

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Гаджиева Максима Магомедовича
на тему: «О движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц»
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин**

Диссертация М.М. Гаджиева посвящена исследованию задачи о движении твердого тела с неподвижной точкой в разреженном потоке частиц, движущихся с постоянной скоростью вдоль фиксированного в неподвижном пространстве направления. Задача о движении твердого тела с неподвижной точкой является одной из классических задач механики, она неизменно привлекает к себе большое внимание ученых и интенсивно изучается, поскольку модель абсолютно твердого тела считается основной моделью при описании движения сложных технических объектов. Поэтому тема диссертации М.М. Гаджиева представляется актуальной.

Известны многочисленные обобщения классической задачи о движении тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Одним из таких обобщений является задача о движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц. Модель взаимодействия твердого тела с потоком частиц, рассматриваемая в работе, известна давно. Она была предложена в работах В.В. Белецкого, посвященных задаче об обтекании спутника разреженным потоком газа. Применялась данная модель и в задаче о движении твердого тела с неподвижной точкой – это было сделано в работах А.А. Бурова и А.В. Карапетяна. Поэтому можно сказать, что в диссертации М.М. Гаджиева дано существенное развитие результатов, полученных А.А. Буровым и А.В. Карапетяном.

Первая глава диссертации носит вспомогательный характер, содержит известные результаты и служит введением в задачу о движении твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц, рассмотрению которой посвящены остальные главы работы. В ней выводятся формулы для главного вектора и главного момента сил, действующих на тело со стороны потока частиц. Показано, как в явном виде записывается главный момент сил при обтекании тел с различной геометрией поверхности (сфера, эллипсоид, пластина, цилиндр, поверхность вращения).

Выводятся уравнения движения тела с неподвижной точкой под действием данного момента. Получены достаточные условия, при выполнении которых уравнения движения твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц допускают первый интеграл типа энергии. Указаны случаи, когда уравнения движения тела обладают полным набором первых интегралов, то есть являются интегрируемыми. Это аналоги случаев Эйлера – Пуансо, Лагранжа и Гесса в классической задаче о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой.

Во второй главе диссертации рассматривается случай, когда тело, помещенное в поток частиц, ограничено поверхностью эллипсоида вращения, но является при этом динамически несимметричным. Показано, что уравнения движения данной задачи могут быть представлены в форме уравнений Гамильтона. Методом расщепления сепаратрис установлено, что уравнения движения тела не обладают полным набором первых интегралов, необходимых для интегрируемости. Тем самым, доказана неинтегрируемость задачи о движении динамически несимметричного твердого тела с неподвижной точкой, помещенного в поток частиц.

В третьей главе диссертации рассматривается случай, когда тело, помещенное в поток частиц, ограничено поверхностью эллипсоида вращения, центр которого лежит в экваториальной плоскости эллипсоида инерции, построенного в неподвижной точке. Показано, что если распределение масс в теле удовлетворяет условиям С.В. Ковалевской, то дополнительный первый интеграл, независимый с интегралом энергии, существует только в случае, когда эллипсоид, ограничивающий твердое тело, является шаром.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию устойчивости перманентных вращений твердого тела с неподвижной точкой в потоке частиц. При помощи теории Рауса для исследования устойчивости стационарных движений механических систем с известными первыми интегралами получены необходимые и достаточные условия устойчивости перманентных вращений динамически симметричного тела, ограниченного поверхностью вращения.

В пятой главе диссертации исследуется устойчивость регулярных прецессий динамически симметричного тела с неподвижной точкой, помещенного в поток

частиц. Предполагается, что тело ограничено поверхностью эллипсоида вращения, ось симметрии которого совпадает с осью динамической симметрии тела. Найдены условия на полуоси эллипсоида, ограничивающего тело, при выполнении которых все регулярные прецессии тела будут устойчивы. Все полученные аналитические результаты подтверждены серией бифуркационных диаграмм, построенных численно.

В шестой главе диссертации изучается интегрируемый случай, аналогичный случаю Гесса в классической задаче о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой. Показано, что как и в классической задаче, интегрирование уравнений движения в случае Гесса сводится к нахождению общего решения дифференциального уравнения Риккати. При этом на нулевом уровне интеграла площадей удастся найти общее решение данного уравнения, и следовательно, появляется возможность проинтегрировать уравнения движения в квадратурах.

По тексту диссертации имеются следующие замечания.

1. На странице 38 утверждается, что γ_3 – это угол между осью симметрии тела и направлением потока. Однако, γ_3 – это косинус угла между осью симметрии тела и направлением потока.
2. На странице 40 имеется предложение: «В этом случае выражение для момента сил, действующего на спутник, эквивалентно выражению (31)». Но формула, обозначенная (31) не является выражением никакого момента. По всей видимости, здесь должен быть номер (30), то есть допущена погрешность в ссылках.
3. На странице 46 обсуждается выражение для главного момента сил, действующих на тело с неподвижной точкой, ограниченное поверхностью цилиндра с двумя торцевыми плоскостями. При этом в тексте несколько раз вместо «цилиндр» написано «эллипсоид».
4. На странице 67 допущена неточность в формулах. Вместо $\alpha_1 = l, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0$ должно быть $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0$.

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 специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин (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, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гаджиев Максим Магомедович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник лаборатории механики систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук

Маркеев Анатолий Павлович

Контактные данные:

Адрес места работы:

119526, Москва, пр. Вернадского, д.101, корп.1
ИПМ им. А.Ю. Ишлинского РАН, лаборатория механики систем
Тел.: +7 (495) 434 30 60; e-mail: markeev@ipmnet.ru