

Автоколебания двухмассовой механической системы с кусочно-постоянной моделью сухого трения¹

Хизгияев Семен Владимирович²

аспирант

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: simen@simen.ru

В настоящей работе исследуется автоколебательная система, моделирующая движение струны в скрипичных музыкальных инструментах, обусловленное сухим трением между струной и смычком. Выбрана кусочно-постоянная модель кулоновского сухого трения. Составлены уравнения движения и найдено аналитическое решение. Аналитически найдены главные колебания и условия их существования.

Исследованы свойства предельных циклов. Аналитически найдены главные предельные циклы системы: основной тон и вторая гармоника. Исследованы их свойства в зависимости от параметров системы: трения скольжения и трения покоя, скорости смычка. Численно изучена зависимость периода колебаний от параметров задачи, построены фазовый портрет и формы колебаний для основного тона и второй гармоники. Проведен анализ устойчивости для исследуемых предельных циклов в зависимости от параметров системы.

Доказано, что вторая гармоника существует при любых значениях параметров задачи, а основной тон существует не при всех значениях параметров задачи. Найдены параметры задачи, при которых основной тон перестает существовать.

Доказано, что при больших давлениях смычка основной тон скрипки пропадает, причем диапазон давления растет с увеличением скорости. Эти результаты согласуются с экспериментальными исследованиями, приведенными в [6].

Литература

1. Хизгияев С.В. (2006) Аналитическое исследование автоколебательной механической системы с кусочно-постоянной моделью сухого трения// Задачи исследования устойчивости и стабилизации движения. Под ред. В.В. Румянцева, С.Я. Степанова, А.А. Бурова. М.: ВЦ РАН. с. 85-93.
2. Andraus U., Casini P. (2001) Dynamics of friction oscillators excited by a moving base and/or driving force// Journal of Sound and Vibration. V. 245. № 4. p. 685-699.
3. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. (1959) Теория колебаний. М.:Физматгиз. – 916 с.
4. Pascal M. (2006) Dynamics and stability of a two degrees of freedom oscillator with an elastic stop// J. of Computational and Nonlinear Dynamics. V. 1. № 1. p. 94-102.
5. Awrejcewicz J. (1993) Analysis of Self-Excited Vibration Due to Dry Friction in a System with Two Degrees of Freedom// Sci. Bull. Lodz Technical University. Z. 82. № 635. p.23-24.
6. Кузнецов Л.А. (1989) Акустика музыкальных инструментов: Справ. – М.: Легпромбытиздат. – 368 с.

¹ Тезисы доклада основаны на материалах исследований, проведенных в рамках гранта РФФИ (05-01-00454) и программы «Ведущие научные школы» (НШ-6667.2006.1)

² Автор выражает признательность д.ф.м.н. Степанову С.Я. за помощь в подготовке к докладу.