

1. Землянухин А. И., Могилевич Л. И. Нелинейные волны деформаций в цилиндрических оболочках // Изв. вузов. Сер. Прикладная нелинейная динамика. 1995. Т. 3. № 1. С. 52 - 58.

УДК 629

А. В. Молоденков, Я. Г. Сапунков

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВОРОТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА*

Рассматривается задача оптимального разворота сферически симметричного космического аппарата (КА) с ограниченной и импульсной тягой при произвольных граничных условиях по угловому положению и угловой скорости в кватернионной постановке. Функционал, определяющий качество переходного процесса, объединяет два критерия: время и интегральную величину импульсов тяги, затраченных на процесс управления.

Постановка задачи имеет вид

$$2\dot{\bar{\Lambda}} = \bar{\Lambda} \circ \bar{\omega}, \quad (1)$$

$$\dot{\bar{\omega}} = \bar{M}, \quad (2)$$

$$|\bar{M}| \leq M_{\max}, \quad (3)$$

$$\bar{\Lambda}(0) = \bar{\Lambda}_0, \quad \bar{\omega}(0) = \bar{\omega}_0, \quad (4)$$

$$\bar{\Lambda}(T) = \bar{\Lambda}_T, \quad \bar{\omega}(T) = \bar{\omega}_T, \quad (5)$$

где $\bar{\Lambda}(t) = \lambda_0(t) + \sum_{k=1}^3 \lambda_k(t) \bar{i}_k$ - кватернион, описывающий угловое положение

КА, $\bar{\omega}(t) = \sum_{k=1}^3 \omega_k(t) \bar{i}_k$ - вектор угловой скорости КА - являются пере-

менными состояния; $\bar{M}(t) = [M_1(t), M_2(t), M_3(t)]^T$ - вектор управляющего момента. Функции $\bar{\Lambda}(t)$, $\bar{\omega}(t)$, $\bar{M}(t)$ подчинены требованиям задачи Понтрягинского типа; \circ означает кватернионное произведение. Требуется определить оптимальное управление \bar{M}^{opt} системой (1), (2) при ограничении на модуль управления (3), доставляющее минимум функционалу

$$I = \int_0^T (\alpha_1 + \alpha_2 |\bar{M}|) dt,$$

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 99-01-00192.

где $\alpha_1, \alpha_2 = \text{const} > 0$, время T не задано. Граничные условия (4), (5) произвольны.

Задача решается в два этапа. На первом этапе на основании принципа максимума Л. С. Понтрягина получаются выражения оптимального управления и сопряженной системы уравнений для исходной непрерывной задачи. На втором этапе, используя предельный переход [1], в котором верхнее значение величины тяги неограниченно возрастает, строится аналитическое решение задачи оптимального разворота с импульсной тягой, реализующее двухимпульсную схему управления.

Получены явные соотношения, определяющие величины и направления импульсов тяги, скачки фазовых переменных и время разворота КА.

Приводится полный аналитический алгоритм решения задачи импульсного оптимального разворота, реализующий двухимпульсную схему управления.

Работа является продолжением [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин В. А., Кузмак Г. Е. Оптимальные перелеты космических аппаратов. М.: Наука, 1976.

2. Молоденков А. В. Решение задачи оптимального разворота сферически симметричного КА с ограниченной и импульсной тягой при произвольных граничных условиях // Бортовые интегрированные комплексы и современные проблемы управления: Сб. тр. междунар. конф. Ярополец, 1998. С. 58 - 59.

УДК 532.5;532.135

А. И. Сафрончик

НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ СРЕДЫ С УЧЁТОМ ПРИСТЕННОГО СКОЛЬЖЕНИЯ И “ЗАПАЗДЫВАНИЯ” ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ

В связи с запросами техники широкое развитие получила гидромеханика вязкопластических сред. Изучению движения таких сред посвящено значительное число как теоретических, так и экспериментальных работ [1, 2]. Экспериментальными исследованиями был выявлен ряд интересных особенностей в поведении вязкопластичных материалов или как их ещё называют структурных жидкостей. В частности, было замечено, что при достаточно больших скоростях движения возникает аномалия в поведении сопротивления (сопротивление падает). Снижение сопротивления объясняют обычно тем, что вблизи твёрдых стенок образуется вязкий слой (дис-