

Изучение колебаний двух сопряженных маятников в лабораторном практикуме

Баранов А.А., Позняк В.С., Делесевич А.П.
Белорусский национальный технический университет

На приборе FRM-13 предлагается изучение свободных колебаний двух сопряженных, т.е. связанных пружиной, маятников. Такая система характеризуется двумя степенями свободы (двумя углами).

В общем случае колебания таких маятников являются негармоническими. Описание движения связанных маятников значительно упрощается при условии слабой связи, когда $mgL \gg kd^2$, т.е. когда моменты силы тяжести существенно больше моментов силы упругости. В этом случае движение сильно зависит от выбора начальных условий. При слабой связи, когда в начальный момент времени оба маятника отклонены от положения равновесия в одну сторону на одинаковый угол, маятники

колеблются синфазно (синхронно) с одинаковой частотой $\omega_c = \sqrt{\frac{mgL}{I}}$. В

этом случае пружина, соединяющая маятники не меняет своей длины и не влияет на характер движения.

Если маятники отклонены от положения равновесия на одинаковые углы в противоположные стороны, то возникают противофазные

(антифазные) колебания с частотой $\omega_n = \sqrt{\frac{mgL + 2kd^2}{I}}$.

Третий интересный случай приводит к биениям в чистом виде, когда амплитуда колебаний каждого маятника меняется со временем. Такой вариант колебаний возникает, если первый маятник оставить в положении равновесия, а второй отклонить на малый угол ($\varphi = 10^\circ$). При этом колебания второго маятника, возбуждая колебания первого маятника начинают загухать. Когда второй маятник останавливается, амплитуды колебания первого маятника достигает максимума. После этого первый маятник начинает раскачивать второй маятник, и процесс повторяется. Общая энергия колебаний системы маятников (без учета потерь) остается постоянной с перекачиванием энергии из одного маятника в другой. Амплитуда колебаний маятников меняется с частотой биения $\omega_b = \omega_n - \omega_c$.

Экспериментальные и теоретические значения частот ω_c , ω_n оказываются близкими, относительная погрешность не превосходит 4-8%.

Особый интерес представляют вынужденные колебания таких сопряженных систем, когда происходит фильтрация частот колебаний.