

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Новиковой Юлии Викторовны

"Управление колебаниями и редукция моделей механических систем с упругими пластинами", представленную на соискание научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

В диссертационной работе рассмотрена задача управляемости и стабилизации движения твердого тела с присоединенной упругой пластиной Кирхгофа при медленных вращениях системы относительно неподвижной точки. Предполагается, что пластина шарнирно присоединена к прямоугольному контуру, и что внешние силы отсутствуют. Рассматривается возможность управления и стабилизации движения системы за счет изменения угловой скорости вращения твердого тела.

Актуальность темы исследований обусловлена, в частности, современными тенденциями развития космической техники, когда конструкции космических систем становятся все более легкими и менее жесткими, а требования по точности управления их ориентацией повышаются. Во многих случаях, предъявляемые требования к качеству управления космическими системами уже не позволяют ограничиться моделями абсолютно твердых тел и вынуждают рассматривать взаимовлияние вращательных движений системы и упругих колебаний ее составных частей. Представляет несомненный практический интерес рассматриваемая в диссертационной работе задача управления и стабилизации упругих колебаний пластины при помощи управления вращением твердого тела. Проведенные исследования могут иметь большое значение для геостационарных спутников, когда угловые скорости рабочих режимов движений малы. В частности, это относится к перспективному направлению современной космонавтики – к проектам создания систем геостационарных солнечных электростанций, когда панели солнечных батарей достигают площадей в сотни и тысячи квадратных метров.

Хотелось бы отметить и теоретическую важность проведенных в диссертационной работе исследований. Построение строго обоснованных решений задач управления и стабилизации движения системы твердое тело – упругая пластина Кирхгофа представляется важным шагом в развитии теоретических подходов к решению задач управления движением систем твердых тел с присоединенными упругими элементами.

Первая глава работы носит обзорный характер. Автор последовательно описывает основные результаты проведенных ранее по теме исследований. В главе дан краткий исторический обзор развития математических моделей колебаний упругих пластин; приведены основные ранее рассмотренные задачи и подходы к моделированию движения космических аппаратов с упругими элементами, а также подходы к задачам управления и стабилизации углового движения механических систем с упругими элементами и твердым телом.

Во второй главе подробно изложена методика исследований, применяемая для решения поставленных задач. Методика в своей основе опирается на базовые классические методы исследований и результаты в области динамики твердого тела, теории управляемости и оптимального управления линейными системами, теории непрерывных полугрупп в банаховом пространстве, метода функций Ляпунова для анализа устойчивости нелинейных систем. Методика не обладает элементами новизны, но ее выбор позволяет полностью решить поставленную задачу.

В третьей главе построена математическая модель колебаний пластины Кирхгофа, присоединенной к вращающемуся относительно неподвижной точки твердому телу. С помощью метода Фурье система уравнений в частных производных сведена к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений. Определены условия управляемости движения для произвольного конечного набора модальных координат. Новизна полученных результатов определяется новизной постановки задачи.

В четвертой главе развита модель третьей главы для пластины Кирхгофа с учетом вращательного движения ее поперечного сечения. Решена задача оптимального «по энергии» управления модами колебаний пластины для произвольного фиксированного числа мод. Получены общие выражения функций управления в явном виде. Этот материал является новым и представляет достаточно широкий научный интерес для решения подобных задач.

В пятой главе в предположении, что работает только один из каналов управления, проведена оценка множества достижимости решений бесконечномерной системы уравнений движения. Материал является новым и представляет определенный теоретический интерес.

В шестой главе исследованы задачи стабилизации положения равновесия рассматриваемой системы с помощью законов управления с обратной связью. В рамках модели главы 3 для линейной модели построены законы управления с обратной связью, обеспечивающие асимптотическую устойчивость тривиального положения равновесия пластины. Предложено операторное представление уравнений движения, которое описывает вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и малые колебания пластины. Для бесконечномерной системы уравнений предложено управление с обратной связью, которое обеспечивает устойчивость по Ляпунову тривиального положения равновесия тела и пластины. Показана диссипативность инфинитезимального генератора для соответствующего абстрактного дифференциального уравнения. Материал является новым и представляет достаточно широкий научный интерес.

Достоверность основных полученных результатов и выводов обеспечивается строгостью и корректностью механических и математических моделей и постановок задач, использованием апробированных методов исследований, а также построением численных решений для конкретных примеров и их согласованностью с теоретическими выводами.

Материалы диссертации достаточно полно отражены в 10 опубликованных работах, среди которых 6 статей опубликованы в научных журналах и сборниках,

соответствующих требованиям МОН Украины к специализированным научным изданиям.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. В первой главе, посвященной обзору литературы, недостаточно внимания уделено обоснованию актуальности и новизны рассматриваемой задачи. Если актуальность направления исследований достаточно обоснована, то выбор рассматриваемой в диссертации конкретной задачи представляется не достаточно обоснованным. Обзор литературы более похож на реферативное изложение материалов публикаций по теме, чем на анализ состояния вопроса. Создается впечатление, что основное внимание автора уделено стремлению назвать всех отечественных исследователей по данной проблеме. Отмечу, что выводы к первой главе достаточно хорошо обосновывают актуальность задачи. Однако, выводы 3, 4, 5 не очень связаны с предыдущим обзором литературы, и ничего не сказано о важности ряда подходов и методов, используемых в диссертации. Например, об использовании теории полугрупп линейных операторов для систем с распределенными параметрами.
2. Во второй главе, посвященной методам исследования, представляется излишне подробным изложение известного из учебников материала. Например, теорема об ускорении точки во вращающейся системе координат.
3. В работе практически не уделяется внимания физической (механической) интерпретации полученных результатов. Например, основные уравнения для синтеза управлений вырождаются, когда удвоенные расстояния от точки вращения до точки крепления пластины равны соответствующим размерам пластины. Однако, этот вопрос никак не рассматривается, хотя он мог бы прояснить "физику" задачи. В главе 5 рассматривается случай, когда работает только один канал управления. Однако, этот случай никак не связывается с исходной постановкой задачи о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки.
4. В главе 6 вычисление моментов инерции пластины выполнено не рационально. Представляется, что использование теоремы об изменении тензора инерции при переносе начала координат позволило бы значительно сократить вычисления.
5. Ряд замечаний связан с техническими вопросами оформления диссертации:
 - векторные величины хорошо бы помечать особыми символами, отличающими их от скаляров;
 - во введении не совсем корректно использован термин "продолжительность активного функционирования космического аппарата";
 - представляется стилистически неоправданным основные результаты работы (глава 3) начинать словами "рассмотрена математическая модель...";
 - содержание шестой главы диссертации излишне кратко отражено в автореферате, что приводит к потере понимания особенностей ряда проделанных работ;

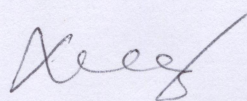
- название диссертационной работы представляется излишне общим, не вполне отражает конкретику задачи и скорее подходит для докторской диссертации, чем для кандидатской.

Приведенные замечания не снижают достоинства работы, а скорее относятся к ее оформлению.

Общая оценка содержания и уровня выполненных исследований являются положительными. Автореферат в целом отвечает содержанию диссертации. Основные результаты работы достаточно отражены в опубликованных статьях и прошли хорошую апробацию на конференциях и семинарах. Текст диссертации и автореферата (за исключением сделанных замечаний) удовлетворяет требованиям «Порядку присуждения наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

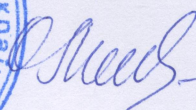
Считаю, что диссертационная работа Новиковой Юлии Викторовны "Управление колебаниями и редукция моделей механических систем с упругими пластинами" является законченной научной работой, в которой решена задача управляемости и стабилизации движения твердого тела с присоединенной упругой пластиной Кирхгофа при медленных вращениях системы относительно неподвижной точки. Построенные аналитические решения задачи показывают возможность управления движением системы путем изменения вращения твердого тела управляющими моментами. Полученные результаты и использованные методы их достижения в совокупности представляются важным шагом в развитии теоретических подходов решения задач управления движением систем твердых тел с присоединенными упругими элементами. Диссертация отвечает требованиям пп. 11-13 постановления №567 КМУ от 24 июля 2013 г. «Порядку присуждения наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» к кандидатским диссертациям, а ее автор, Новикова Юлия Викторовна, заслуживает присуждения научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник отдела
системного анализа и проблем управления
Института технической механики
НАН и ДКА Украины

 А.В. Пироженко

Подпись Пироженко А.В. удостоверяю
Ученый секретарь ИТМ НАНУ и ДКАУ



 О.М. Маркова