

ОБ УЧЕТЕ ДИНАМИКИ НЕСУЩЕГО ВИНТА В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ВЕРТОЛЁТА

Андреев И.А., Дрёмов Ф.В.

Сызранский военный авиационный институт, г. Сызрань

Моделирование динамики движения вертолета при выполнении скоротечных маневров, когда высоки темпы и значительны диапазоны изменения параметров движения и управления, желательно выполнять с учетом динамики образования и изменения сил и моментов на несущем винте (НВ).

Аэродинамические силы и моменты на НВ при изменении кинематических параметров движения и положений рычагов управления изменяются с запаздыванием по времени (что связано с инерционностью перестройки воздушного потока обтекающего лопасти, запаздыванием в изменении их махового движения) и выходят на установившиеся значения, соответствующие новым величинам параметров примерно через $1/3$ оборота НВ [1;2;3].

Практика применения вертолетов показывает, что с целью повышения эффективности маневров они выполняются за минимально-возможное время. Это, в частности, относится и к таким маневрам как разгон и торможение вертолета в горизонтальной плоскости.

В качестве примера на рис.1. приведены законы изменения угловых параметров движения и продольного отклонения кольца автомата перекоса при выполнении маневра "разгон вертолета" на участке изменения угла тангажа от балансирующего $\mathcal{G}_0 = \mathcal{G}_c = -1^\circ$ на висении до требуемого $\mathcal{G}_k = -31^\circ$. \mathcal{G}_k -угол, с которым осуществляется разгон (измеряется относительно конструктивной плоскости НВ). Масса вертолета 10000 кг, продольная центровка 0,05м, полет выполняется на высоте 20 м. Оптимизация по времени выполняется в соответствии с алгоритмом [4;5;6].

Рассматриваются два случая: когда динамика винта не учитывается и учитывается по методике [1;2;3]. В первом случае формируется оптимальная опорная программная траектория, относительно которой осуществляется стабилизация движения вертолета с заданным качеством за время $T_{\min 1}=2,3$ с. При использовании более точной математической модели, учитывающей динамику НВ, как и следовало ожидать, минимум времени больше и составляет $T_{\min 2}=2,5$ с. В данном случае, при выборе минимума времени менее 2,5с, не удовлетворяются

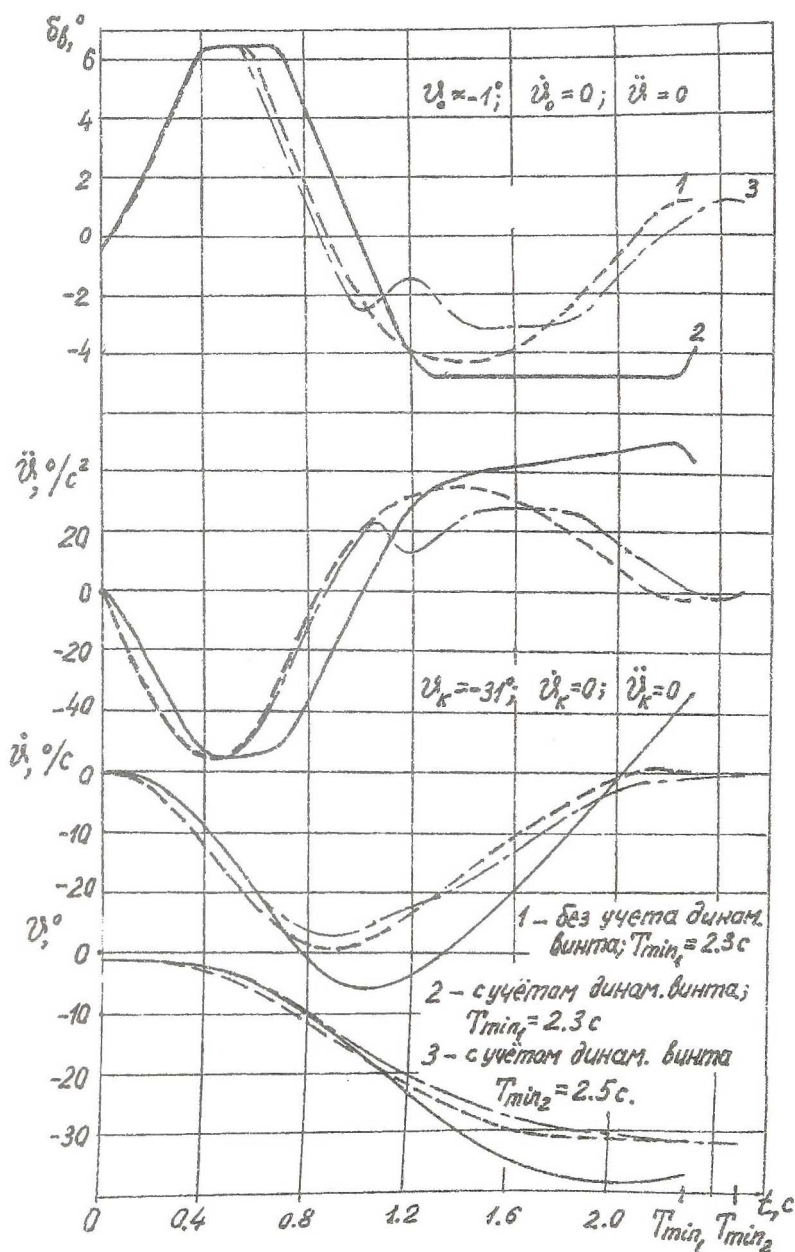


Рисунок 1

конечные условия. В частности, при $T_{\min 1} = T_{\min 2} = 2,3c$ следствием запаздывания в изменении сил и моментов на НВ, махового движения лопастей (по сравнению со случаем 1) являются большие невязки в достижении конечных значений угловых параметров: $\Delta \vartheta_k \approx -5,5^\circ$; $\Delta \dot{\vartheta}_k \approx 13,3\%$; $\Delta \ddot{\vartheta}_k \approx 43,5\% c^2$.

Видно, что учет влияния динамики движения винта не существенно влияет на минимум движения по заданной траектории, но сказывается на характере изменения кинематических параметров, перемещений органов управления, точности перевода вертолета в конечное состояние. Аналогичные результаты получены и для маневра "торможение вертолета".

Таким образом, исследования показывают, что моделирование скоротечных маневров должно выполняться с учетом динамики НВ.

Список литературы

1. Браверман А.С., Вайнтруб А.П. Динамика вертолета, - М.: Машиностроение, 1988
2. Кожевников В.А. Автоматическая стабилизация вертолетов -М.: Машиностроение, 1977
- 3: Миль М.Л., Некрасов А.В., Браверман А.С. и др. Вертолеты. Расчет и проектирование. Кн.1. Аэродинамика. Под ред. М.Л. Мили,- М.: Машиностроение, 1966
4. Нелюбов А.И. Летные характеристики и боевое маневрирование летательных аппаратов. Выпуск 2.-М.: ВВИА, 1986
5. Дремов Ф.В. К созданию математической модели оптимальных режимов набора высоты и снижения по вертикали. Аэродинамика летательных аппаратов. Ч.1. Научно-методические материалы.- М.: ВВИА, 1989
6. Дремов Ф.В. Математическая модель оптимизации углового движения вертолета в продольной плоскости на висении и малых поступательных скоростях полета. Отчет по НИР "Винт-3", Ч. 2. - Сызрань: СВВАУЛ, 1986.