде или в космосе с принудительными средствами взаимодействия их с внешней средой, когда в качестве опоры используется грунт, воздух, вода или продукты сгорания реактивных двигателей.

Во всех известных и используемые сегодня видах транспортных средств все приращения потребляемой ими энергия расходуются не только на перемещение непосредственно самих объектов, но и на перемещение тех масс, которые выступают по отношению к ним в качестве опоры, будь то масса Земли, воздуха, воды или массы сгорающего в реактивном двигателе топлива. Но несмотря на это, почему-то исторически было принято считать, что полезной является только та часть выполненной работы, которая расходуется непосредственно на перемещение масс самого объекта перемещения.

Та же часть работы, которая одновременно выполняется и при перемещении масс внешней опоры, просто не включалась в состав расчёта, несмотря на то, что такая сопутствующая работа всё-равно выполняется силами воздействия на эти опоры со стороны разомкнутой транспортной системы. Приращения полной расходуемой или приращения полной приобретаемой энергии при выполнении таких работ всегда существует, и неважно, как их называть — полезными или сопутствующими, но без приобретения массами внешних опор этих приращений энергии, разомкнутая транспортная система принципиально не способна ускоряться.

Ведь согласно закону сохранения энергии в замкнутой системе «планета — транспортное средство», баланс величины приращения всей преобразуемой энергии должен сохраняться.

А он таков, это прямо следует из (8), что из всего суммарного приращения энергии $\Delta W_{\Sigma p}$ системы «планета — транспортное средство» одна её часть ΔW_p расходуется непосредственно на выполнение работ по перемещению масс самого объекта перемещения, и ровно такая же по величине вторая часть её полного приращения ΔW_o расходуется непосредственно на выполнение работ по перемещению масс внешней опоры, а третья часть в виде величины ΔW_η — является величиной приращения энергии потерь, сопровождающих процесс преобразования всей преобразуемой энергии.

Следовательно, в процессе приведения в движение разомкнутой транспортной системы, баланс всей преобразуемой энергии $\Delta W_{\Sigma p}$, с учётом того, что $\Delta W_p = \Delta W_o$, математически может быть выражен одним из трёх равенств (10), (11), (12):

$$\Delta W_{\Sigma p} = \Delta W_p + \Delta W_o + \Delta W_n \quad (10)$$

$$\Delta W_{\Sigma p} = 2 \cdot \Delta W_p + \Delta W_n \quad (11)$$

$$\Delta W_{\Sigma p} = 2 \cdot \Delta W_o + \Delta W_n \quad (12)$$

Это прямо следует из того, что без выполнения работы по перемещению массы внешней опоры не может быть выполнена работа при перемещении массы самой транспортной системы, поэтому считать работы сил при перемещении массы внешней опоры бесполезными и исключать их из баланса всей потребляемой и расходуемой энергии, значило бы — нарушать сами условия существования такого баланса, поскольку на выполнение этих работ также затрачивается часть всей энергии, потребляемой транспортной системой.

В связи с таким смысловым содержанием учёта полного баланса приращения энергии, коэффициент η полезного действия любой транспортной системы нужно считать по формуле, учитывающей эти особенности энергетического баланса:

$$\eta = \frac{\Delta W_{\Sigma p} - \Delta W_n}{\Delta W_{\Sigma p}} = \frac{\Delta W_p + \Delta W_o}{\Delta W_p + \Delta W_o + \Delta W_n} = \frac{2 \cdot \Delta W_p}{\Delta W_{\Sigma p}} = \frac{2 \cdot \Delta W_o}{\Delta W_{\Sigma p}}, \quad (13)$$

где $\Delta W_p + \Delta W_o = 2 \cdot \Delta W_p = 2 \cdot \Delta W_o$ — суммарная величина приращения той энергии, которая численно равна сумме работ, выполняемых силами приведения в движение масс самого объекта перемещения и силами приведения в движение масс внешней по отношению к нему опоры.

Предел, к которому может стремиться максимально возможная величина КПД любой системы при стремлении приращения величины потерь энергии ΔW_n к нулю, согласно (13) равен единице:

$$\lim_{\Delta W_n \rightarrow 0} \eta = \lim_{\Delta W_n \rightarrow 0} \frac{\Delta W_{\Sigma p} - \Delta W_n}{\Delta W_{\Sigma p}} = 1 \quad (14)$$

Но в результате такого полного учёта величин, характеризующих энергетический баланс системы, совершенно иную величину и совершенно иное смысловое содержание начинает приобретать КПД разомкнутой транспортной системы после того, как приращение величины энергии, затрачиваемой на приведение в движение масс внешней опоры, не исключается из расчёта, а учитывается в составе сопутствующих потерь, в результате чего формула (13), но уже применительно к расчёту величины КПД разомкнутой транспортной системы η_p , приобретает вид:

$$\eta_p = \frac{\Delta W_{\Sigma p} - \Delta W_o - \Delta W_n}{\Delta W_{\Sigma p}} = \frac{\Delta W_p}{\Delta W_p + \Delta W_o + \Delta W_n} = \frac{\Delta W_p}{2 \cdot \Delta W_p + \Delta W_n} = \frac{\Delta W_p}{2 \cdot \Delta W_o + \Delta W_n} \quad (15)$$

Из (15) следует, что когда работа сил по перемещению масс самой системы равна работе сил по перемещению масс внешней опоры, а потери, сопровождающие процессы преобразования энергии, стремятся к нулю, то величина максимально возможного КПД разомкнутой транспортной системы может стремиться всего лишь к $\eta_p = 0,5$:

$$\lim_{\Delta W_n \rightarrow 0} \eta_p = \lim_{\Delta W_n \rightarrow 0} \frac{\Delta W_p}{\Delta W_{\Sigma p}} = 0,5 \quad (16)$$

Иногда применяется формула расчёта КПД разомкнутой транспортной системы в таком виде:

$$\eta_p = \frac{\Delta W_p}{\Delta W_p + \Delta W_n}, \quad (17)$$

где $\Delta W_p + \Delta W_n$ — может ошибочно пониматься как вся величина приращения потреблённой энергии, а ΔW_p — может ошибочно понимать как приращение полезно затраченной энергии.

Ошибочность может состоять в том, что именно в таком виде в формуле могут не учитываться приращения затрат энергии на перемещение масс внешней опоры, что позволяет получать совершенно абсурдные результаты.

Действительно, приращения затрат энергии на перемещение масс внешней опоры в разомкнутой транспортной системе всегда остаются невосполнимыми, и поэтому относить их к полезным работам нецелесообразно, а вот если относить их к сопутствующим потерям, то корректность расчётов сохраняется.

Именно эта неряшливая особенность учёта КПД разомкнутых систем позволяет в некоторых случаях ошибочно утверждать, что, якобы, очень точные экспериментальные исследования

принципов работы некоторых устройств, а такими сообщениями особенно интернет сейчас заполнен, выявили, что их КПД даже превышает единицу.

Причина же получения таких неожиданных ложных результатов как раз и кроется в самом неверном подходе к расчётам КПД в результате неправильного использования формул.

Действительно, если замкнутая транспортная система потребляет, например, 100 единиц приращения энергии, из которых 40 единиц расходуются на выполнение полезной работы по перемещению её общей массы в течение первой половины периода действия сил, 40 единиц расходуются на выполнение полезной работы по перемещению её общей массы в течение второй половины периода действия сил, а 20 единиц являются сопутствующими потерями при выполнении этих работ в течение полного периода действия этих сил, то при полном учёте энергетического баланса такой замкнутой транспортной системы по формуле (13) получаем следующий результат:

$$\eta_z = \frac{40 + 40}{40 + 40 + 20} = \frac{80}{100} = 0,8, \quad (18)$$

Если же разомкнутая транспортная система потребляет, например, 100 единиц приращения энергии, из которых 40 единиц расходуются на выполнение полезной работы при перемещении её массы, 40 единиц расходуются на выполнение сопутствующей работы при перемещении массы внешней опоры, а 20 единиц являются потерями, сопутствующими процессу выполнения этих работ, то при полном учёте энергетического баланса такой разомкнутой транспортной системы по той же формуле (15) получаем уже следующий результат:

$$\eta_p = \frac{100 - 40 - 20}{100} = \frac{40}{100} = 0,4 \quad (19)$$

В случае же, когда при расчёте КПД по формуле (17) из величины приращения затрат энергии и из величины приращения полезной энергии исключается величина приращения той энергии, которая расходуется на приведение в движение масс внешней опоры, может получиться совершенно иной и ошибочный результат:

$$\eta_p = \frac{40}{40 + 20} = \frac{40}{60} = 0,67 \quad (20)$$

Различие результатов (18) и (19) указывает на двукратное превышение КПД замкнутой системы от КПД разомкнутой системы, а различие результатов (19) и (20) указывает на то, что использование разного подхода к учёту баланса приращения потребляемой и расходуемой энергии может приводить к ошибочным результатам.

Поскольку в замкнутой транспортной системе отсутствует внешняя опора, то баланс приращения преобразуемой энергии $\Delta W_{\Sigma z}$ в ней имеет вид:

$$\Delta W_{\Sigma z} = 2 \cdot \Delta W_p + \Delta W_n \quad (21)$$

При этом общая формула (13) для определения КПД любой транспортной системы, в случае применения её к расчёту КПД замкнутой транспортной системе перемещения в пространстве, с учётом (16) принимает вид:

$$\eta_z = \frac{\Delta W_{\Sigma z} - \Delta W_n}{\Delta W_{\Sigma z}} = \frac{2 \cdot \Delta W_p}{\Delta W_p + \Delta W_n} = \frac{2 \cdot \Delta W_p}{\Delta W_{\Sigma z}} \quad (22)$$

Предел, к которому стремится отношение КПД замкнутой транспортной системы перемещения в пространстве (22) к КПД разомкнутой транспортной системы (16) при стремлении приращения величины энергии потерь ΔW_n и величины сопутствующих потерь к нулю, равен:

$$\lim_{\Delta W_n \rightarrow 0} \frac{\eta_z}{\eta_p} = 2 \quad (23)$$

Это есть первое отличие замкнутой транспортной системы от разомкнутой, состоящее в двукратном превышении их КПД над КПД последних и указывающее на то, что в случае использования замкнутой транспортной системы, при одном и том же приращении величины потребляемой энергии, можно выполнить такую полезную работу, которая будет в два раза превышать ту, которую способна выполнить разомкнутая транспортной система при одних и тех же величинах приращений потерь энергии, которые сопровождают процессы её преобразования в обеих системах, а при равных величинах мощностей выполнения работ, мощность преобразования энергии в замкнутой системе в два раза меньше мощности преобразования энергии в разомкнутой системе.

Второе и, возможно, не менее важное отличие замкнутой системы от разомкнутой состоит в том, что та величина приращения энергии, которая расходуется на ускорение системы или преодоление сил земного или иного планетного притяжения, при замедлении системы или при возврате её на Землю или при посадке на иную планету в условиях действия земного или иного планетного притяжения, будет рекуперироваться в приращение кинетической энергии встроенного в замкнутую систему аккумулятора и сохраняться в виде потенциальной энергии для её последующего использования.

Это свойство замкнутой транспортной системы перемещения в пространстве объясняется, без раскрытия существа способа реализации режима рекуперации энергии, тем, что, поскольку работа внешних сил по перемещению тела по замкнутому контуру, например в стационарном поле потенциальных сил, всегда равна нулю, то, следовательно, и работа внутренних, в виде таких же по величине и противоположных по направлению сил реакций этого же тела на внешние воздействия при его перемещениях по тому же замкнутому контуру, — также всегда равна нулю.

Это второе свойство замкнутых транспортных систем порождает уже совершенно новые и невиданные ранее возможности по возобновляемому использованию начального запаса потенциальной энергии, поскольку приращение энергии встроенного её источника (аккумулятора) в

виде её убыли сначала преобразуется в приращение кинетической энергии масс всей замкнутой многомассовой изменяемой системы перемещения в пространстве при её ускорении, а затем, в процессе рекуперативного торможения, под действием внешних ускоряющих сил земного или иного планетного притяжения, – вновь преобразуется в приращение энергии встроенного аккумулятора.

В итоге, при перемещении замкнутой системы, например, по межпланетным маршрутам с посещением нескольких планет, невозполнимой оказывается только та часть приращения энергии, которая выделяется в виде потерь при преобразовании требуемого количества энергии на каждом этапе спуска системы на поверхность планеты и последующем этапе выхода её в космос.

КПД современных электромеханических преобразователей энергии достигает величины $\eta_n = 0,98$, то есть, на потери расходуется всего лишь 2% от всей величины преобразуемой энергии, следовательно, замкнутая транспортная система перемещения в пространстве при двукратном запасе энергии, необходимом для подъёма с поверхности самой «трудной» планеты, позволяет уже сегодня в одном маршруте посещать свыше 50 разных планет или совершать свыше 50 посещений космоса с поверхности Земли.

А с учётом того, что пополнение бортового запаса энергии транспортной системы может осуществляться за счёт, например, солнечных батарей, то реально достижимыми становятся и неограниченные по времени межпланетные маршруты.

Из этого следует, что по сравнению с существующими, замкнутые транспортные системы перемещения в пространстве способны перемещаться дальше, выше и быстрее, а в автономном режиме функционировать практически неограниченно долго, поскольку при равной мощности потерь энергии они развивают в два раза большие тяговые усилия, при которых тактические и технические характеристики их могут в два раза превышать аналогичные характеристики разомкнутых систем, а возможность многократного использования всего бортового запаса энергии в десятки раз расширяет их эксплуатационные возможности по сравнению со всеми существующими видами транспортных систем.

Следовательно, по сравнению с транспортными средствами, в основе которых для перемещения использованы принципы работы разомкнутых систем, новые транспортные средства, в основе которых для перемещения в пространстве использованы принципы работы замкнутых систем, при одном и том же запасе энергии, способны выполнять не только в два раза большую работу, но и восполнять энергию, затраченную при выполнении некоторых видов работ, связанных с действием на них сил планетного притяжения.

Эффект энергетический, эксплуатационный и технический — налицо.

По существу, лишь один только перевод транспортных средств на работу в режиме замкнутых систем перемещения с автономным энергоснабжением позволяет при тех же затратах энер-

гии выполнять более чем в два раза большую работу, а с учётом особенностей КПД, например двигателей внутреннего сгорания, — более чем в шесть раз большую работу, а это равносильно экономии более чем в пять раз количества производимой для них энергии, производство которой на её стоимость как раз и определяет тот экономический эффект, который в результате этого может быть получен.

Исходя из существующего сегодня реального потребления энергетических ресурсов различными видами транспортных систем, и при учёте того, что перевод транспорта в режим работы замкнутых систем обеспечивает реальное уменьшение потребляемой энергии более чем в пять раз (это без учёта той величины дополнительной экономии энергии, которая образуется в результате использования режима рекуперативного торможения, сопровождающимся возобновлением запаса энергии), необходимость в расширенном воспроизводстве энергии и энергетических ресурсов уже сегодня отпадает.

Содержание