



ALTOS ANGULOS DE ATAQUE

Se sabe que la barrena es uno de los fenómenos más complicados y peligrosos en la práctica de la aviación. Y aunque todos los pilotos de caza militares sin excepción son entrenados en los métodos básicos de salida de los distintos tipos de barrenas, no todos consiguen salir como vencedores de esta situación, en la que de vez en cuando conviene caer - más a menudo por errores de pilotaje, más raramente - por los fallos mecánicos del avión. Además ciertos tipos de aviones por motivo de una serie de rasgos de fabricación y aerodinámicos no pueden salir de particulares tipos de la barrena. Al principio pensaban así sobre Su-27.

Las pruebas, en especial los túneles aerodinámicos de la barrena, de los modelos Su-27 demostraron que el avión no salía de la barrena. Después de esto fabricaron el modelo de 6 metros del caza, que lanzaban del avión de bombardeo Tu-16, que llevaba unos mecanismos especiales para altos ángulos de ataque, haciéndolo "entrar" en la barrena. Los resultados fueron poco alentadores: el modelo no salía de una serie de regímenes. Los constructores tuvieron que diseñar los sistemas automáticos especiales que limitan la entrada del Su-27 en la barrena, y en la instrucción del piloto fueron incluidas restricciones adicionales para el manejo del caza. Continuaron así hasta que los aviones entraron en servicio, y de las diferentes partes del país no empezaron a llegar mensajes de casos de entrada en pérdida no premeditada del Su-27 en la barrena con la salida consiguiente espontánea del avión sin intervención del piloto.

La primera señal llegó del polígono experimental. El piloto probador V.Kotlov en Su-27 con un sistema defectuoso de avisos aéreos (se había despresurizado el receptor de la presión atmosférica), teniendo lecturas incorrectas sobre el número M del vuelo, pilotó el avión ganando altitud prácticamente en vertical. A su sorpresa, el número M en el equipo no disminuía y, después de la reducción de las revoluciones de los motores, a una altitud de 8000 m el avión se estabilizó en el aire. Después de la caída corta "de cola" (posteriormente entre los pilotos tal procedimiento ha recibido el nombre de la "campana") con un ángulo de ataque de 60° el avión cayó en barrena. Puesto que en esa situación se determinó que el Su-27 no salía de la barrena, fue recibida la orden desde tierra para la eyección. Kotlov dejó la palanca de control de mando y empezó a prepararse para abandonar el avión. Y aquí él notó que el caza por sí mismo estaba saliendo del régimen peligroso. Habiendo comprobado la controlabilidad del avión, se convenció de que el peligro había pasado, y efectuó un aterrizaje feliz en el aeródromo.

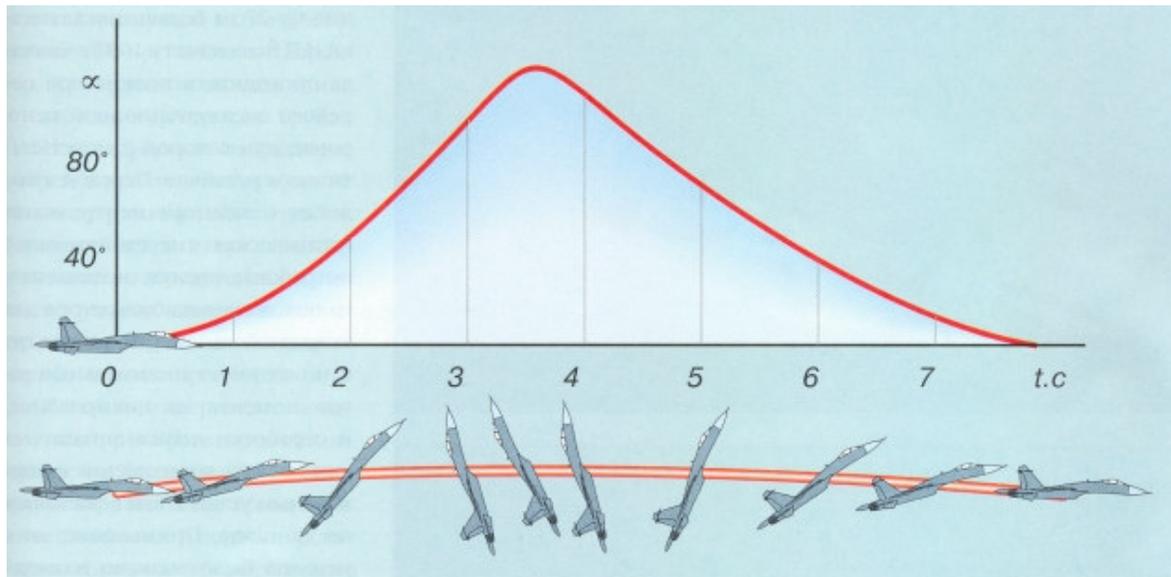
Poco tiempo después en una unidad activa de la aviación de la Defensa Antiaérea en el Extremo Oriente sucedió un caso aun más exótico. El piloto de Su-27 realizaba una misión de interceptación de blancos en el régimen automático. Con combustible remanente del 40% superó el ángulo admisible de ataque, y como resultado el avión cayó en barrena. Por orden desde tierra el piloto se eyectó del avión en posición invertida, después el Su-27 no solo salió por sí mismo de la barrena, sino que también continuó el vuelo en el régimen automático según el programa empleado hasta que se consumió todo el combustible.

Estos dos episodios disiparon el mito sobre la "invencibilidad" de la barrena en el Su-27. En LII fue organizado un programa especial de pruebas para la investigación de la conducta de Su-27 bajo altos ángulos de ataque y en barrena. El primer vuelo de este programa fue cumplido por el piloto-probador R.A.-A.Stankyavichus. No obstante, habiendo metido el avión en barrena,

no pudo sacarlo del régimen sin usar los cohetes contrabarrenas. Como se ha aclarado más tarde, el Su-27 se diferencia por la "inestabilidad" inherente en la entrada y en la salida de los regímenes de la barrena. Fue determinado que la aplicación de los métodos aerodinámicos más "fuertes" de la salida de la barrena no siempre llevan al cese del régimen. Al mismo tiempo en una serie de situaciones el avión por sí mismo salía de la barrena con la palanca y los pedales en neutral.

Esto se explicaba por los rasgos de la aerodinámica de vórtices del Su-27 en los ángulos de ataque y del deslizamiento diferente. Más tarde fueron elaborados y probados en ensayos los métodos nuevos seguros de salida de la barrena, basados en la creación en el momento de salida de una diferencia de empuje de los motores izquierdo y derecho (esta es otra ventaja del avión con dos motores). Así, la barrena en Su-27 fue finalmente «vencida». La aportación más importante a esta victoria fue hecha por el especialista conocido en barrenas, el piloto-probador de LII M.M.Gromova, el Piloto-Probador Emerito de la Unión Soviética, el piloto-cosmonauta, Héroe de la Unión Soviética Igor Petrovich Volk.

El programa de pruebas de vuelo del Su-27 bajo altos ángulos de ataque fue iniciado por I.P.Volk en 1987. Primero fueron realizados los vuelos manteniendo el centrado delantero, con el que el avión es estáticamente estable. El tránsito a los vuelos con centrado trasero (inestabilidad estática) requirió el estudio de la posición óptima del estabilizador para la salida de altos ángulos de ataque, donde el avión tiene la reserva mínima del momento del vuelo en picado, puliendo los métodos dinámicos nuevos para regresar a ángulos de ataque normales («balanceo» por cabeceo). La aplicación de estos métodos fue provocada por la posible «suspensión» (equilibrio) del avión en altos ángulos de ataque con el centrado trasero.



El esquema de la maniobra «salida dinámica a superaltos ángulos de ataque».

La utilización del «balanceo» por cabeceo exigió la solución de problemas nuevos. Entre ellos - el estudio y la apreciación cuantitativa de los momentos laterales aerodinámicos, necesidad que apareció en relación con un tipo insólito de entrada en pérdida (Stall), por primera vez descubierto en el avión Su-27, y los rasgos de sus características de barrena. La entrada en pérdida del avión bajo valores Mach pequeños tenía un carácter brusco y ocurría bajo ángulos de ataque bastante altos (45-50°), aunque los avisos de los fenómenos de entrada en pérdida (vibraciones fuertes, oscilaciones por el balanceo) aparecían considerablemente más temprano. Además la recuperación del Su-27 desde el límite de entrada en pérdida o incluso más allá podía no venir acompañada por la aparición del stall, lo que ocurría únicamente y justo en el intervalo

en que se producía la reducción del ángulo de ataque. El análisis, llevado a cabo, mostró que la causa eran los momentos asimétricos aerodinámicos de balanceo y guiñada, que surgían en la banda de los ángulos de ataque entre 35°-60° y que tenían un carácter inestable. Como mostraron las investigaciones en los túneles aerodinámicos del TsAGI y la vigilancia visual de los torbellinos en el vuelo, la aparición de los momentos asimétricos bajo altos ángulos de ataque estaba ligado con la aparición y la eliminación de las estructuras asimétricas de los torbellinos de contorno, lo mismo que la inestabilidad de esos procesos.



El experimento de vuelo mostró que con la aplicación de corta duración de altos ángulos de ataque que superan los ángulos de balanceo, con la desviación completa del estabilizador al encabritado, y junto al movimiento del avión con el aumento rápido del ángulo de ataque, el desarrollo de la entrada en pérdida no sucede; al mismo tiempo junto a un índice bajo del cambio del ángulo de ataque el avión en algunos casos cae en la barrena. Los resultados recibidos evidenciaban que había una posibilidad principal de realización de la salida de corta duración (salida dinámica) del avión a los superaltos ángulos de ataque con el regreso consecuente a los regímenes de vuelo de explotación normal. La realización de tales maniobras abría las perspectivas para la ampliación esencial de las posibilidades de maniobra y de combate de los cazas a corta distancia.

Los cálculos necesarios, luego comprobados en las pruebas de vuelo, permitieron elaborar la metodología de la salida dinámica del avión Su-27 a los superaltos ángulos de ataque (mas de 90°) con el regreso consecuente seguro al vuelo horizontal.

Su-27 № 09-06 (T10-30) está efectuando la «Cobra». AoA: 15°, 30°, 45°...



...60°, 90° y, por fin, 110°.

La ejecución de la maniobra exige un ritmo alto de la toma de la palanca "hacia atrás" al entrar en el régimen, que en combinación con el ritmo alto de cambio de posición del estabilizador permite conseguir grandes, (hasta $70^\circ/s$), velocidades angulares de cabeceo, gracias a que el avión sale por su cuenta de la inercia en la esfera de los altos ángulos de ataque, donde se desarrolla el momento al vuelo en picado. Este momento debe asegurar el regreso "automático" de los altos ángulos de ataque. La salida a los superaltos ángulos de ataque es posible para el avión Su-27 con la estabilidad neutral o negativa por la sobrecarga junto a la conmutación del СДУ (Sistema de Dirección a Distancia) en el régimen « comunicación dura» y la desconexión del limitador de los regímenes extremos (ОИП).

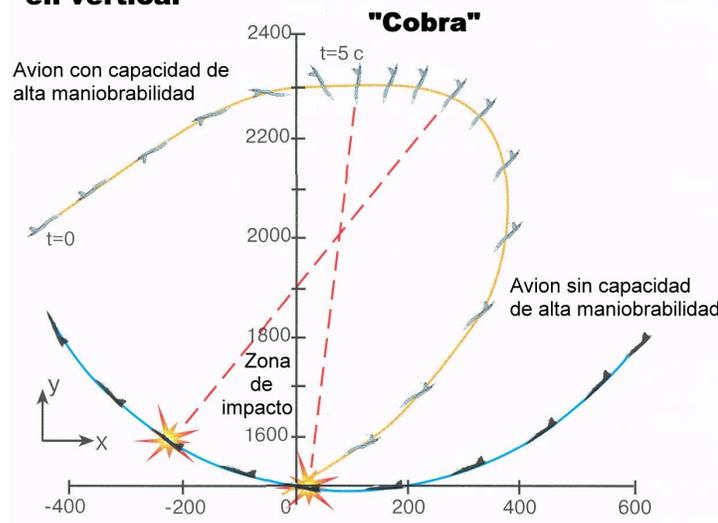
La salida de la maniobra requiere el mismo alto ritmo de manejo de la palanca "hacia delante" en el momento de alcanzar el máximo ángulo de ataque con el posterior movimiento a la posición casi neutral. Con la disminución del ángulo de ataque hasta $10-15^\circ$ es necesario tirar de la palanca "hacia atrás" simultáneamente al aumento del empuje de los motores y la conmutación de СДУ en el régimen "vuelo" para no permitir el tránsito del avión a ángulos de ataque negativos.

El tiempo medio de ejecución de la maniobra supone 5-7 s, además la salida al máximo ángulo de ataque (cabeceo) se logra en el segundo o tercero sg. El número máximo de G (4), conseguido de la condición del cambio mínimo del ángulo de inclinación de la trayectoria crea para el observador en tierra un efecto de vuelo horizontal "con la cola hacia delante", y se alcanza tras 1-1,5 sg después del comienzo de la ejecución de la maniobra, y luego la cantidad de sobrecarga se baja intensivamente.

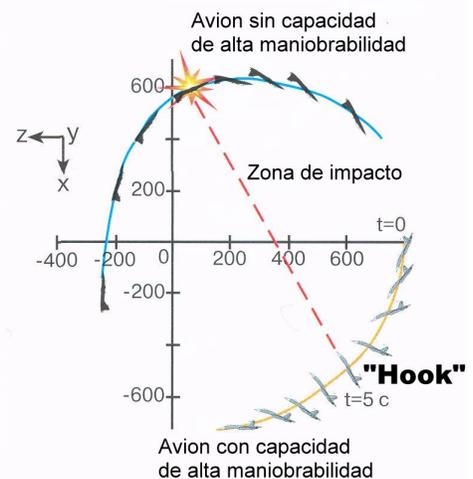
Esto es consecuencia de la gran velocidad angular por cabeceo, que provoca un desprendimiento rápido del flujo de ala del avión (junto al ritmo normal del tirón de palanca "hacia atrás" el avión sale de la sobrecarga de destrucción ya en el segundo o tercero sg).

Las primeras salidas dinámicas a superaltos ángulos de ataque fueron cumplidas por I.P. Volk en el Su-27 № 09-06 (T10-30) el 29 de septiembre de 1987 durante las pruebas del avión bajo altos ángulos de ataque. Las investigaciones siguientes en esta esfera fueron realizadas según el programa especial en abril-agosto de 1989 por los pilotos-probadores de LII I.P.Volk y L.D.Lobas. Las salidas dinámicas a los superaltos ángulos de ataque se realizaban en la banda de alturas de 11 hasta 1 km en las velocidades instrumentales de 300-450 km/h de los regimenes de vuelo horizontal, ganancia de altura y de descenso, también de los virajes con alabeo de hasta 80°. Fueron cumplidos en total más de 600 regimenes. Durante las salidas dinámicas fueron recibidos los parámetros máximos de los ángulos de ataque de 75-95° y los ángulos de cabeceo de 60-120°.

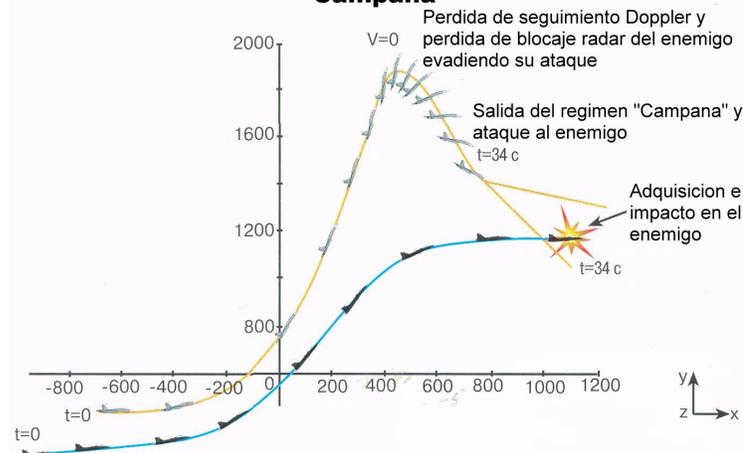
Combate aereo en vertical



Combate aereo en viraje



Combate aereo en regimen 'Campana'



Uno de los rasgos básicos de la maniobra "la salida dinámica bajo superaltos ángulos de ataque" son los ritmos altos de frenaje del avión, que no pueden ser logrados en otros regimenes de vuelo.

Esto hace posible el uso de tal maniobra tanto en ofensiva, como en estrategia defensiva a corta distancia, en primer lugar, en la etapa de las maniobras que preceden al ataque: para la realización del «paso rápido» del enemigo hacia adelante al descubrirlo detrás en una distancia corta, sobre las partes de las maniobras "Tijeras", "Espiral Defensiva", "Viraje Defensivo", "Tonel", también con el carácter de maniobra antimisil dinámica junto al lanzamiento de un cohete con altos ángulos de rumbo.

Ya que junto a la ejecución de la salida dinámica a los superaltos ángulos de ataque la sobrecarga máxima llega a 4 unidades, así el avión Su-27 le quedan en reserva todavía 5 unidades de sobrecarga disponible para la ejecución de una maniobra espacial, en particular, el viraje a nivel, que permite cumplir la figura "Cobra" en viraje. Tal maniobra ha recibido el nombre "Hook" (o "Gancho"). El valor táctico del "Hook" en combate aéreo es aún mayor, que el de la "Cobra" ordinaria. Por primera vez el "Hook" fue demostrado por el piloto-probador de ODP "Sukhoi" V.G.Pugachev en el avión Su-27M (Su-35), dotado con el ПГО (el empenaje frontal horizontal) y el sistema modificado de telemando.

