

ОТЗЫВ
официального оппонента

о диссертационной работе Анны Михайловны РУСИНОВОЙ

“Динамика шайбы на наклонной плоскости с трением”,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.02.01 - теоретическая механика

Диссертационная работа Русиновой Анны Михайловны посвящена изучению движения твердого тела с плоским основанием по шероховатой плоскости.

Актуальность темы исследования

Твердое тело, движущееся по плоской опоре - одна из наиболее известных классических проблем механики, сочетающая простоту постановки с невозможностью общего и полного решения. Восходящая к Л. Эйлеру, эта проблема затем стала стимулом для развития аналитических, численных и экспериментальных методов. В ряде частных случаев удалось построить общий интеграл системы или получить качественные выводы об её динамике. Но для большого количества примеров применение известных законов движения, подтвержденных экспериментально для систем простейшей конфигурации, является некорректным. Поэтому исследование более сложных систем с трением Кулона, включая анализ границ применимости известных моделей для описания их движения и управления, является актуальным.

Основная проблема, которую первым делом надо решить при изучении движения тела с плоским основанием по плоскости, состоит в определении плотности распределения нормальных давлений по площадке контакта. В диссертации приняты следующие модели: линейная, ранее предложенная Ивановым, которая в случае круглой пластинки (цилиндра нулевой высоты) переходит в модель равномерного распределения, и нелинейная, которая является композицией нелинейной модели Галина и линейной модели.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы (39 наименований). Общий объем диссертации – 79 страниц. Во введении приведен весьма подробный и содержательный обзор работ по теме диссертации и дано краткое описание ее содержания.

В первой и второй главах рассмотрен случай шайбы ненулевой высоты для нелинейной (глава 1) и линейной (глава 2) моделей распределения нормальных давлений. В этих главах показано, что если коэффициент трения больше тангенса угла наклона плоскости, то шайба останавливается за конечное время, причем скольжение и верчение шайбы прекращаются одновременно при условии, что их начальные значения не равны нулю. Кроме того, в этих главах дан качественный анализ движения шайбы до ее полной остановки. В случае нелинейной модели пространство параметров задачи разбивается на четыре области, различающиеся свойствами движения. В случае линейной модели таких областей шесть, причем есть область параметров, для которой существует два притягивающих инвариантных множества, и области параметров, для которых существуют предельные циклы. Эти результаты не имеют аналогов в случае горизонтальной плоскости, исследованном А.П.Ивановым и Д.В.Трещевым.

В третьей главе рассмотрена задача о движении круглой пластинки на наклонной плоскости, для которой плотность нормальных давлений постоянна. Эта задача исследована с исчерпывающей полнотой: рассмотрены случаи, когда коэффициент трения больше, равен или меньше тангенса угла наклона плоскости. В последнем случае движение пластинки продолжается вечно, но, как показано в диссертации, характер движения существенно зависит от отношения коэффициента трения к тангенсу угла наклона плоскости. Если это отношение не больше одной второй, то движение центра пластинки неограниченно как вниз, так и вбок (хотя боковая составляющая скорости

скольжения стремится к нулю), а если оно больше одной второй (и меньше единицы), то движение вбок ограничено.

В заключении приведены результаты диссертации, выносимые на защиту.

Основные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы:

Для шайбы на наклонной плоскости в случае, когда коэффициент трения больше углового коэффициента доказано, что движение останавливается за конечное время. При наличии начального вращения поступательное и вращательное движения останавливаются одновременно. Построено двухпараметрическое семейство предельных движений.

Для шайбы в нелинейной динамически совместной модели трения проведен численный анализ динамики. Построены типичные фазовые траектории для различных областей параметров задачи

В частном случае тонкой шайбы с равномерным распределением давления выполнено глобальное исследование динамики для всех значений отношения коэффициента трения к коэффициенту наклона плоскости.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность всех полученных результатов определяется использованием строгих методов анализа. Результаты апробированы на научных конференциях и семинарах и получили высокую оценку специалистов. Они опубликованы в журналах, входящих в базу данных Web of Science и перечень ВАК.

Общая оценка диссертационной работы

Работа выполнена на высоком научном уровне, основные результаты новы, обоснованы аналитическими, качественными и численными методами анализа динамических систем, своевременно и полно опубликованы в пяти статьях в журналах из списка ВАК и имеют несомненное теоретическое значение. Диссертационная работа выполнена на актуальную тему. Материал диссертации изложен логично и аргументировано. Автореферат

диссертационной работы и публикации автора полностью отражают содержание диссертации и соответствуют требованиям ВАК.

Замечание по диссертационной работе

Автор указывает условия, гарантирующие положительность нормальных напряжений во всей области контакта. Было бы интересно обсудить какой-либо динамический пример, когда в части этой области реакция равна нулю. В статике этот случай рассматривался Мак Милланом.

Данное замечание имеет характер пожелания на будущее и не снижает общей положительной оценки работы.

Заключение

Считаю, что работа “Динамика шайбы на наклонной плоскости с трением” удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Русинова Анна Михайловна безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Заведующий кафедрой теоретической механики МФТИ
доктор физико-математических наук профессор
Александр Павлович Иванов