

**Диссипация энергии при колебаниях маятника**

Кириленко А.И.

Минский государственный высший авиационный колледж

Диссипация энергии при колебаниях является актуальной проблемой, как в физике, так и в технике. В лабораторном практикуме этому вопросу уделяется недостаточное внимание. Тем не менее, на простейшей установке можно обнаружить и изучить отнюдь не очевидные эффекты. Представляется, что наиболее простой и доступной является работа по изучению затухающих колебаний математического маятника. Такая система реализована в виде шара, подвешенного на двух длинных тонких нитях бифилярно. Такой подвес необходим, чтобы сохранить плоскость колебаний в длительном эксперименте. Кроме того, предпринимались специальные меры, чтобы предотвратить вращение шара при движении. В результате осциллятор имел добротность 60–100. На первом этапе учитывались потери энергии за счет вязкости в первом приближении по Стоксу. Эксперимент дает результат в соответствии с расчетом, что коэффициент затухания тем меньше, чем больше масса шара и чем меньше его радиус. Теоретическая формула для периода колебаний с хорошей точностью, подтверждается во всех экспериментах. Легко обнаруживается количественное несоответствие затухания от массы и радиуса шара. Если отношение масс шаров равно трем, то отношение измеренных коэффициентов затухания почти в 2,5 раза больше. Такого же порядка расхождения и по радиусам. Таким образом, колебания легкого шара затухают гораздо быстрее, чем следует из модели ламинарного обтекания и приближения Стокса недостаточно. Необходимо учитывать поправки Буссинеска на присоединенную массу и нестационарность движения.

Влияние начальных условий проявляется при рассмотрении сил натяжения нитей и их деформации. С этим связан второй возможный механизм потерь энергии – механический гистерезис – потери энергии за счет необратимых деформаций нитей подвеса. Нетрудно получить зависимость силы натяжения нитей от угла отклонения маятника. Чем меньше угол отклонения, тем больше сила натяжения. Здесь потери энергии пропорциональны массе шара, что также не согласуется с экспериментом. Упругий гистерезис проявляется в том, что в начале, при больших амплитудах, убывание амплитуд происходит быстрее, чем при малых. На нашей установке это хорошо проявляется.

Изучалось также трение в подвесе. Оно пропорционально массе тела, что противоречит эксперименту. Таким образом, потери энергии в основном определяются сопротивлением воздуха.