

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Вишенковой Екатерины Алексеевны "Исследование влияния высокочастотных вибраций на устойчивость движения механических систем", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика

Диссертационная работа Вишенковой Е.А. посвящена исследованию механических систем, подверженных влиянию высокочастотных вибраций. Важность и актуальность этой тематики определяется необходимостью изучения вибрационных эффектов, которые могут проявляться в современных сложных технических системах, а также перспективностью разработки принципиально новых вибрационных устройств. Возникновение вибраций в механической системе особенно в резонансных случаях может приводить к потере устойчивости ее движения и разрушению. В то же время внесение в систему вынужденных колебаний ее элементов может стабилизировать неустойчивые режимы движения.

Основной целью диссертационной работы является изучение устойчивости стационарных вращений тяжелого твердого тела, опирающегося на точку, совершающую вынужденные вертикальные высокочастотные колебания, а также изучение устойчивости положений равновесия и периодических движений плоского тяжелого двухзвенного маятника с горизонтально вибрирующей точкой подвеса. Отметим, что все поставленные в диссертации задачи успешно решены.

Перейдем теперь к описанию диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, двух частей, пяти глав, заключения и списка литературы из 90 наименований. Во введении дается подробный анализ современного состояния рассматриваемой проблемной области.

В первой части изучается динамика тяжелого твердого тела, одна из точек которого (точка подвеса) совершает быстрые вынужденные вертикальные колебания. В первой главе выводятся приближенные уравнения движения тела, записанные в форме канонических уравнений Гамильтона, причем оценивается погрешность аппроксимации решений полной неавтономной системы решениями исследуемой системы. Дальнейшее исследование проводится в рамках этой приближенной автономной системы. Рассматриваются равномерные вращения тела вокруг неподвижной оси. Показано, что такие движения могут происходить только вокруг вертикальных осей. Получено уравнение, обобщающее известное уравнение конуса Штауде, описывающее геометрическое место осей перманентных вращений. Для исследования множества допустимых осей перманентных вращений строится сфера единичного радиуса с центром в точке подвеса. Точки пересечения допустимых осей перманентных вращений тела и этой сферы, образуют допустимые дуги. Найдены допустимые оси перманентных вращений, а также условия их существования для слу-

чаев расположения центра масс на главной оси инерции (вращение вокруг главной оси, содержащей центр масс, или оси, лежащей в смежной ей главной плоскости инерции) и динамически симметричного тела.

Во второй главе рассматриваются равномерные вращения твердого тела вокруг главной оси инерции, содержащей его центр масс. Изучается устойчивость таких движений по отношению к углам нутации и собственного вращения тела и соответствующим импульсам. Выделены случаи расположения центра масс выше или ниже точки подвеса. В пространстве четырех параметров задачи (двух инерционных параметров, и безразмерных частоты вибрации и угловой скорости перманентного вращения) найдены необходимые условия устойчивости и достаточные условия устойчивости изучаемых движений тела. Получены уравнения поверхности резонанса четвертого порядка и поверхности вырождения. В случае выполнения необходимых условий устойчивости проведен нелинейный анализ устойчивости для двух частных случаев геометрии масс: динамической симметрии и случая Бобылева-Стеклова.

В третьей главе исследуются перманентные вращения твердого тела вокруг осей, лежащих в главной плоскости инерции, примыкающей к главной оси инерции, содержащей центр масс. Эта задача также зависит от четырех параметров. Сделан полный линейный анализ устойчивости, найдены некоторые достаточные условия устойчивости. Проведен нелинейный анализ устойчивости для изученных в предыдущей главе частных случаев геометрии масс тела. Рассмотрены случаи резонанса третьего и четвертого порядка, а также случай вырождения.

В четвертой главе изучаются перманентные вращения динамически симметричного твердого тела для частного случая перманентных вращений, обусловленных вибрациями и не существующих для тела с неподвижной точкой. В этом случае ось вращения лежит в главной плоскости инерции, не содержащей центр масс тела и не совпадающей с экваториальной плоскостью инерции, а частота вибрации и угловая скорость вращения связаны специальным соотношением. В трехмерном пространстве параметров задачи проведен полный, линейный и нелинейный, анализ устойчивости соответствующего положения равновесия приведенной системы. Рассмотрены случаи резонансов третьего и четвертого порядков, а также случаи вырождения.

Во второй части изучается плоский двойной маятник, точка подвеса которого, совершает горизонтальные высокочастотные гармонические колебания малой амплитуды. В приближенной задаче решается вопрос об устойчивости четырех положений относительного равновесия маятника, для которых точки подвеса и центры масс лежат на одной вертикали. Показано, что устойчивым может быть только нижнее положение относительного равновесия. В случае одинаковых стержней, проведен нелинейный анализ устойчивости рождающегося из него периодического движения. Для этой же системы изучен вопрос о существовании, бифуркациях и устойчивости в линейном приближении высокочастотных периодических движения малой амплитуды, от-

личных от положений относительного равновесия на вертикали. Показано, что в зависимости от частоты колебаний точки подвеса может быть от одной до шести симметричных пар «боковых» периодических движений. Одна или две пары устойчивы в области существования, остальные неустойчивы.

Обратимся теперь к описанию недостатков работы. Существенных недостатков в работе нет. Работа написана ясным, понятным языком. Естественно, в работе присутствуют небольшое количество текстовых погрешностей. Например, на стр. 13 говорится, что первую координату центра масс можно считать положительной, хотя это верно и для остальных координат; на стр. 43 более точной возможно была бы ссылка на монографию [38], а не [4].

Указанные недостатки не являются существенными и не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация является законченным научным исследованием. Основные результаты работы обсуждались на научных семинарах, докладывались на российских и международных конференциях и были опубликованы в научной печати. Результаты диссертации Е.А. Вишенковой полно представлены в ее публикациях и правильно отражены в автореферате. Считаю, что работа "Исследование влияния высокочастотных вибраций на устойчивость движения механических систем" удовлетворяет требованиям Положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика, а ее автор Вишенкова Екатерина Алексеевна заслуживает присуждения ей искомой степени.

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук

Е.И. Кугушев

20 сентября 2018 г.

Подпись доктора физико-математических наук Е.И. Кугушева заверяю

И.о. декана механико-математического
факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
профессор

В.Н. Чубариков

