

Serbakov A. - Klumov A. - Gorlov A.

ÚT A SZUPER MANŐVEREZŐKÉPESSÉGHEZ

A fordítás az *Авиация и космонавтика* 1991/9. száma  
12-13. oldalán megjelent cikk alapján készült

Fordító: Kiss Lajos mk.százados

A "Kobra" néven ismert műrepülő figurát először Vlagyimir Pugacsov ezredes, szovjet berepülő pilóta mutatta be SZU-27-es repülőgéppel, az 1989-es Le Bourget-i (Franciaország) légiszalon programjában. Ezt követően e hatásos és látványos repülési elemet - mely során a repülőgép úgy "lámszkodik a hátára", hogy közben mozgási iránya nem változik, vagyis közel vízszintesen repülve gyorsan visszatér kiinduló helyzetébe és energikusan növeli sebességét - más szovjet berepülőpilóták is elsajátították úgy SZU-27-es, mint MIG-29-es vadászrepülőgépeikkel.

Az új figura megjelenését a korszerű harci gépek eszköztárában nem csupán a nézőközönség szokatlan trükkökkel való elkápráztatásának igénye indokolta. A '70-es évek közepére elég széles körben elterjedtek az olyan szuper-manőverképességű repülőgépek létrehozását célzó elgondolások, amelyek képesek meghatározott időtartamra a kritikust meghaladó állásszögben is kormányzott repülést végrehajtani, felülmúlva ezzel légiharcban, az ilyen tulajdonságokkal nem rendelkező vadászrepülőgépek manőverlehetőségeit.

A fenti elgondolás megvalósítása - az egymással szemben harcoló repülőgépek közel azonos manőverezőképességének és fegyvertechnikai berendezésének figyelembevételével - a célzás és a fegyverhasználat során ad jelentős előnyt.

Az új műrepülő figura egyike lett az első lépéseknek a

szuper-manőverezőkéesség felé vezető úton. Ez tagadhatatlanul a vezető szakmai intézmények, tervezőirodák és a repülőipar sokéves munkájának eredményeként értékelhető.

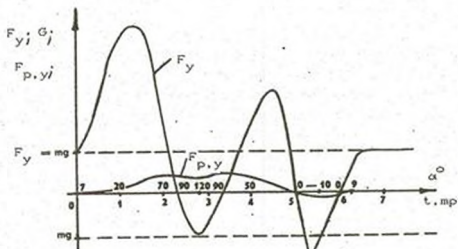
Mi is jellemzi a kritikus állásszöveget: lényegesen meghaladó repülési üzemmódot? A "kobra" típusú manőver során a vízszintesen repülő repülőgép hosszoldalszöge (ami jelen esetben megegyezik az állásszöggel) rövid időre (2-3 mp)  $90-120^\circ$ -ig növekszik, majd ugyanennyi idő alatt visszatér kiinduló helyzetébe. Erthetően felvetődik a kérdés: miért nem esik át a gép, illetve miért nem görbül meg a repülési pályája függőleges síkban?

Nos, ennek több oka is van. Mindenek előtt a "kobra" csak szigorúan meghatározott repülési sebesség tartományban hajtható végre, melynek felső határértékét a maximális felhajtóerő-lényezőnél ébredő függőleges túlterheléshez tartozó, megengedett szilárdság nagysága határozza meg. A negyedik generációs vadászipülőgépeknél ez  $500-550 \frac{\text{km}}{\text{ó}}$ -s sebességnek felel meg. Azonban  $90^\circ$  körüli állásszögön a szárny terhelése lényegesen különbözik a hagyományosan számítottaktól, így ilyen manőver csak  $350-400 \frac{\text{km}}{\text{ó}}$ -s sebességnél hajtható végre.

Azonkívül kis sebességtartományban a szárnyakról történő áramlásleszakadás miatt a csőrölapok okozta oldalsó nyomatékok hatékonysága is kisebb. Ugyanakkor a repülőszerkezet nagy állásszögeken való fékezése a manőverből történő kilépés alsó sebességhatárát korlátozza, hiszen a kobra végrehajtása után a gépnek biztonságosan kell továbbrepülni, még akkor is, ha közben meghibásodik a hajtómű (a hajtómű gázdinamikai stabilitásának biztosítása az egyik főbb probléma megoldását jelenti).

Visszatérve a repülési pálya alakjára, az a repülőgépre ható erőktől, valamint a repülőgép pillanatnyi térbeli helyzetétől függ. E műrepülői figura megkezdésekor  $\alpha = \alpha_{\text{krit}}$ -nál

a felhajtóerő ( $F_y$ ) hirtelen megnövekszik, majd csökken és  $\alpha = 90^\circ$ -hoz közelítve nulla lesz. Ettől nagyobb állásszögben,  $\alpha = 120^\circ$ -ig a felhajtóerő ellenkező előjellel újra növekszik (1. ábra). Ezzel egyidőben a hajtómű tolóerő függőleges ( $F_{p,y}$ ) sinuszos törvényszerűség alapján változik,  $\alpha = 90^\circ$ -nál maximális értéket vesz fel. A folyamat fordítva játszódik le a kiindulási helyzetbe történő visszatéréskor.



1. ábra

A manőver bonyolultsága elsősorban abban rejlik, hogy függőleges síkban - a manőver végrehajtása során a felhajtóerő és a hajtómű tolóerő függőleges komponensének közepes értéke éppen a repülőgép súlyával kell egyenlő legyen, amittől a repülési pálya csak jelentéktelen mértékben görbül.

Nagyon fontos a figura vízszintes pályájának biztosításához, - ami egyben fokozza a látvány hatásosságát is - hogy

a kobra való belépéskor az  $n_y$  növekedése minél kisebb legyen. A gyakorlatban a  $m$  repülési figura dinamikáját, az optimális repülési sebességet annak minden tényezőjével, számítógép segítségével adják meg.

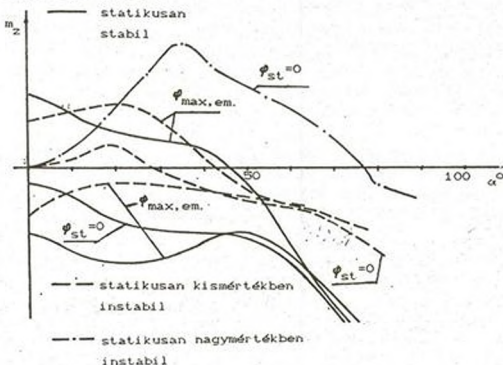
Természetesen, az adott manőver végrehajtásakor más feltételeket is figyelembe kell venni. Nem véletlenül volt szó arról, hogy a kobra az első lépés a szuper-manőverezőképességhez. Tudniillik ez még nem "vezérelt" repülés a kritikus állásszögek fölötti repüléseknél. Ráadásul az ilyen jellegű manőverek végrehajtása rendkívüli mértékben függ a repülőgép túlterhelés szerinti hosszirányú stabilitásától!

Ha megnézzük a negyedik generációs harci repülőgépek hosszirányú nyomatóki tényezőjének ( $m_z$ ) állásszöge szerinti változását semleges- és vég helyzetben lévő stabilizátor állásoknál (2. ábra), akkor a következőket állapíthatjuk meg:

- a repülőgép statikus stabilitásának biztosítása  $35^\circ$ - $40^\circ$ -os állásszöget meghaladó értékeknél - a stabilizátor hatékonyságának csökkenése, valamint a jelentős orrnehéz nyomaték megléte miatt - gyakorlatilag lehetetlen!
- az ilyen repülőgépek vízszintes repülésből a kritikuson túli állásszögre történő "kivitele" csak a dinamikus faroknehéz nyomaték létrehozásával valósítható meg. Ebben a helyzetben a repülőgép viselkedése analóg az összenyomott rugóval, ahol a kezdeti deformáció a vízszintes kormánylapok kitérésének, a rugómevség a hosszstabilitás tartaléknak felel meg.

Elvében is egészen más helyzet figyelhető meg a statikusan instabil repülőgépeknél, bár a vezérlőrendszer automatikájának működése - a statikusan stabil gépekhez hasonlóan - állásszög és túlterhelés szerinti stabilitást biztosít.

valamint megakadályozza a kijutást kritikust meghaladó állásszögekre. Hasonló manőverek megkezdése előtt általában kikapcsolják a vezérlő automatika hosszoldélesi csatornáját, hogy így lehetővé váljon kis sebességen a kritikusknál nagyobb állásszög elérése, már viszonylag enyhe vezérlési beavatkozás hatására is.



2. ábra

A kritikusknál nagyobb állásszögről történő visszatérés azonban csak akkor valósulhat meg, ha a repülőgépre folyamatosan hat egy hosszirányú orrnehéz nyomatók - mely egyben elegendő a kezdődő forgás megszüntetésére s az üzemmódból való kilépésre -, miközben visszaáll az aerodinamikai kormányfelületek hatékonysága. Máskülönb kiegészítő kormány-szervek alkalmazására lenne szükség (gázáramú kormányok, fékernyő ... stb.). A SZU-27-es és a MIG-29-es repülőgépeken a fenti probléma a sikeres aerodinamikai kialakítás és a racionálisan elhelyezett stabilizátorok következtében megold-

dott. Azonban a vizsgált manőverhez kapcsolódó problémák felsorolása ezzel még nem teljes, hiszen igen nehéz függőleges síkban a gép szimmetrikus helyzetét stabilizálni, illetve az átesést kiküszöbölni. Fontos megjegyezni, hogy a gép aerodinamikai viszonyai kritikus feletti állásszögeken instacionerré válnak. Ilyen esetben ugyanis a repülőgép körüláramlásából származó erőket és nyomatékokat nemcsak az állás-, illetve csúszási szög, valamint a forgó mozgás, hanem azok megváltozásainak sebessége és iránya is meghatározza. Ezenkívül az állásszögnövelést a teljes tartományban az örvényrendszer folyamatos felbomlása és átalakulása követi. Az adott hatás rendszerint véletlenszerű, jelentős aszimmetrikus erők és nyomatékok keletkeznek, amelyek a repülőgép oldalirányú kiegyensúlyozottságát megbontják. Mindezek megkiegészülnek a legyező mozgás, a hajtómű csúcsüzemmódja és a nagy szögsebességű hosszoldós-növekedés következtében fellépő giroszkópikus nyomatékkal. Ennek nagysága -  $\alpha \geq 40^\circ$ -nál meghaladhatja azt az értéket, amelyet az oldalkormány még hatékonyan kompenzálhat. Ezzel egyidejűleg a többi aerodinamika kormány szerv hatásossága is leromlik, mivel körüláramlásuk a rendkívül intenzív fékezés következtében elveszti kinetikai energiáját nagy részét és turbulensé válik.

A konkrét repülőgépre előzőekben említett, aszimmetrikus nyomatékokat tehát csak időben végrehajtott, megelőző kormánylap kitérítéssel és a hajtóművek tolóerejének változtatásával lehet kiegyenlíteni. A "kobra" végrehajtásánál az igazi nehézséget mégis az okozza, hogy a gépet szigorúan függőleges síkban voltaképpen csak az aerodinamikai kormányzervekkel lehet megtartani, mivel nagy állásszögeken nem tanácsos a hajtómű üzem módját megváltoztatni. Mindezek a repülőgépvezetőtől a külső zavarásokra pontos és gyors válaszreakciót, a belső kormányzervek időbeni - a gép sajátosságainak megfelelő mértékű - kitérítését követelik.

Ami az átesést illeti, sem a MIG-29-es, sem a SZU-27-es

nem mentes ettől a hiányosságtól. Amennyiben az állásszög a megengedett érték felé nő, a csúszási szög is növekedni kezd, a gép átesik és végsősoron "dugóhúzóba" eshet. Azonban a repülőgép tehetetlensége, a manőver végrehajtási idejének rövidsége és a repülőgépvezető megelőző tevékenysége nem engedi meg az ilyen jellegű kritikus üzemmód létrejöttét.

A "kobra" végrehajtásának sikere tehát attól is függ, hogy a manőver milyen gyorsan játszódik le, azaz nem szabad időt adni a legyező és dőlési nyomatoknak, hogy olyan csúszást és dőlést okozzanak, amelyet a leromlott hatékonyságú csőrök és oldalkormány már nem képes kiegyensúlyozni.

Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy a "kobra" öntevékeny elsajátítása, megalapozó speciális felkészítés nélkül úgy a pilótára, mint magára a repülőgépre egyaránt veszélyes. Ennek a manővernek csapatoknál történő gyakorlati alkalmazása csak előzetes, felügyelet mellett történő képzés szintű begyakorlást követően lehetséges.

Felvetődik a kérdés, van-e valamilyen gyakorlati értéke ennek a műrepülő figurának? Azok a sajtókban javasolt feltételezések, miszerint a hátulról megtámadott repülőgép hirtelen "kobra" figurát felvéve maga elé engedheti támadóját s használhatja a saját fegyverét ellene - némileg komolytalannak tűnnek. Kevésbé valószínű, hogy a  $v = 400 \frac{\text{km}}{\text{ó}}$ -val haladó megtámadott repülőgép kobra segítségével csökkentse számottevő mértékben a sebességet, lényegesen megnövelve ezzel a saját célfelületét és elvesztve sebességtartalékát, korlátozza további manőver-lehetőségeit. Ezenkívül, az a támadó légi jármű, amelyik célját megelőzi várhatóan nem repül tovább egyenes vonalú pályán, hanem azonnal kitér oldalra és felfelé.

Mindezek ellenére sem vethető el teljesen a kobra gyakorlati alkalmazhatósága. Itt az utolsó szót az új típusú

légiharc taktikáját kidolgozó katonai repülőgépvezetőknek kell kimondani.

Feltételezhetjük például a következőket: Az elfogó vadászgép űrjáratozást hajt végre és információt kapva vagy saját maga vizuálisan, felé közeledő ellenséges célt, például "lopakodó" gépet derít fel a sajátjánál nagyobb repülési magasságban. Az elfogó és a cél kölcsönös pozíciója miatt a fegyverzet alkalmazásához energikusan növelni kell az állásszöveget, ami viszont csak "kobra" végrehajtásával valósítható meg. Persze nem hagyható az sem figyelmen kívül, hogy napjaink korszerű vadászgépén a manőver kezdetét és a földmegnyitást számítógép határozza meg.