

ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.-м.н. Красильникова Павла Сергеевича на диссертацию Шаповалова Ивана Леонидовича «Исследование автоколебаний механических систем в переменных действие-угол», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика»

Общая характеристика работы

Диссертация Шаповалова И.Л. посвящена исследованию автоколебаний двух материальных тел с нелинейными силами трения.

В первой главе исследуются колебания механической системы, движущейся поступательно и состоящей из подвижного базового тела, перемещающегося с постоянной абсолютной скоростью и двух пластин, связанных пружинами с базовым телом (первая пластина) и с неподвижным основанием (вторая пластина).

Рассмотрены известные модели нелинейных сил трения, описана новая модель, характеристика которой содержит «ниспадающие» участки. Эта модель представлена полиномом пятой степени от относительной скорости скольжения. Получены уравнения движения, стационарные движения и соответствующие им уравнения возмущенного движения. Уравнения возмущенного движения исследуются методом усреднения, описаны равновесия усредненных систем, которым соответствуют автоколебательные режимы. В рамках первого приближения метода усреднения получены условия устойчивости и неустойчивости стационарных режимов, построен фазовый портрет колебаний.

Вторая глава диссертации посвящена изучению автоколебаний колес автомобиля во время его торможения, когда колеса блокируются. Получены приближенные уравнения движения автомобиля, использующие предположение о малости фазовых переменных, проведены численные расчеты и показано, что на «ниспадающих» участках характеристики силы трения между колесами и полотном дороги возникают автоколебания. Проведено также приближенно аналитическое исследование процесса торможения на основе метода усреднения: получены усредненные уравнения движения, построены графики зависимостей фазовых переменных, описывающих колебания колес со временем, обнаружены автоколебания.

В третьей главе диссертации исследуются автоколебания тонкой растянутой струны, взаимодействующей со смычком. Предполагается, что смычок скользит с постоянной ортогональной к струне скоростью, сила трения между струной и смычком – нелинейная функция скорости. Получены строгие уравнения движения струны. С помощью метода нормальных мод уравнения колебаний струны приведены к

бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений. Используя переменные «действие – угол», автор диссертации приводит уравнения колебаний к канонической форме с неконсервативными возмущениями. Далее, уравнения колебаний усредняются по быстрым переменным. Усредненные уравнения исследованы в случаях колебания струны с одной собственной частотой и с двумя собственными частотами: получены условия существования автоколебаний и их устойчивость. Построен фазовый портрет колебаний.

Актуальность темы исследования

Диссертация посвящена изучению незатухающих колебаний (автоколебаний) в диссипативной нелинейной системе. Поскольку автоколебания возникают во многих прикладных системах, тема диссертации актуальна.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов

Достоверность исследований обусловлена применением строгих законов классической механики и методов современной математики.

Новизна научных результатов.

Предложена новая модель нелинейной силы трения. На основе этой модели получены новые результаты при исследовании автоколебаний автомобиля, струны, взаимодействующей со смычком, автоколебаний двух пластин.

Замечания по диссертационной работе.

1. Автор статьи указывает, что свойства автоколебаний (амплитуда, период) не зависят от начальных условий. Однако эти свойства имеют физический смысл и требуют пояснений.
2. В диссертации отсутствуют ссылки на широкий класс механических систем со следящими силами, в которых возможны автоколебания с линейными по скоростям силами трения (статья Байкова А.Е., ПММ. 2011. Т. 75, Вып. 3. С. 385–396)
3. В главе 2 отсутствует обоснование «линеаризации» уравнений движения: в некоторых уравнениях нелинейные члены исключены, в других – сохранены.
4. На стр. 27 неравенство $-2A > BZ_2$ следует заменить на $B + 2CZ_2 > 0$

Отмеченные недостатки не снижают положительного впечатления от работы.

В целом диссертационная работа Шаповалова И.В. представляет оригинальную, самостоятельно выполненную работу, вносящую определенный вклад в прикладные исследования механических систем.

Результаты проведенных исследований опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК и были доложены на международных и Российских научных конференциях.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика», а её автор, Шаповалов И.В. заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент
д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой
«Дифференциальные уравнения» Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский
авиационный институт (национальный исследовательский
университет)».

Красильников П.С.

8-499-158-43-95, krasil06@rambler.ru
03.03.2015

Адрес Московского авиационного института:
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д.4.

Подпись официального оппонента
д.ф.-м.н. Красильникова П.С. удостоверяю

Декан факультета № 8



доп. Крылов С.С.