

О.П. Кривоносенко, ктн, доц. (Національний авіаційний університет)
А.В. Коваленко, студент (Національний авіаційний університет)
Г.В. Сімонян, студент (Національний авіаційний університет)

Стабілізація висоти польоту гвинтокрила

Автономні гвинтокрили добре маневрені та мають шість ступенів свободи маневреності, тому вони підходять для широкого спектру завдань, таких як кінематограф, сільське господарство, інспекція, спостереження, пошук і рятування, розвідка та багато іншого. Здатність вертольота зберігати певний стандартний стан під час виконання певних завдань є критично важливою для успішного виконання цих завдань. Це можна зробити під час рятувальних операцій під час зависання над кораблем або під час польоту поблизу ліній електропередач або вітрових турбін для їх перевірки. У вітряну погоду це стає серйозним викликом для будь-якого пілота, а отже, автопілот, здатний ефективно враховувати дію вітрового збурення є реальною альтернативою. У цій роботі представлено конструкцію управління поздовжньою, поперечною та вертикальною стабілізацією гелікоптера з наявністю вітрового збурення з внутрішньою властивістю надійності параметрів керування і невизначеності моделі вітру.

Узагальнену схему управління можна представити у вигляді зображеному на рис. 1.

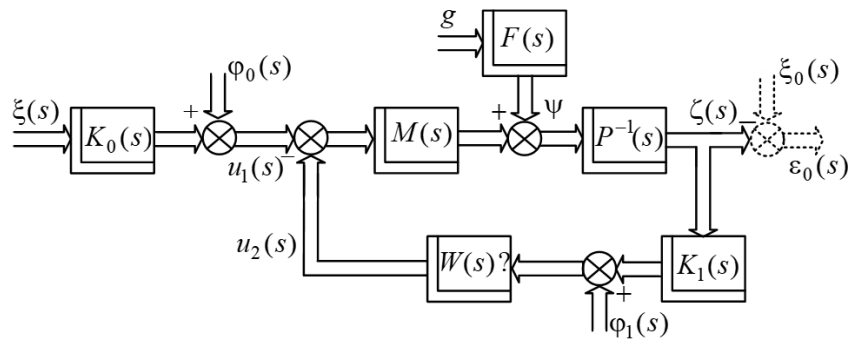


Рис. 1. Узагальнена схема системи керування рухом об'єкта по заданій траєкторії у просторі

Згодом можна вивести наступні рівняння поступального руху гвинтокрила:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= \frac{-(2q_1q_3 + 2q_0q_2)T_M}{M} + \frac{d_x}{M}, \\ \ddot{y} &= \frac{-(2q_2q_3 - 2q_0q_1)T_M}{M} + \frac{d_y}{M}, \\ \ddot{z} &= \frac{-(1 - 2q_1^2 - 2q_2^2)T_M}{M} + g + \frac{d_z}{M}. \end{aligned} \tag{1}$$

Основною метою є розробка контролера, здатного стабілізувати вертоліт по висоті, який відхилився від впливу збурення d . Збурення, що впливає на прискорення вертольота по висоті можна записати як лінійну комбінацію N (можливо ∞) синусоїдальних функцій часу, які змодельовані в наступному вигляді

$$d_j = \sum_{i=1}^N A_{ji} \cos(\Omega_i t + \varphi_{ji}),$$

З посиланням на вертикальну динаміку для протидії номінальному ефекту сили тяжіння вибирається наступний закон попереднього керування гвинтокрилом

$$T_M = \frac{gM_0 + u}{1 - \text{sat}_c(2q_1^2 + 2q_2^2)},$$

а це дає отримати наступну модель динаміки руху:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= \frac{-\tilde{d}(\mathbf{q}, t)q_2 + m(\mathbf{q}, t)q_1q_3 + n_x(\mathbf{q})y_\eta(\eta, w)}{M} + \frac{d_x}{M}, \\ \ddot{y} &= \frac{\tilde{d}(\mathbf{q}, t)q_1 + m(\mathbf{q}, t)q_2q_3 + n_y(\mathbf{q})y_\eta(\eta, w)}{M} + \frac{d_y}{M}, \end{aligned}$$

Змодельований політ автономного гвинтокрила, оснащеного запропонованим автопілотом, під впливом вітрового збурення, дає позитивні результати.



Рис. 2. Модель прототипу гвинтокрила в лабораторії

Результати моделювання положення гвинтокрила на фоні дії вітрового збурення показано на рис.3.

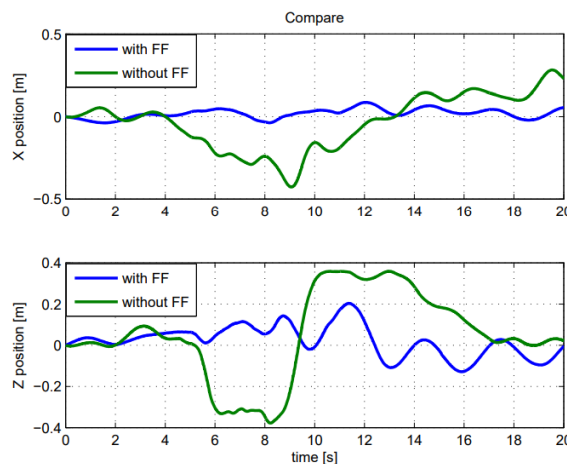


Рис. 3. Реакція гвинтокрила на пориви з і без прямого зв'язку контролера системи керування

Таким чином, представлено надійний контролер для стабілізації висоти гвинтокрила при усуненні завад вітру. Передбачається, що збурення вітру, що впливає на вертоліт, є функцією фіксованого часу, а структура з невідомими параметрами.

Список літератури

1. Блохін Л.М. Методологічні основи та етапи забезпечення конкурентноздатності процесів стабілізації існуючих рухомих об'єктів / О.П.Коивоносенко, С.І. Осадчий – К.: Вісник НАУ №2 (39), 2019. – С. 61–68.