

Дворянинов Сергей Владимирович

*Кандидат физико-математических наук, доцент.
Редактор журнала «Математика в школе»,
автор статей в журналах «Квант»,
«Математическое образование», «Физика»,
«Математика для школьников», «Фрактал».*



Останкинская телебашня и ... велосипедный тормоз

Нередко, когда мой взор останавливается на башне Останкинского телецентра, я вспоминаю ... свой велосипед шестидесятых годов. Сейчас я объясню, какова причина этой, на первый взгляд, странной ассоциации.

Действительно, что может быть общего между грандиозным инженерным сооружением и обычным велосипедом? И, тем не менее, в этих несравнимых по размерам конструкциях присутствует один и тот же важный элемент. Начнём с телебашни. Её вертикальное положение является устойчивым. Конечно, она отклоняется от вертикали, например, под действием ветра, но всякий раз возвращается в исходное положение. Построить модель башни очень легко. Для этого надо найти несколько (5–7) деревянных катушек с нитками (или без ниток – это неважно). Эти катушки как бусинки надо нанизать на прочный шнур или резинку. На одном конце завяжите узел так, чтобы он не проскакивал через катушку (здесь к нему можно привязать, например, металлическую

скрепку). Теперь, удерживая нижнюю катушку одной рукой в вертикальном положении, другой рукой потяните шнур вниз. Все остальные катушки как по команде выстроятся вдоль вертикали (рис.1).

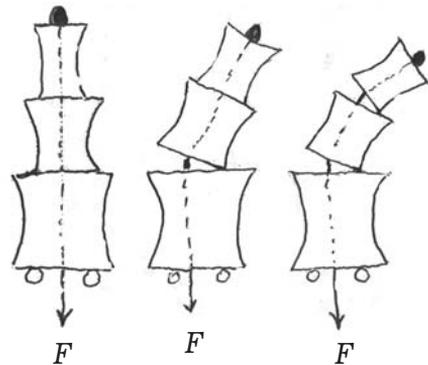


Рис.1

Теперь можно нижнюю катушку как угодно наклонять, при этом все катушки будут сохранять башню из них неизменной.

Объяснение этого эффекта простое. Всякий поворот одной катушки относительно соседней приводит к

удлинению шнура или растяжению резинки. Эта деформация требует совершения работы. Эта работа увеличивает потенциальную энергию шнура. А, как хорошо известно, всякая механическая система стремится к тому состоянию, которое соответствует минимуму её потенциальной энергии. Так и в Останкинской телебашне внутри неё натянуты тросы. Они тянут кольца, которые образуют башню, вниз и прижимают кольца одно к другому. Тросы эти стороннему наблюдателю не видны.

Теперь о велосипедном тормозе. Ручной тормоз у вашего велосипеда может быть такой, как на рис. 2, – клещевого типа на обод колеса.

Фото такого тормоза – на рис. 3.

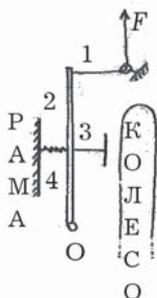


Рис.2



Рис.3

Здесь тоже есть трос, но не толстый, – и потому называемый тросиком. Вы нажимаете на ручку тормоза, она тянет тросик. Тросик через непо-

движные блоки поворачивает рычаг 2 вокруг точки O . Тормозная колодка 3, связанная с ним, прижимается к колесу. Возникающее трение приводит к торможению велосипеда. Если надо продолжить движение, то вы отпускаете ручку, и пружина 4 возвращает тормоз в исходное, не мешающее вращению колеса положение.

А бывают велосипеды с тормозом, действующим на шину переднего колеса (рис. 4). При нажатии на ручку (фактически при вытягивании тросика вверх) тормозная колодка движется вниз, к покрышке. На первый взгляд это обстоятельство может показаться неожиданным и парадоксальным: приложенная сила действует в одном направлении, а вызываемое ею движение происходит в противоположном. Такое движение колодки может показаться удивительным. Как так получается: тросик по сути дела тянут вверх, а колодка едет вниз?

Тут, конечно, можно вспомнить о неподвижном блоке, который служит для изменения направления действия силы, но в конструкции тормоза никакого блока нет. Узнать о принципе действия такого тормоза будет интересно, мы полагаем, нашим читателям – будущим инженерам-конструкторам. Схема тормоза показана на рис. 4.

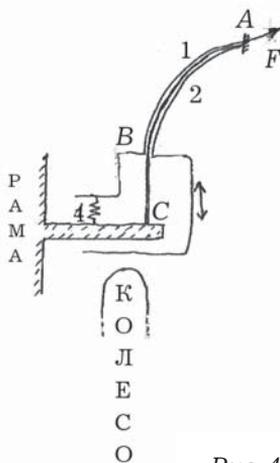


Рис.4

Здесь с тормозной колодкой жёстко связана гибкая трубка-обойма 1, идущая от точки A к точке B (она играет роль катушек из нашего опыта). Крепление C жёстко связано с передней вилкой велосипеда, крепление A – с рулем. Тросик внутри трубки идёт от точки A к C . В исходном положении длина тросика от точки A до точки C равна длине трубки $+BC$. При нажатии на ручку тормоза под действием силы F часть тросика выходит из трубки, и соответственно этому уменьшается длина тросика на пути от точки B до точки C . Это означает, что точка B приближается к неподвижной точке C ! Вот и всё, колодка тормоза смещается вниз и упирается в шину.

Для продолжения движения велосипеда прекращаем действие силы F , а пружина 4 возвращает обойму в исходное, верхнее положение и освобождает колесо от тормоза.

Итак, и для телебашни, и для велосипедного тормоза натяжение гибкого элемента обеспечивает требуемое функционирование конструкции в её устойчивом состоянии. Принцип один и тот же: гибкий элемент (тросы в Останкинской башне, тросик в велосипедном тормозе) стремится к состоянию с минимумом потенциальной энергии. У тормоза уменьшение длины рабочей части тросика влечёт за собой перемещение связанных с ним тормозных колодок.

Мудрые мысли Мудрые мысли Мудрые мысли

Всегда почётно идти во главе наук. Но ... нельзя не чувствовать величайшего удовольствия от счастливого их применения, призывающего участвовать в нём все народы и никому не приносящего зла ...

Д. Ф. Араго

Сближение теории с практикой даёт самые благотворные результаты, и не одна только практика от этого выгадывает; сама наука развивается под влиянием её – она открывает новые предметы для исследования или новые стороны в предметах, давно известных.

П.Л. Чебышев

Имейте в виду, что заблуждение пагубно. Заблуждаются же люди не потому, что не знают, а потому что, воображают себя знающими.

Ж. Руссо

Наука и практика связаны друг с другом теснейшим образом и должны учиться друг у друга.

В.Ф. Оствальд