

Boczne drążki sterowania samolotem pasażerskim – potrzeba czy zbytnia nowoczesność?

W ostatnich dziesięcioleciach technika lotnicza rozwijała się bardzo intensywnie; powszechne stało się stosowanie elektrycznego systemu sterowania statkiem powietrznym (fly by wire), obecnie nawet z wykorzystaniem światłowodów. Używanie tego systemu pozwala znacząco zmniejszyć masę statku powietrznego, ale przede wszystkim stwarza ogromne możliwości w zakresie automatycznego sterowania statkiem oraz umożliwia precyzyjne wykonywanie zadań w powietrzu. Sprzęgnięcie tego systemu z systemem uzbrojenia pozwala na efektywne użycie środków rażenia, a odpowiednie zaprogramowanie ogranicza pojawianie się niebezpiecznych stanów lotu.

Elektryczny system sterowania statkiem powietrznym pierwsi zastosowali Amerykanie w samolocie *F-16* na początku lat 70. ubiegłego wieku. Wynikało to z techniczno-taktycznych założeń do projektu tego samolotu. Samolot *F-16* został skonstruowany jako lekki supermanewrowy myśliwiec zdolny do efektywnej walki powietrznej z małej odległości.

Jeżeli manewrowość samolotu zdefiniujemy jako zdolność do zmiany wektora jego prędkości w odniesieniu do wielkości i kierunku działania, to supermanewrowość wyraża zdolność do bardzo dużych zmian wektora prędkości w najkrótszym czasie.

Manewrowość wynika ze sterowności samolotu zarówno podłużnej, jak i bocznej, także poprzecznej. Sterowność podłużna jest wyrażana przez stosunek przyrostu siły przyłożonej do drążka (wychylnego od i do siebie) $\Delta P_{podł.}$ do przyrostu przeciążenia normalnego Δn_z lub przyrostu długości ruchu drążka $\Delta x_{podł.}$ do przyrostu przeciążenia normalnego Δn_z :

$$\frac{\Delta P_{podł.}}{\Delta n_z} \qquad \frac{\Delta x_{podł.}}{\Delta n_z}$$

Sterowność poprzeczna – to stosunek przyrostu siły przyłożonej do drążka w kierunku poprzecznym $\Delta P_{poprz.}$ lub przyrostu długości ruchu drążka w tym kierunku $\Delta x_{poprz.}$ do przyrostu prędkości kątowej samolotu wokół jego osi podłużnej $\Delta \omega_x$:

$$\frac{\Delta P_{poprz.}}{\Delta \omega_x} \qquad \frac{\Delta x_{poprz.}}{\Delta \omega_x}$$

Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku o sterowności decyduje wielkość przedstawionych stosunków. Im mniejszą wartość będzie miał stosunek przyrostu siły lub długości ruchu drążka do efektu sterowania, tj. do Δn_z i $\Delta \omega_x$, to znaczy im mniejszą siłą przyłożoną do drążka lub im mniejszym ruchem drążka spowodujemy większy przyrost przeciążenia normalnego czy prędkości obrotowej samolotu, tym większa będzie sterowność.

O ile siły przyłożone do drążka w celu osiągnięcia odpowiedniego przyrostu przeciążenia normalnego lub przyrostu prędkości obrotowej samolotu wokół osi podłużnej są porównywalne w klasycznym systemie sterowania samolotem, ze wzmacniaczem o schemacie nieodwracalnym i elektrycznym systemie sterowania samolotem z bocznym drążkiem (sidestick), o tyle potrzebne wychylenia drążka istotnie się różnią w systemach klasycznym i elektrycznym. W klasycznym systemie sterowania samolotem całkowity ruch drążka od i do siebie wynosi odpowiednio około 100 i 200 mm, a w elektrycznym systemie sterowania, np. w samolocie *F-16*, maksymalny ruch bocznego drążka, podłużny i poprzeczny, wynosi 6,12 mm (1/4 cala). Można więc powiedzieć, że sterując samolotem za pomocą bocznego drążka, steruje się w zasadzie przyłożoną do drążka siłą.



Położenie bocznego drążka w kabynie samolotu F-16

Ponieważ pilot samolotu *F-16* podczas wykonywania zadania w powietrzu w warunkach wyjątkowo dużego przeciążenia normalnego musi aktywnie ręcznie sterować samolotem, to aby zmniejszyć jego wysiłek zrezygnowano z zamontowania drążka centralnie na rzecz jego zamontowania z boku. Drążek umieszczony został na pulpicie prawej burty kabiny, a możliwości jego ruchu są minimalne. Pilot zajmuje więc wygodniejszą pozycję – jego ręce są usytuowane równolegle do kończyn dolnych, lewą ręką steruje silnikiem, a prawą – samolotem. Umieszczenie na bocznym drążku i dźwigni sterowania silnikiem przełączników i przycisków sterujących

urządzeniami niezbędnymi do wykonania zadania oraz zastosowanie rozwiązań ograniczających możliwości wejścia samolotu w niebezpieczny stan lotu pozwalają pilotowi całą uwagę skierować na realizowanie zadania bojowego.

Firma Airbus już w samolocie *A320* zastosowała do ręcznego sterowania boczne drążki, umieszczone przy stanowisku dowódcy załogi na lewej burcie kabiny, a przy stanowisku drugiego pilota – na prawej burcie. Identyczne rozwiązanie zastosowano w czterosilnikowym samolocie *A340*.

Jeśli stosowanie bocznych drążków w samolotach bojowych jest uzasadnione ze względu na wykonywanie zadań z dużym przeciążeniem, zastosowanie takiego rozwiązania w samolotach pasażerskich może budzić zastrzeżenia z trzech powodów.

Po pierwsze – samolot pasażerski jest przystosowany do wykonywania zadań w warunkach gwarantujących komfort pasażerom, a więc do lotu z nieznaczными zmianami przeciążenia normalnego, niewymagającymi od pilota większego wysiłku, zwłaszcza dzięki temu, że pilot samolotu pasażerskiego, w odróżnieniu od pilota samolotu bojowego, wykonuje zadanie (lot) w warunkach automatycznego sterowania.

Po drugie – zastosowanie bocznych drążków pozbawia pilotów możliwości sterowania samolotem drugą ręką. Dowódca załogi może uchwycić drążek tylko lewą ręką, a dru-



Samolot A340-500



Położenie bocznych drążków w kabinie załogi samolotu A340



Wolanty w kabinie załogi samolotu Boeing 7E7



Samolot *Boeing 7E7*

gi pilot – tylko prawą ręką. W sytuacjach, których podczas konstruowania samolotu nie można do końca przewidzieć, a które mogą się zdarzyć, sterowanie może być utrudnione lub załoga może być całkowicie pozbawiona możliwości sterowania samolotem.

Po trzecie – nie każdy pilot potrafi precyzyjnie sterować lewą ręką, zwłaszcza jeśli rzadko używa drążka (zwykle tylko w czasie startu, zbliżania – głównie w końcowym etapie lądowania).

Wydaje się, że rozsądnie postępuje amerykańska firma Boeing. W najnowszym samolocie pasażerskim *7E7*, który w 2008 roku uzyska certyfikat i wejdzie do eksploatacji, jako sterownicę zastosowała wolant. Dzięki zastosowaniu tego sprawdzonego, wygodnego sposobu sterowania samolotami pasażerskimi zachowano pewną rezerwę sterowania (swoisty zapas) wynikającą z możliwości sterowania samolotem prawą i lewą ręką przez obu pilotów.

The author discusses necessity of introducing side sticks for steering into passenger planes.