

УДК 517.977.56: 629.764

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ РАКЕТОНОСИТЕЛЯМИ С УЧЕТОМ УПРУГИХ СВОЙСТВ

© В. С. Неронов*, Б. Е. Смагулов

* enu_neronov@mail.ru

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

В настоящей работе рассматривается задача оптимального управления изгибными колебаниями упругой ракеты-носителя. С единых позиций исследуются вопросы существования обобщенного решения уравнений движения летательного аппарата, разрешимости задачи оптимального управления и вывода необходимых условий оптимальности управления в форме принципа максимума.

Изгибные колебания упругого летательного аппарата (как балки переменного сечения) под действием сил упругости, веса и аэродинамических сил описываются дифференциальным уравнением [1–3]

$$m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(EI(x) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) + a \frac{\partial y}{\partial t} + b \frac{\partial y}{\partial x} = F + ap(t),$$

$$(t, x) \in Q = (0, T) \times (0, L),$$

с начальными

$$y(0, x) = y_0(x), \quad \frac{\partial y(0, x)}{\partial t} = y_1(x), \quad x \in (0, L),$$

и граничными условиями

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial x} \left(EI(x) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) = 0, \quad x = 0;$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial x} \left(EI(x) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) = 0, \quad x = L, \quad t \in (0, T),$$

где $y = y(t, x)$ — отклонение оси летательного аппарата от равновесного состояния, остальные обозначения соответствуют принятым в [1, с. 311, 312].

Управление $p = p(t)$ считается приложенным в некоторой точке корпуса ракеты или на некоторой части корпуса.

В качестве критерия оптимальности выбирается квадратический функционал

$$J = \int_0^T \int_0^L y^2(t, x) dx dt + \varepsilon \int_0^T p^2(t) dt,$$

где $\varepsilon > 0$ — весовой множитель.

Для численного решения поставленной задачи оптимального управления используется метод Фурье [2, 3] в сочетании с методом последовательных приближений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сиразетдинов Т. К. Оптимизация систем с распределенными параметрами. М.: Наука, 1977. С. 480.
2. Абгарян К. А., Калазин Э. Л., Мишин В. П., Рапопорт И. М. Динамика ракет. М.: Машиностроение, 1990. С. 464.
3. Алифанов О. М., Андреев А. Н., Гуцин В. Н. и др.: Под ред. Алифанова О. М. Баллистические ракеты и ракеты-носители. М.: Дрофа, 2004. С. 512.