

had an objects reducing mass, improving reliability and provide operate the airplane for the two pilots. In the cockpit all the data performed in the English language.

Самолёт Ту-204СМ – пассажирский, среднемагистральный самолёт, разработанный конструкторским бюро Туполева. Самолёт является модификацией самолёта Ту-204Е.

Модификации авионики самолёта была направлена на снижение его массы, и создание условий для управления самолётом двумя пилотами.

Основным направлением модернизации авионики стала функциональная интеграция, при которой в одном комплекте оборудования решаются несколько функциональных задач, который на самолёте Ту-204-100Е решались разными комплектами.

Функциональная интеграция для авионики, управляющей обще самолётными системами, реализована установкой нового типа оборудования, разработанного специально для этой модификации - системой управления обще самолётным оборудованием СУОСО-204.

Установка этой системы открывает широкие возможности для глубокой функциональной интеграции обще самолётной авионики, уменьшению затрат времени на модернизацию и поиск неисправности.

С целью обеспечения соответствия авионики самолёта глобальной аэронавигационной системе CNS/ATM, повышению эксплуатационной технологичности, применено новое

оборудование, не применявшееся на самолёте Ту-204-100Е.

Значительно улучшен дизайн электрощитков в кабине экипажа, за счёт применения новой элементной базы и передовых технологий нанесения графических элементов на их поверхность.

Кабина экипажа, электронная индикация и сигнализация выполнены в англоязычном исполнении.

В перспективе до 2015г., авионика самолёта Ту-204СМ удовлетворяет большинству современных международных требований, приведённых в нормативных документах ИКАО по аэронавигации связи и наблюдению.

Модернизация авионики самолёта Ту-204СМ выполнена преимущественно силами российских разработчиков и поставщиков авиационного оборудования.

Функциональная интеграция бортового оборудования магистрального самолёта Ту-204СМ позволила сформировать условия для снижения массы, повышения надёжности, перехода к управлению самолётом двумя пилотами.

Приведённые результаты отражают важное научное и техническое достижение отечественного авиастроения.

Зам. директора УФ КБ ОАО "Туполев" Г.И. Коротнев д.т.н.

ДИНАМИКА НА МАГНИЧЕННОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ДВОЙНЫМ ВРАЩЕНИЕМ НА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ ОРБИТАХ С МАЛЫМ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОМ

© 2012 Дорошин А.В.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)», Самара

DYNAMICS OF MAGNETIZED DUAL-SPIN SPACECRAFT ON EQUATORIAL ORBITS WITH SMALL ECCENTRICITY

© 2012 Anton V. Doroshin

Samara State Aerospace University (National Research University)

The attitude motion of magnetized dual-spin spacecraft (DSSC) along equatorial orbits with small eccentricity is considered. We study the perturbed attitude motion of DSSC at implementation of spatial stabilization corresponded to the orthogonal direction of longitudinal axis of DSSC with respect to the plane of equatorial orbit. In this case of motion restoring (tilting) nutational torque takes place. At presence of this torque DSSC performs chaotic motion modes. Chaotization of magnetized DSSC attitude motion examined with the help of Melnikov's method.

Движению намагниченных космических аппаратов в магнитных (геомагнитных) полях уделяется большое внимание отечественными и зарубежными авторами, например, [1-6] и др.

В настоящей работе рассматривается пространственное движение слабо намагниченного космического аппарата с двойным вращением (КАДВ) на экваториальных орбитах с малым эксцентриситетом.

Изучается возмущенное пространственное движение КАДВ в случае, когда реализована стабилизация пространственного положения, соответствующего ортогональному направлению продольной оси КАДВ по отношению к плоскости экваториальной орбиты. При этом сам КАДВ обладает слабой намагниченностью и взаимодействует с магнитным полем Земли, имеющим дипольную структуру, которая сохраняется до высот орбит, не превышающих трех радиусов Земли.

При движении по круговым экваториальным орбитам осуществляется «скольжение» КАДВ по силовым линиям геомагнитного поля, причем в идеализированном случае направления силовых линий магнитного поля вдоль экваториальной круговой орбиты являются четко перпендикулярными плоскости орбиты, что также соответствует постоянству вектора индукции поля (по величине и направлению) вдоль круговой экваториальной орбиты.

При наличии малого эксцентриситета экваториальной орбиты «скольжение» КАДВ происходит вдоль силовых линий магнитного поля со слабыми колебаниями величины вектора индукции при сохранении его ортогонального направления к плоскости орбиты.

В случае, если КАДВ обладает собственным слабым магнитным моментом, направленным вдоль продольной оси КАДВ (оси вращения соосных тел КАДВ), при движении во внешнем магнитном поле Земли возникает слабый восстанавливающий (нутационный) момент сил, стремящийся совместить продольную ось КАДВ (направление собственного магнитного момента) с направлением вектора индукции внешнего поля.

Таким образом, при движении слабо намагниченного КАДВ по экваториальной орбите с малым эксцентриситетом возникает слабый возмущающий момент гармонического вида с периодом, соответствующим периоду движения по орбите.

В этом случае возможна реализация хаотических режимов движения КАДВ в окрестности сепаратрисных траекторий в соответствующем фазовом пространстве. Обнаружение хаотизации и определение ширины соответствующего хаотического слоя в линейном приближении можно осуществлять на основе метода В.К. Мельникова [7], что и осуществлено в настоящей работе.

Применение метода В.К. Мельникова предполагает использование явных аналитических зависимостей для сепаратрисных гомо(гетеро)клинических решений, в качестве которых в работе используются решения, полученные в [8].

Показывается, что механизм хаотизации в рассматриваемом случае скольжения КАДВ во внешнем магнитном поле Земли при движении по экваториальным орбитам с малыми эксцентриситетами эквивалентен процессу хаотизации свободного КАДВ (аналог случая Эйлера) при действии малого гармонического момента между соосными телами (носитель и ротор) КАДВ [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белецкий В. В., Хентов А. А. Вращательное движение намагниченного спутника. - М.: Наука, 1985. - 288 с.
2. Мартыненко Ю.Г. Движение твердого тела в электрических и магнитных полях, — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. - 368 с.
3. Li-Qun Chen, Yan-Zhu Liu, Gong Cheng, Chaotic attitude motion of a magnetic rigid spacecraft in a circular orbit near the equatorial plane. *Journal of the Franklin Institute*, Volume 339, Issue 1, January 2002, Pages 121-128
4. Yan-Zhu Liu, Hong-Jie Yu, Li-Qun Chen, Chaotic attitude motion and its control of spacecraft in elliptic orbit and geomagnetic field. *Acta Astronautica*, Volume 55, Issues 3–9, August–November 2004, Pages 487-494.

5. Matteo Corno, Marco Lovera, Spacecraft attitude dynamics and control in the presence of large magnetic residuals. *Control Engineering Practice*, Volume 17, Issue 4, April 2009, Pages 456-468.

6. Yehia A. Abdel-Aziz, Attitude stabilization of a rigid spacecraft in the geomagnetic field. *Advances in Space Research*, Volume 40, Issue 1, 2007, Pages 18-24.

7. Мельников В.К. Об устойчивости центра при периодических по времени возмущениях. *Труды Московского математического общества*, № 12. 1963. С. 1–56.

8. a.v. doroshin, heteroclinic dynamics and attitude motion chaotization of coaxial bodies and dual-spin spacecraft. *communications in nonlinear science and numerical simulation*, volume 17, issue 3, 2012, pages 1460-1

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС VVHDFLOW ДЛЯ БЕССЕТОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА.

© 2012 Дынников Я.А., Малахова Т.В.

НИИ механики МГУ, Москва

COMPUTATIONAL PACKAGE VVHDFLOW FOR NUMERICALLY SOLVING UNSTEADY HYDRODYNAMICS AND HEAT TRANSFER PROBLEMS

© 2012 Dynnikov Ya.A., Malakhova T.V.

Computational package VVHDFlow implements method of viscous vortex and heat domains, which is used to solve 2D Navier-Stokes and heat transfer equations. Using this package several problems of unsteady thermohydrodynamics are solved.

С 2004 года в НИИ механики МГУ разрабатывается численный метод вязких вихревых доменов (ВВД) - бессеточный метод моделирования течений вязкой несжимаемой жидкости, основанный на прямом решении двумерных уравнений Навье-Стокса в лагранжевых координатах [1]. К типам задач, которые позволяет эффективно решать метод, относится моделирование произвольного движения тел в потоке жидкости или несжимаемого газа, обтекание деформирующихся тел, а так же решение сопряженных задач динамики тела и жидкости. Позже данный

метод был обобщен для расчета течений теплопроводной жидкости и получил название вязких вихре-тепловых доменов (ВВДТ).

Для реализации данного метода разрабатывается программный комплекс VVHDFlow. Он включает в себя основную программу, в которой проводится расчет, и постпроцессор – набор утилит для обработки и визуализации полученных данных.

С помощью данного комплекса решен широкий круг задач обтекания различных тел. На рис. 1 изображено