

Об измерении малых коэффициентов трения качения

Джилавдари И.З., Ризноокая Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время в связи с развитием микро- и нанотехники большое внимание уделяется проблемам измерения трения на малых участках поверхности. В настоящее время измерения коэффициента трения качения проводят в соответствии с ГОСТ 27640-88 маятниковым методом, в котором задают начальную α_0 и конечную α_n амплитуды, подсчитывают число полных колебаний n , совершаемых маятником, и коэффициент трения качения рассчитывают по формуле

$$f_k = \frac{\cos \alpha_n - \cos \alpha_0}{2n(\alpha_0 + \alpha_n)} \quad (1)$$

Данный ГОСТ применяют при измерениях значений коэффициента трения качения f_k , лежащих в интервале от 10^{-5} до 10^{-2} , и амплитудах, больших 70 угл. мин. Здесь характер затухания амплитуды не имеет значения, и это приводит к большой методической погрешности.

В связи с необходимостью исследований трения качения на малых участках поверхности (т.е. при малых амплитудах), нами были проведены исследования трения качения в условиях, когда минимальные амплитуды колебаний маятника достигали всего несколько угловых секунд. Было установлено, что при малых амплитудах колебаний маятника значения f_k , рассчитанные по методике ГОСТа, могут быть меньше 10^{-8} . Поэтому возникла проблема разработки более точного и более чувствительного метода измерения этого коэффициента.

Метод состоит в том, что измеряют не две, а все амплитуды колебаний, и вычисление коэффициента трения качения проводят по формуле

$$f = \frac{A_{mp}}{mgR\Phi}, \quad f = \frac{\Delta W_{nom}}{mgR\Phi} = \frac{l}{R} \frac{\cos \alpha_n - \cos \alpha_0}{\Phi}, \quad (2)$$

где A_{mp} – работа силы трения, Φ – полный угол, заматаемый маятником за время измерения, l – расстояние от точки касания шарика до центра масс маятника. Погрешность оценки коэффициента трения качения составила 0,16%. Формулу (2) можно применять практически для любых законов затухания. Формула (1) является ее частным случаем, когда амплитуда колебаний затухает по линейному закону.

Предложенный метод обеспечивает более высокую точность и чувствительность измерений.