

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Мастеровой Анны Андреевны
на тему: «Моделирование динамики механических систем, содержащих
ротор Савониуса»
по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика»

Диссертация Мастеровой А.А. состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 98 наименований (всего 104 страницы).

Во введении формулируются цели и задачи работы, приводится обоснование ее актуальности и обзор научной литературы, посвященной экспериментальным и численно-аналитическим исследованиям роторов Савониуса. Кроме этого, во введении кратко излагается содержание диссертации и формулируются основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе предложен подход к описанию аэродинамического воздействия на ротор Савониуса, основанный на использовании только информации о текущей угловой скорости ротора и его ориентации ротора относительно потока. Этот подход содержит ряд параметров и зависимостей, которые подлежат идентификации. Описаны экспериментальные исследования, проведенные с макетом ротора Савониуса в аэродинамической трубе НИИ механики МГУ. Представлены экспериментальные данные (в виде графиков). Предложены аппроксимационные формулы, описывающие силы и момент, действующие на ротор. Введение и первая глава содержат обширный обзор научной литературы по теме исследования.

Во второй главе рассматривается ветроэнергетическая установка, рабочим элементом в которой является ротор Савониуса. Обсуждаются вопросы существования и устойчивости положений равновесия. Для случая, когда зависимостью аэродинамического момента от угла можно пренебречь, получены условия устойчивости стационарного режима вращения.

Проведены расчеты переходных режимов, которые возникают при мгновенном изменении скорости ветра (в предположении, что до и после этого «скачка» скорость ветра постоянна).

В третьей главе изучается колесная тележка, на которой установлен ротор Савониуса, приводящий в движение ведущие колеса. Предполагается, что тележка может двигаться вдоль прямой, а ветер имеет постоянную скорость, направленную под некоторым углом к этой прямой. Для системы, осредненной по углу вращения ротора, численно исследованы стационарные режимы системы в зависимости от азимута ветра при разных значениях безразмерного параметра, характеризующего геометрические параметры системы и передаточное число, связывающее угловые скорости ротора Савониуса и колеса. Показано, что при сравнительно больших значениях этого параметра существует диапазон значений азимута ветра, в котором есть два притягивающих стационарных режима. Эти режимы соответствуют движению тележки в разные стороны.

В последнем пункте третьей главы получены условия отсутствия проскальзывания колес, а также обращения в ноль нормальных реакций на передних и задних колесах.

В заключении работы сформулированы основные полученные результаты и описаны некоторые перспективы дальнейшего развития исследования.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

Актуальность избранной темы обусловлена тенденциями увеличения доли возобновляемых источников энергии. Традиционные источники, основанные на сжигании газа, нефти и угля вносят вклад в глобальное потепление и загрязнение окружающей среды. Кроме того, запасы этих ископаемых источников ограничены. Атомная энергетика вызывает критику по соображениям безопасности. Поэтому использование солнечной энергии представляется крайне заманчивым. Одним из основных способов извлечения этой энергии являются ветроэнергетические установки. Таким

образом, целесообразность исследования всевозможных ветроэнергетических установок сегодня вызвана возросшим интересом общества к экологическим проблемам и желанием осуществить переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике. Качественное исследование динамики ветроэнергетических установок является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Исследование механических систем, содержащих ротор Савониуса, выполнено строгими методами теоретической механики, теории устойчивости движения и дифференциальных уравнений. Проверка аналитических и численных результатов производилась с использованием систем символьных вычислений и подтверждены экспериментальными данными. Поэтому научные положения, выводы и рекомендации следует считать достаточно обоснованными.

Достоверность и новизна. Достоверность исследования следует из применения строгих аналитических и компьютерных методов анализа. Научная новизна исследования заключается в использовании феноменологического подхода, позволяющего расширить характер теоретико-механического описания аэродинамического воздействия на тело сложной формы, вращающееся в потоке среды. Такой подход позволит создавать замкнутые динамические модели механических и электромеханических систем и проводить их параметрический анализ.

В работе имеется ряд недостатков.

1. При изучении стационарных режимов редуцированной системы (8), соответствующих периодическим движениям исходной системы третьего порядка, установлены условия устойчивости, но не исследован их тип. Поведение решения в окрестности стационарной точки - колебательное, апериодическое, было бы интересно выяснить.

2. Получены условия отсутствия в редуцированной системе предельных циклов, которые являются нежелательным решением для

рассматриваемой системы. Возможность их существования при других параметрах не исследована. Кроме того, теорема Бендиксона сформулирована недостаточно аккуратно.

3. Вывод о глобальной устойчивости найденного стационарного решения было бы хорошо проиллюстрировать фазовым портретом, хотя бы построенным численно.

4. Работа содержит ряд неудачных выражений, например, "лопасти представляют собой уже не полукруги", и другие.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертация оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Мастерова Анна Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математических и компьютерных методов анализа
механико-математического факультета
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Черкасов Олег Юрьевич

6.06.22

Контактные данные:

тел.: 7(495)9392800, e-mail: oleg.cherkasov@math.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.02.01 – Теоретическая механика

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1,
кафедра математических и компьютерных методов анализа,
механико-математический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Тел.: 84959392090; e-mail: office@mech.math.msu.ru

Подпись Черкасова Олега Юрьевича удостоверяю:

А

Декан механико-математического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр.РАН, профессор



А.И.Шафаревич

дата

07.06.2022