

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Тихонова Алексея Александровича о диссертации Смирнова Алексея Сергеевича на тему «Динамика, управление движением и оптимизация режимов гашения колебаний пространственного двойного маятника», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Диссертация А.С. Смирнова посвящена исследованию динамики механической системы, представляющей собой пространственный двойной маятник с одинаковыми параметрами грузов и звеньев, причем шарнирные оси маятника не коллинеарны друг другу. Данная диссертационная работа направлена на изучение различных режимов функционирования такой системы. Анализируются консервативные, диссипативные и управляемые модели этой системы в линейной и нелинейной постановках. Рассматривается вопрос о нахождении оптимальных параметров пассивного и активного гашения колебаний системы в соответствии с двумя критериями оптимизации, характеризующими эффективность процессов затухания движений системы. При решении упомянутых задач соискатель использует аналитические, в том числе приближенные асимптотические методы нелинейной механики, а также численные методы исследования.

Первым существенным результатом диссертации является аналитическое решение задачи о малых колебаниях двойного маятника с неколлинеарными шарнирами при отсутствии и наличии вязкого трения в шарнирах. Найдены зависимости частот и форм малых колебаний пространственного двойного маятника с одинаковыми параметрами грузов и звеньев от угла между шарнирными осями.

Другим существенным результатом данной диссертационной работы является аналитическое и численное исследование нелинейных форм колебаний двойного маятника с неколлинеарными шарнирами. Выявлено, что нелинейные формы колебаний пространственного двойного маятника значительно сложнее, чем известные линейные формы колебаний.

В диссертации также изучено управляемое движение пространственного двойного маятника с неколлинеарными шарнирами с постоянными и переменными коэффициентами усиления. При этом осуществлен совместный учет диссипативных и управляющих воздействий и определены оптимальные параметры пассивного и активного гашения колебаний по двум критериям оптимизации: 1) максимизация степени устойчивости системы, 2) минимизация интегрального энерговременного показателя. Дано сопоставление оптимальных параметров гашения колебаний, найденных по указанным критериям.

В целом, результаты настоящей диссертационной работы представляют собой новый вклад в динамику систем твердых тел, имеющий перспективы приложений в робототехнике, а также в биомеханике - при моделировании конечностей живых организмов.

33-06-1283 от 27.12.2024

Все утверждения диссертации строго обоснованы, каких-либо существенных пробелов в доказательствах не обнаружено. Тема диссертации соответствует специальности «1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин».

Основные результаты диссертации своевременно опубликованы. Имеются 7 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 2 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Результаты диссертации докладывались на конференциях и семинарах.

Диссертация написана ясным и понятным языком. В то же время, в диссертации имеются недостатки редакционного характера. К их числу относятся следующие:

1. На с. 6 в пункте 4), очевидно, речь должна идти не о «гашении пространственного двойного маятника», а о гашении колебаний этого маятника.
2. На с.13 в пункте 2) имеется неудобоваримая и неверно построенная фраза «...энергии системы, и определены ключевые величины, отражающие динамическое поведение системы при движении по нелинейной форме, от амплитуды...».
3. На рис. 2.2, а также в тексте раздела 2.1 отсутствует пояснение по поводу введения ортов j' и k' . Поэтому направления ортов j' и k' в этом месте не определены однозначно, что усложняет чтение работы. Разъяснение дается лишь в следующем разделе 2.2.
4. На с.55 имеется несогласованность в выражении «...с фазовыми траекториями, полученные в...».
5. На с. 63, 76 а также в других местах диссертации неоднократно упоминается «соотношение амплитуд колебаний». Следует заметить, что «соотношение» - это всего лишь взаимная связь между чем-либо, не заданная конкретной зависимостью. Поэтому остается неясным, что имеет в виду автор диссертации, говоря о «соотношении амплитуд колебаний» (с. 63, 70) или о «соотношении между амплитудами» (с. 64). Тем более непонятен смысл выражения «соотношение между амплитудами при движении как по первой, так и по второй форме начинает падать» (с. 64). На с. 68 имеется аналогичное выражение: «соотношение амплитуд падает с их увеличением», из которого неясно, что конкретно падает. Взаимосвязь амплитуд или что-то иное?
6. На с. 70 упоминается «процесс дрейфа первой формы колебаний». Смысл этого выражения в данном месте понять не удастся. Автору диссертации следовало бы отметить, что под формой колебаний здесь понимается не то, что ассоциируется с собственными частотами и соответствующими им собственными формами, а геометрические формы замкнутых фазовых траекторий на фазовых плоскостях.
7. На с. 86 2-й абзац начинается словами «Ясно, что...». В данном случае как раз неясно, для чего нужно раскачивать механическую систему, причем добиваться перехода из линейной области колебаний в нелинейную. Неясно, какой в этом практический смысл? Какого-либо обоснования на этой странице нет и ссылок на литературу тоже нет. На с. 87 фраза «Как уже говорилось ранее...» тоже не обоснована - неясно, где говорилось, т.к. нет ссылок, и неясно, почему «регулярное периодическое движение с достаточно большой амплитудой» является «наиболее ценными из всех возможных режимов движения». Еще

более неясно это утверждение становится после фразы, имеющейся на той же странице 87, в которой уточняется, что раскачивание системы понимается в смысле «организации ее резонансных колебаний». Неясно, для чего вводить систему в резонанс, подвергая конструкцию риску усиленного износа или даже разрушения. Ссылка на бег андроида, имеющаяся на с.88, мало проясняет ситуацию с резонансной раскачкой механической системы маятникового типа, поскольку разгон андроида, в отличие от маятниковых систем, происходит очень быстро, с приложением больших нагрузок, похожих на ударные.

8. На с. 91 опечатка в выражении «...раскачивать каждую их...».

9. На с. 92 опечатка в выражении «...плоского двойного двойного можно...».

10. На с. 92 опечатка в выражении «...должна выражена...».

Отмеченные недостатки не влияют на общее положительное впечатление о диссертационной работе и не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация представляет собой законченное научное исследование актуальной проблемы теоретической механики и динамики машин, в которой получены новые и важные результаты. Достоверность и строгая обоснованность полученных результатов не вызывают сомнений, а их использование представляется полезным для дальнейших теоретических исследований динамики электромеханических, робототехнических и биомеханических систем.

Диссертация Смирнова Алексея Сергеевича на тему: «Динамика, управление движением и оптимизация режимов гашения колебаний пространственного двойного маятника» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Смирнов Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Председатель диссертационного совета

Доктор физ.-мат. наук, профессор,
профессор кафедры теоретической
и прикладной механики СПбГУ

А.А.Тихонов

24.12.2024

