

АВТОКОЛЕБАНИЯ ДВУХ ТЕЛ С НЕЛИНЕЙНЫМ ТРЕНИЕМ

Шапвалов Иван Леонидович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: nazarovich_90@mail.ru

Контактное взаимодействие двух тел в ряде случаев сопровождается возникновением колебаний частей тел друг относительно друга. Такие колебания называются автоколебаниями или релаксационными колебаниями [1, 2]. Их возникновение связано с притоком энергии в систему от внешнего источника и с нелинейностью законов описывающих силовое взаимодействие тел. Примерами механических систем с одной степенью свободы, в которых возникают автоколебания, являются маятник Фруда или груз на ленте транспортера. В которых, используется модель сухого трения, когда сила трения покоя больше силы трения скольжения. Аналогичная модель позволяет найти периодические движения в системе с двумя степенями свободы [3, 4, 6]. При описании динамики колесных экипажей популярна модель взаимодействия шин с дорогой, называемая «магической формулой», в которой сила трения является комбинацией двух арктангенсов, зависящих от скорости скольжения шины по дороге, а также формула в виде многочлена от этой скорости и ее модуля [5].

В исследуемой задаче рассматривается модель трения, описываемая полиномом пятой степени, содержащим нечетные степени относительной скорости трущихся тел. Характерной особенностью силы трения является наличие интервала скоростей, в котором сила трения убывает с ростом скорости.

Данная модель трения используется для анализа механической системы, состоящей из двух тел, одно из которых соединено пружиной с неподвижным телом, а второе соединено пружиной с базовым массивным телом, движущимся с постоянной скоростью относительно неподвижного тела. Оба тела движутся прямолинейно, скользя друг относительно друга. С использованием канонических переменных действие-угол и метода усреднения, найдены стационарные режимы, описывающие скольжения тел друг относительно друга с постоянной скоростью или относительные колебания с одной и двумя частотами. Исследована устойчивость найденных стационарных режимов на основе усредненных уравнений.

Источники и литература

- 1) Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Физматгиз. 1959. 916 с.
- 2) Ланда П.С. Автоколебания в распределенных системах. Изд. 2. М. Либроком. 2010. 320 с.
- 3) Степанов С.Я., Хизгияев С.В. Автоколебания двухмассовой механической системы с кусочно-постоянной моделью сухого трения. Ломоносовские чтения, апрель 2007. Изд-во МГУ. 2007. С.142.
- 4) Хизгияев С.В. Автоколебания двухмассового осциллятора с сухим трением // ПММ. 2007. № 6. С.1004–1013.
- 5) Pacejka H.V. Tyre and Vehicle Dynamics. L.UK: Elsevier. 2005. 621.
- 6) Pascal M. Dynamics and stability of a two degrees of freedom oscillator with an elastic stop // J. of Computational and Nonlinear Dynamics. 2006. V.1. № 1. P.94–102.