

УДК 62-50

КВАЗИОПТИМАЛЬНОЕ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ТОРМОЖЕНИЕ ВРАЩЕНИЙ ГИРОСТАТА С ПОДВИЖНОЙ МАССОЙ В СОПРОТИВЛЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ¹

© 2019 г. Л. Д. Акуленко^{a,*}, Т. А. Козаченко^{b,**}, Д. Д. Лещенко^{b,***}

^aИПМех РАН, Москва, Россия

^bОдесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, Украина

*e-mail: gavrikov@ipmnet.ru

**e-mail: kushpil.t.a@gmail.com

***e-mail: leshchenko_d@ukr.net

Поступила в редакцию 28.01.2019 г.

После доработки 19.04.2019 г.

Принята к публикации 20.05.2019 г.

Исследуется задача о квазиоптимальном (близком к оптимальному) по быстродействию торможении вращений твердого тела, несущего элементы с распределенными и сосредоточенными параметрами. Предполагается, что тело содержит сферическую полость, заполненную жидкостью большой вязкости (при малых числах Рейнольдса), и вязкоупругий элемент, моделируемый подвижной массой, соединенной сильным демпфером с корпусом. Наличие подвижной массы моделирует присутствие нежестко закрепленных элементов на космическом аппарате, что при длительном воздействии оказывает существенное влияние на его движение относительно центра масс. Кроме того, на тело действует малый момент сил сопротивления среды, а также малый управляющий момент, ограниченный эллипсоидальной областью. Проведено асимптотическое решение на основе процедуры усреднения по фазе невозмущенного прецессионного движения и численное интегрирование.

DOI: 10.1134/S0002338819050020

Введение. Анализ объектов, содержащих элементы с распределенными и сосредоточенными параметрами, представляет интерес в теоретическом и прикладном аспектах. Получены конструктивные результаты для систем, содержащих квазитвердые тела. Эти модели предполагают, что их движение близко движению абсолютно твердых тел. Влияние неидеальностей может быть определено на основе асимптотических методов нелинейной механики. Оно сводится к наличию дополнительных возмущающих моментов в уравнениях углового движения Эйлера некоторого фиктивного твердого тела. Исследование динамики твердых тел с внутренними степенями свободы посвящен ряд работ, например [1–5] и др.

Аналізу пассивних рухів твердого тела с полостью, заполненной жидкостью большой вязкости, уделялось значительное внимание [2, 3, 6]. Исследование неуправляемых движений твердого тела в сопротивляющейся среде было проведено в [3, 4, 7, 8]. Проблеме управления вращательными движениями квазитвердых тел с помощью сосредоточенных (приложенных к корпусу) моментов сил, важной для приложений, уделялось меньше внимания [4, 9–12].

Рассматривается задача квазиоптимального (близкого к оптимальному) по быстродействию торможения вращений динамически симметричного твердого тела с полостью, заполненной жидкостью большой вязкости. К точке на оси симметрии тела прикреплен вязкоупругим демпфером подвижная масса. Кроме того, на тело извне действует момент сил сопротивления вязкой среды.

1. Постановка задачи. Рассматриваются управляемые вращательные движения динамически симметричного твердого тела со сферической полостью, заполненной жидкостью большой вязкости [2, 3]. Кроме того, к телу, находящемуся в среде с сопротивлением, прикреплен вязкоупругим демпфером подвижная масса [1, 3].

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-11-10343).