ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990

Seria: MECHANIKA z.103 Nr kol. 1112

Tomasz Goetzendorf-Grabowski, Witold Molicki

Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej
Politechnika Warszawska

MODELOWANIE ODPALANIA UZBROJENIA Z BOJOWEGO SAMOLOTU ODRZUTOWEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono model fizyczny i matematyczny bojowego samolotu odrzutowego w locie przestrzennym. Modele te uzupełniono o elementy uzbrojenia (działka, pociski rakietowe itp.). Zaprezentowano wyniki symulacji numerycznej lotu bojowego z użyciem środków rażenia.

1. WSTĘP

W trakcie badań nowych konstrukcji lotniczych, przed dopuszczeniem do prób w locie niezbędna jest znajomość prawdopodobnych reakcji samolotu na zakłócenia stanu równowagi. Szczególnie ważne jest to w przypadku badań samolotu bojowego z wykorzystaniem uzbrojenia. Najtańszą, najbardziej efektywną i powszechnie na świecie stosowaną metodą otrzymywania takich informacji jest metoda symulacji numerycznej lotu.

2. MODEL FIZYCZNY I MATEMATYCZNY SAMOLOTU W LOCIE PRZESTRZENNYM

2.1. Model fizyczny

Budując model fizyczny samolotu w locie przestrzennym przyjęto, że samolot jest bryłą sztywną o sześciu stopniach swobody. Założono, że powierzchnie sterowe są ruchome, ale nie mogą wykonywać drgań własnych. Przyjęto stacjonarny model aerodynamiki, zakładając, że atmosfera jest bezwietrzna i nie zaburzona. Podwieszenia przyjęto jako masy punktowe, a ich zrzut powoduje zmiany masy, momentów bezwładności i sił działających na bryłę samolotu.

2.2 Model matematyczny

Przyjmując klasyczne układy współrzędnych stosowane w lotnictwie [1] otrzymano następujący układ równań ruchu samolotu w przestrzeni:

$$m(U+QW-RV)-S_x(Q^2+R^2)-S_y(R-PQ)+S_z(Q+PR)= -mg\sin\Theta + T\cos\phi_{TZ}\cos\phi_{TY}- + \frac{1}{2}\rho SV_0^2(C_{x_a}\cos\beta\cos\alpha + C_{y_a}\sin\beta\cos\alpha - C_{z_a}\sin\alpha) + X_{\alpha}Q + X_{pd} \quad (1)$$

$$m(V+RU-PW)-S_y(P^2+R^2)+S_x(R+PQ)-S_z(P-QR)= mg\cos\Theta\sin\Phi + T\sin\phi_{TZ}+ + \frac{1}{2}\rho SV_0^2(-C_{x_a}\sin\beta + C_{y_a}\cos\beta) + Y_{P}P + Y_{R}R + Y_{\delta v}\delta V \quad (2)$$

$$m(W-QU+PV)-S_z(Q^2+R^2)+S_y(P-QR)-S_x(Q-PR)= mg\cos\Theta\cos\Phi + T\cos\phi_{TZ}\sin\phi_{TY}- \frac{1}{2}\rho SV_0^2(C_{x_a}\cos\beta\sin\alpha + C_{y_a}\sin\beta\sin\alpha + C_{z_a}\cos\alpha) + Z_{\alpha}Q + Z_{\alpha ZH}\alpha_{ZH} + Z_{\delta H}\delta H \quad (3)$$

$$J_xP-(J_y-J_z)QR-J_{xy}(Q-PR)-J_{xz}(R+PQ)-J_{yz}(Q^2-R^2)+S_y(W-UQ+PV)+S_z(V-PW+UR)= mg(y_c\cos\Theta\cos\Phi - z_c\cos\Theta\sin\Phi) - T(y_T\cos\phi_{TZ}\sin\phi_{TY}+z_T\sin\phi_{TZ})+J_T\omega_T(R\sin\phi_{TZ}+ Q\cos\phi_{TZ}\sin\phi_{TY})+ \frac{1}{2}\rho SV_0^2\Big[-y_a(C_{x_a}\cos\beta\sin\alpha + C_{y_a}\sin\beta\sin\alpha + C_{z_a}\cos\alpha) + z_a(C_{x_a}\sin\beta - C_{y_a}\cos\beta) - c(C_{m_{xa}}\cos\beta\cos\alpha + C_{m_{ya}}\sin\beta\cos\alpha - C_{m_{za}}\sin\alpha)\Big] + L_{P}P + L_{R}R + L_{\delta L}\delta L + L_{\delta v}\delta v \quad (4)$$

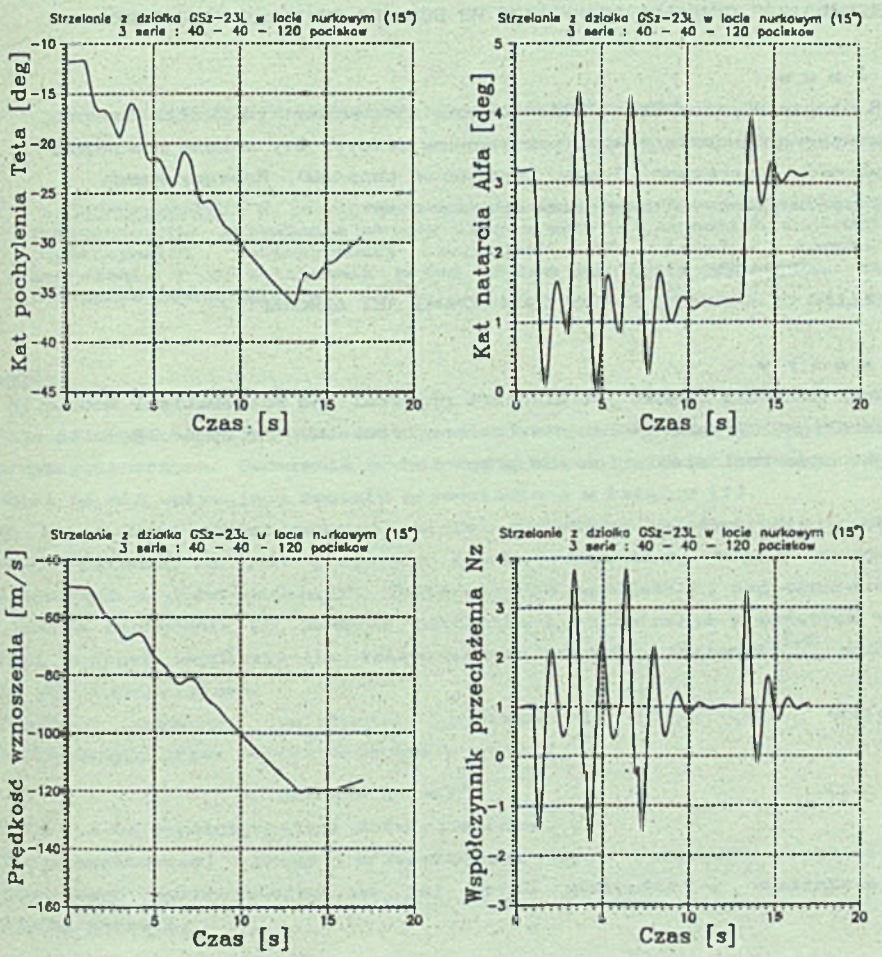
$$J_yQ-(J_z-J_x)RP-J_{xy}(P+QR)-J_{yz}(R-PQ)-J_{xz}(R^2-P^2)-S_x(W-UQ+PV)+S_z(U++QW-VR)= -mg(z_c\sin\Theta+x_c\cos\Theta\cos\Phi)+T(z_T\cos\phi_{TZ}\cos\phi_{TY}+x_T\cos\phi_{TZ}\sin\phi_{TY})+ \frac{1}{2}\rho SV_0^2\Big[-z_a\times (C_{x_a}\cos\beta\cos\alpha+C_{y_a}\sin\beta\cos\alpha-C_{z_a}\sin\alpha)+x_a(C_{x_a}\cos\beta\sin\alpha+C_{y_a}\sin\beta\sin\alpha+C_{z_a}\cos\alpha)+ c(-C_{m_{xa}}\sin\beta + C_{m_{ya}}\cos\beta)\Big]-J_T\omega_T(R\cos\phi_{TZ}\cos\phi_{TY} + P\cos\phi_{TZ}\sin\phi_{TY})+ + M_vW + M_{\alpha}Q + M_{\alpha ZH}\alpha_{ZH} + M_{\delta H}\delta H + M_{pd} \quad (5)$$

$$J_zR-(J_x-J_y)PQ-J_{zy}(Q+PR)-J_{zx}(P-RQ)-J_{xy}(P^2-Q^2)+S_x(V-WP+RU)-S_y(U++RV+QW)= mg(x_c\cos\Theta\sin\Phi+y_c\sin\Theta)+T(x_T\sin\phi_{TZ}-y_T\cos\phi_{TZ}\cos\phi_{TY})+J_T\omega_T(-P\sin\phi_{TZ}+ Q\cos\phi_{TZ}\cos\phi_{TY})+ \frac{1}{2}\rho SV_0^2\Big[x_a(-C_{x_a}\sin\beta+C_{y_a}\cos\beta)+y_a(C_{x_a}\cos\beta\cos\alpha+C_{y_a}\sin\beta\cos\alpha C_{z_a}\sin\alpha) - c(C_{m_{xa}}\cos\beta\sin\alpha + C_{m_{ya}}\sin\beta\sin\alpha + C_{m_{za}}\cos\alpha)\Big] + N_{P}P + N_{R}R + N_{\delta v}\delta v + N_{pd} \quad (6)$$

Układ równań (1-6) uzupełniono o związki kinematyczne [1] oraz równanie silników [2] otrzymując układ 14 równań różniczkowych stanowiących model matematyczny przestrzennego ruchu samolotu z podwieszeniami

3. WYNIKI SYMULACJI NUMERYCZNEJ

Kolejne rysunki przedstawiają zmiany wybranych parametrów lotu samolotu podczas strzelania seriami z działka pokładowego GSz-23L .



Rys. 1. Wyniki symulacji numerycznej

Fig.1. Results of numerical simulation

LITERATURA

[1]. Etkin B.: Dynamics of Atmospheric Flight. John Wiley, New York 1972.
[2]. Molicki W.: Wpływ elementów wirujących na własności samolotu w locie przestrzennym. Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Warszawa 1987.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРЕЛЬБЫ ВООРУЖЕНИЯ ИЗ БОЕВОГО РЕАКТИВНОГО САМОЛЕТА

Р е з ю м е

В работе передставлено физическую и математическую модель боевого, реактивного самолета в пространственным полете. Эту модель дополнено элементами вооружения (пушки, реактивные снаряды). Передставлено результаты численной симулации боевого полета.

MODELLING OF ARMAMENT FIRING FROM COMBAT JET AIRCRAFT

S u m m a r y

Work contents combat jet aircraft physical and mathematical models in space flight. Armament elements (canons, rockets) are added. Results of flight numerical simulation are presented.