

**Заключение.** Данное преобразование магнитной энергии можно расценивать как двигатель с бесконечным количеством энергии, преобразованной из магнитной в механическую. Полученную энергию можно использовать в различных машинах с небольшой потребляемой мощностью. У данной установки есть небольшой минус — возможность (со временем) уменьшения магнитной силы или вообще смена магнитного полюса на каждом втором кольце в связи с постоянным нахождением магнитов в одном и том же положении относительно друг друга.

#### Список цитируемых источников

1. *Преображенский, А. А.* Магнитные материалы и элементы : учеб. для студентов вузов по специальности «Полупроводники и диэлектрики» / А. А. Преображенский, Е. Г. Бишард. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1986. — 352 с.
2. *Вонсовский, С. В.* Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро- и ферримангнетиков : монография / С. В. Вонсовский. — М. : Наука, 1971.

УДК 550.344.33

Я. Ю. Юшкевич

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЗЕМЛИ

**Введение.** Любое упругое тело можно посредством соответствующего возбуждения привести в характерные для этого тела колебания. Примерами могут служить колокол, скрипичная струна или столб воздуха в трубе органа. Земля — тоже упругое тело, и в результате природных явления в ней могут начаться естественные колебания. Фигура Земли близка к эллипсоиду вращения. Когда Луна и Солнце не лежат в плоскости земного экватора, силы их притяжения стремятся развернуть Землю так, чтобы экваториальные вздутия фигуры располагались по линии, соединяющей центры масс Земли, Луны и Солнца. Но Земля не поворачивается в этом направлении [1].

**Основная часть.** Моменты сил притяжения, которые действуют на экваториальные вздутия, меняются в зависимости от положений Луны и Солнца по отношению к Земле. Когда Луна и Солнце находятся в плоскости земного экватора, моменты сил исчезают, а когда склонения Луны и Солнца максимальны, то и величина момента наибольшая. Вследствие таких колебаний моментов сил тяготения наблюдаются нутации (лат. nutatio колебание) оси вращения Земли, складывающиеся из ряда небольших периодических колебаний. Главнейшее из них имеет период 18,6 года — время обращения узлов орбиты Луны. Движение с этим периодом происходит по эллипсу. Большая ось эллипса перпендикулярна направлению движения и равна  $18,4''$ ; малая параллельна ему и равна  $13,7''$ . Таким образом, ось вращения Земли описывает на небесной сфере волнообразную траекторию, точки которой находятся на угловом расстоянии в среднем около  $23^{\circ}27'$  от полюса эклиптики. Приливные выступы постоянно перемещаются по земной поверхности вслед за Луной и Солнцем с востока на запад, т. е. в направлении, обратном суточному вращению Земли. Естественно, что при таком перемещении в океанах и в Земле возникают силы трения, которые тормозят вращение планеты. Благодаря этому происходит вековое замедление вращения Земли. Из-за этого сутки могут удлиняться на  $0,003$  с за 100 лет. Таким образом, неравномерности вращения Земли почти не связаны с влиянием приливного трения, а вызываются другими причинами.

Земные приливы играют заметную роль и в колебаниях скорости вращения Земли с периодами менее одного месяца. Приливообразующая сила растягивает Землю вдоль прямой, соединяющей ее центр с центром возмущающего тела — Луны или Солнца. При этом сжатие Земли увеличивается, когда ось растяжения совпадает с плоскостью экватора, и уменьшается, когда ось растяжения отклоняется к тропикам. Момент инерции сжатой Земли больше, чем недеформированной. А поскольку момент импульса Земли (т. е. произведение ее момента инерции на угловую скорость) должен оставаться постоянным, то и скорость вращения сжатой Земли меньше, чем недеформированной. При движении Луны и системы Земля—Луна склонения Луны и Солнца и расстояния от Земли до Луны и Солнца постоянно меняются. Поэтому приливообразующая сила колеблется во времени соответствующим образом, что в конечном итоге и вызывает приливную неравномерность вращения Земли.

Чем может быть обусловлена неприливная неравномерность вращения Земли и движение полюсов? Имеется много процессов, которые могут влиять на вращение Земли. Например, изменения в распределении воздушных масс в атмосфере, снежного и ледяного покровов, осадков и растительности на земной поверхности, вариации уровня Мирового океана, взаимодействие ядра и мантии Земли, извержения вулканов, землетрясения, воздействия внешних сил и др.

В течение года массы воздуха и влаги (воды, снега и льда) перераспределяются между материками и океанами, а также между Северным и Южным полушариями. Так, в январе масса воздуха над континентом Евразия на  $6 \cdot 10^{15}$  кг больше, чем в июле. От января к июлю из Северного полушария в Южное переносится  $4 \cdot 10^{15}$  кг воздуха. В течение всей зимы происходит накопление снега в северных районах Евразии и Северной Аме-

рики. Весной же снег тает, влага возвращается в Мировой океан. Все это меняет момент инерции Земли и оказывает влияние на ее вращение. Сезонное перераспределение воздушных и водных масс мало влияет на сезонную неравномерность вращения Земли, но почти полностью обуславливает вынужденное движение полюсов.

Движение полюсов возникает, когда ось вращения Земли отклоняется от оси наибольшего момента инерции Земли. Однако оно должно затухать со временем, так как энергия свободного движения полюсов превращается в Земле в тепло. Отсутствие затухания свободного движения полюсов указывает на то, что имеются какие-то процессы, непрерывно его поддерживающие. К таким процессам можно отнести землетрясения, электромагнитное взаимодействие ядра и мантии Земли, лунно-солнечную прецессию и др. Главной причиной, согласно научным данным, сезонной неравномерности вращения Земли является атмосферная циркуляция. В среднем атмосфера движется относительно земной поверхности в низких широтах с востока на запад (дуют восточные ветры), а в умеренных и высоких — с запада на восток (преобладают западные ветры). Момент импульса восточных ветров отрицателен, а западных — положителен. Можно предположить, что эти моменты компенсируют друг друга, и момент импульса ветров всей атмосферы всегда равен нулю. Момент импульса восточных ветров в несколько раз меньше момента импульсов западных ветров. Поэтому момент импульса ветров всей атмосферы не равен нулю, а составляет в среднем за год  $+14 \cdot 10^{25}$  кг · м<sup>2</sup> / с. Его величина меняется в течение года от  $+16,1 \cdot 10^{25}$  в апреле и ноябре до  $+10,9 \cdot 10^{25}$  кг · м<sup>2</sup> / с в августе.

Момент импульса — это такая физическая величина, которая не может возникнуть или уничтожиться. Она способна лишь перераспределяться. Перераспределение может происходить между атмосферой и Землей. Когда момент импульса атмосферы увеличивается, т. е. усиливаются западные ветры или ослабевают восточные, момент импульса Земли уменьшается, т. е. замедляется ее вращение. Когда же момент импульса атмосферы уменьшается (ослабевают западные или усиливаются восточные ветры), вращение Земли ускоряется. Суммарный момент импульса Земли и атмосферы всегда остается неизменным. На неравномерность вращения Земли влияют лишь изменения момента импульса ветров. Постоянная же величина момента импульса ветров была заимствована атмосферой у Земли в момент формирования атмосферной циркуляции.

Атмосферу, неравномерно разогретую по горизонтали солнечными лучами, можно рассматривать как тепловую машину. Она превращает тепловую энергию Солнца в кинетическую энергию ветров. Наиболее теплые части атмосферы в этом случае играют роль нагревателя, а самые холодные — холодильника. Рабочим телом служит сам воздух. Известно несколько тепловых машин. Важнейшими из них являются тепловые машины, порождаемые контрастом температур между экватором и полюсами. Одна из них работает в Северном полушарии, а другая — в Южном. Благодаря этим машинам поддерживаются наблюдаемые восточные ветры в низких широтах и западные — в умеренных и высоких. Чем больше контраст температур «экватор—полюс», тем интенсивнее атмосферная циркуляция в данном полушарии и тем больше величина момента импульса ветров.

Контраст температур в каждом полушарии колеблется с годовым периодом. Он бывает наибольшим зимой и наименьшим летом. Поэтому момент импульса ветров Северного полушария, удерживаемый тепловой машиной первого рода, совершает гармонические колебания с периодом один год от максимального значения в январе до минимального в июле. В Южном полушарии годовое колебание имеет противоположную фазу: момент импульса максимален в июле и минимален в январе. Поэтому годовые колебания ветров Северного и Южного полушарий компенсируют друг друга, и момент импульса ветров всей атмосферы должен оставаться почти постоянным. Итак, тепловые машины первого рода обуславливают появление в атмосфере положительной величины момента импульса ветров, но почти не влияют на наблюдаемые сезонные колебания. В атмосфере имеется межполушарная тепловая машина, нагревателем которой является атмосфера летнего полушария, а холодильником — атмосфера зимнего полушария. Межполушарная тепловая машина препятствует работе тепловых машин первого рода. Она уменьшает величину момента импульса ветров, удерживаемую в атмосфере тепловыми машинами первого рода. Чем больше контраст температур между полушариями, тем значительнее этот эффект. В январе и в июле, когда работа межполушарной тепловой машины наиболее интенсивна, момент импульса ветров уменьшается до минимальных значений, а скорость вращения Земли достигает максимума. В апреле и в ноябре температурные различия между атмосферой Северного и Южного полушарий выравниваются; межполушарная тепловая машина прекращает свою работу, поэтому в атмосфере удерживается предельно большая величина момента импульса ветров, а скорость вращения Земли становится минимальной [2].

**Заключение.** Различие величин июльского и январского максимумов скорости вращения Земли связано с тем, что атмосфера Северного полушария (в среднем за год) теплее атмосферы Южного полушария. Поэтому контраст температур между полюсами в июле значительно больше, чем в январе. Если бы подстилающие поверхности в Северном и Южном полушариях были одинаковы, то величины январского и июльского максимумов скорости вращения Земли не различались бы. Интенсивность работы межполушарной тепловой машины меняется от года к году. В соответствии с этим меняются и параметры сезонных колебаний скорости вращения Земли.

#### Список цитируемых источников

1. Свободные колебания. Звездная вселенная и планета Земля [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://galaktikaru.ru> . — Дата доступа: 12.03.2017.
2. Природа периодических колебаний [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://studbooks.net/648178/prochie\\_distipliny/prigoda\\_periodicheskikh\\_kolebaniy\\_zemli](http://studbooks.net/648178/prochie_distipliny/prigoda_periodicheskikh_kolebaniy_zemli) . — Дата доступа: 12.03.2017.