

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Русских Сергея Владимировича "Динамика движения деформируемого твердого тела на упругих опорах по криволинейной поверхности", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела"

Диссертация Русских С.В. посвящена задаче динамики твердых и деформируемых тел при их скольжении и качении по криволинейным поверхностям и направляющим. Такие задачи встречаются во многих областях техники и жизнедеятельности человека. Их решение имеет большое практическое значение для обеспечения функциональной безопасности и прочностной надежности конструкций и сооружений, а также для оценки перегрузок и вибраций, действующих на членов экипажа и пассажиров транспортных средств. Тема диссертации является актуальной.

Диссертация состоит из введения и трех глав. Во введении обсуждается состояние проблемы и приведен краткий обзор литературы, относящейся к теме диссертации.

В первой главе разработана математическая модель для расчета нестационарных колебаний наклоненной упругой направляющей балки с упругим шарнирным закреплением, по которой скользит на двух опорах абсолютно жесткий реактивный снаряд под действием переменной силы тяги. Линейная задача, при условии безотрывного скольжения опор по упругой балке с учетом ее

предварительного искривления, по методу Ритца с использованием собственных форм колебаний сведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами.

При сходе с балки передней опоры происходит «сваливание» снаряда, которое учитывается путем добавления угла поворота снаряда относительно его задней опоры. Влияние «сваливания» снаряда при сходе его с упругой балки на угол тангажа и на поперечную и угловую скорости (а в результате – на точность стрельбы) в рассматриваемой задаче может быть компенсировано путем специального (рассчитываемого) искривления концевой части балки как профилированного трамплина. Для этого должна быть решена задача оптимального проектирования формы искривленной балки. Такая задача в данной работе не рассматривается. Только выполнены расчеты для конкретной заданной системы с оценками влияния искривления балки на кинематические параметры снаряда после его схода.

Полученное решение задачи является новым и имеет большую практическую ценность – оно, например, может быть использовано для расчета пуска по направляющей балке беспилотных самолетов.

Во второй главе рассматривается плоская нелинейная задача динамики твердого тела, катящегося на двух колесах (роликах) по плоской криволинейной направляющей. Учитываются нелинейно упругие контактные деформации шин и подвески. Задача формулируется в строгой математической постановке для кривых большой кривизны и для больших углов поворота тела. Полученные нелинейные дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами по времени интегрируются численно с использованием стандартных вычислительных программ.

Представлены примеры расчета нестационарного движения и колебаний тела при качении по разным направляющим кривым. Оценена точность решений; выполнен анализ влияния параметров системы на контактные реакции и на перегрузки тела. Полученные решения являются новыми.

В третьей главе рассмотрена задача динамики трехмерного деформируемого тела (системы тел), расположенного на двухосной абсолютно жесткой тележке, которая катится по криволинейной поверхности с двухрельсовым изогнутым и закрученным полотном. Передняя колесная ось в ее середине связана с тележкой сферическим шарниром. Предполагается, что в пределах между ведущей задней и передней осями изменения углов наклона и кручения касательной к средней линии полотна являются малыми. Учитываются физически нелинейные контактные деформации роликов и геометрически нелинейные деформации расположенных на тележке распределенных и сосредоточенных масс. Перемещения, представляющие эти деформации тела и роликов в относительном движении, описываются обобщенными координатами.

Получена связанная система кинематических уравнений для переносного движения (движущаяся по криволинейной траектории тележка с недеформируемым телом и недеформируемыми роликами) и уравнений в обобщенных координатах для относительного движения. Эти нелинейные дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами записаны в матричном виде.

Разработанные в диссертации математические модели и методы решения рассмотренных задач являются новыми и имеют большую научную и практическую ценность.

Достоверность полученных результатов обоснована строгостью математических моделей и подтверждена законом сохранения энергии системы и сравнением в частном случае с точным решением тестовой задачи.

Замечание:

Без учета деформаций роликов (колес), их подвески и расположенного на тележке тела, задача для движущейся по криволинейной недеформируемой поверхности системы становится более простой задачей кинематики переносного движения. В этом случае обобщенные координаты равны нулю, а все кинематические параметры системы и реакции опор в данный момент времени

определяются непосредственно из кинематических соотношений и уравнений равновесия.

Было бы полезно оценить влияние такого упрощения на результаты расчета реакций и перегрузок тела с целью их использования при проектировании криволинейной направляющей и ее опорных устройств.

В целом, диссертация Русских С.В. выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям ВАК Минобрнауки РФ для кандидатских диссертаций.

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 работах, 3 из которых – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Русских С.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – "Механика деформируемого твердого тела".

Официальный оппонент,
кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана)»

Темнов Александр Николаевич

17.11.2014

107005, г. Москва, Госпитальный пер., д. 10, НУК «СМ»

Телефон: (499) 263-68-28

E-mail: antt45@mail.ru

Подпись Темнова Александра Николаевича заверяю.

И.О. декана факультета «Специальное Машиностроение»



Луценко А.Ю.