

УДК 533.6.013

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПРОДОЛЬНОЙ БАЛАНСИРОВКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА МЕТОДАМИ НЕЛИНЕЙНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СВЯЗИ PYTHON И AVL

© Хоанг В.Х., Лукьянов О.Е., Комаров В.А.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: hunghoang2508@gmail.com

Расчет аэродинамических характеристик летательных аппаратов, включая оценку аэродинамического совершенства или вычисление воздушных нагрузок для прочностного анализа конструкции, требует обеспечения равновесия и балансировки. В данной работе рассматривается решение задачи балансировки малоразмерного БПЛА самолетного типа в продольном канале с применением численного математического моделирования и межплатформенной связки Python и AVL.

Решение задачи продольной балансировки БПЛА самолетного типа формулируется в терминах математического программирования следующим образом:

Минимизировать: $f(X) = |m_z(X)| \rightarrow \min$,

При ограничении: $c_{ya}(X) = c_{ya_бал}$

$$\delta_{min} \leq \delta \leq \delta_{max}$$

$$\alpha_{min} \leq \alpha \leq \alpha_{max}$$

где $c_{ya}(X)$ – коэффициент подъемной силы БПЛА; $c_{ya_бал}$ – коэффициент подъемной силы, необходимый для горизонтального полета; $m_z(X)$ – коэффициент продольного момента БПЛА; α – угол атаки БПЛА; δ – угол установки горизонтального оперения; $X = (\delta, \alpha)$ – вектор переменных.

Алгоритм балансировки и управляющая программа реализованы на платформе Python с использованием модуля оптимизации OpenMDAO [1] методом COBYLA.

Вычисление целевой функции и ограничений осуществляется с помощью численного математического моделирования аэродинамики методом дискретных вихрей с подключением открытого программного обеспечения Athena Vortex Lattice (AVL) [2] в режиме batch mode. Создание вихревой модели БПЛА для расчета аэродинамики осуществляется с помощью разработанного алгоритма и программного кода также на платформе Python, который обеспечивает автоматическую загрузку файла модели на расчет аэродинамических характеристик в ПО AVL. Изменение проектных переменных в процессе оптимизации осуществляется алгоритмом автоматически.

Разработанная методика и алгоритм, реализованный на межплатформенной связке, были отработаны на примере решения конкретной задачи продольной балансировки для малоразмерного БПЛА самолетного типа нормальной схемы с электрической силовой установкой.

Библиографический список

1. Budziak K. Aerodynamic Analysis with Athena Vortex Lattice (AVL). Hamburg university of applied sciences, 2015. 72 p.
2. Gray J.S., Hwang J.T., Martin J.R.R.A., Moore K.T., Naylor B.A. OpenMDAO: an open-source framework for multidisciplinary design, analysis, and optimization // Structural and Multidisciplinary Optimization. 2019. № 59. P. 1075–1104.