



A E R O C L U B U L R O M Â N I E I
MANUAL DE PREGĂTIRE TEORETICĂ PENTRU LICENȚA DE PILOT PRIVAT
PPL(A)

PERFORMANȚE DE ZBOR ȘI PLANIFICAREA ZBORULUI

BUCUREȘTI 2011

Pagină lăsată goală

Lista de evidență a amendamentelor

[illegible]

Pagină lăsată goală



CUPRINS

1. Incarcare si centraj.....	7
1.1 Limite ale masei maxime	8
1.2 Limitele fata si spate ale centrului de greutate, operatiuni normale si utilitare	9
1.3 Calcularea masei si centrului de greutate-fisa de centraj	10
2. Performante	17
2.1 Decolarea	17
2.1.1 Distanța disponibilă de rulaj la decolare –TORA	17
2.1.2 Decolarea si urcarea initiala	18
2.1.3 Efectul masei, vantului si altitudinii densimetrice.....	20
2.1.4 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de urcare.....	23
2.2 Aterizarea	25
2.2.1 Efectele masei, vantului altitudinii densimetrice si ale vitezei de apropiere	27
2.2.2 Utilizarea flapsurilor	31
2.2.3 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de coborare.....	34
2.3 Zborul.....	37
2.3.1 Relatia dintre puterea necesara si puterea disponibila.....	39
2.3.2 Diagrama de performante a aeronavei	40
2.3.3 Panta maxima si incidenta maxima.....	42
2.3.4 Distanța si durata maxima de zbor	44
2.3.5 Efectul configuratiei, masei, temperaturii si altitudinii	44
2.3.6 Scaderea performantelor pe timpul virajului in urcare	45
2.3.7 Planarea.....	47
2.3.8 Planificarea si executarea zborului in cazul schimbarii conditiilor de zbor.	54
2.3.9 Efecte adverse	60
2.3.10 Planificarea si efectuarea zborului fara instrumentele principale (de baza)	87
BIBLIOGRAFIE	97

Pagină lăsată goală

CAPITOLUL 1.

1. Incarcare si centraj

Greutatea este o forta orientata intotdeauna spre centrul Pamantului. Ea este direct proportionala cu masa aeronavei si depinde de incarcarea sa. Desi este distribuita asupra intregului aparat, ne putem imagina ca ea este colectata si actioneaza asupra unui singur punct, numit centrul de greutate. In zbor, desi aeronava se roteste in jurul centrului de greutate, orientarea greutatii ramane tot spre centrul pamantului. In timpul zborului greutatea scade constant datorita consumarii combustibilului din rezervoare. Distributia greutatii si centrul de greutate se pot si ele schimba, de aceea pilotul trebuie sa ajusteze constant comenzile pentru a tine avionul in echilibru.

La planoare, in timpul zborului centrul de greutate nu isi schimba pozitia deoarece zborul acestuia nu este determinat de consumul de carburant, ci depinde numai de obtinerea de inaltime prin exploatarea curentilor ascendenti, care apoi determina zborul pe o panta normala. In functie de caracterul zborului se vor determina performantele ce pot fi obtinute de pilotul planorist.

Despre existenta si unicitatea centrului de greutate, Arhimede a formulat conditiile de echilibru si implicit proprietatile centrului de greutate ale unui corp. Daca acest centru de greutate, asa cum a fost definit, este luat ca punct de sprijin, greutatile sunt repartizate in jurul sau dupa legea formulata de Arhimede.

Centrajul aeronavei

Greutatea unei aeronave se poate considera concentrata intr-un punct, numit centru de greutate CG , diferit, de obicei ca pozitie de centrul de presiune CP al aeronavei.

Pozitia centrului de greutate al aeronavei se indica in procente din coarda medie aerodinamica CMA, fata de bordul de atac al acesteia si se numeste generic *centraj* (valoare % CMA).

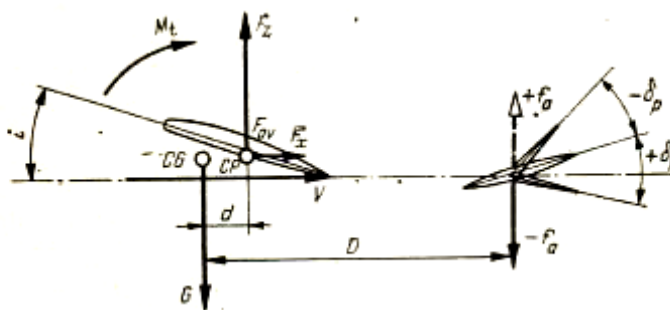


Fig 1.1.

Centrul de presiune se definește ca fiind punctul de aplicatie al tuturor forțelor aerodinamice care acționează asupra aripii, prescurtat CP. Acest punct își modifică poziția odată cu modificarea unghiului de incidență.

Având în vedere faptul că toate forțele care acționează asupra unei aeronave se vor concentra în cele 2 puncte, respectiv forțele de greutate în CG și forțele aerodinamice în CP, în funcție de valoarea acestora asupra aeronavei vor lua naștere anumite momente, care trebuiesc echilibrate pentru ca zborul să se desfășoare constant (în echilibru).

Acest echilibru se efectuează cu ajutorul suprafețelor de comandă, respectiv cu ajutorul ampenajelor orizontale prin acționarea profundorului.

1.1 Limite ale masei maxime

Limitele maxime ale masei pentru fiecare aeronavă sunt determinate de performanțele și caracteristicile determinate de constructor și sunt precizate în manualele de zbor și întreținere.

Limite maxime pentru avioane

Astfel pentru avionul IAR 46S vom avea: limita maximă la decolare și aterizare 750 kg.

Pentru avionul Zlin 726 limita maximă la decolare în varianta acrobatie este de 940 kg, iar în varianta normal (utilitar) este de 1000 kg.

Limite maxime pentru planoare

Pentru planorul IS 28 B2, limitele masei maxime sunt determinate de greutățile maxime admise la decolare, respectiv:

- în dubla comandă = 590 Kgf
- în simpla comandă = 520 Kgf

iar greutatea maxim admisă în spațiul de bagaje (fără a depăși greutatea maxim admisă) este de 20 Kgf.

Greutatea planorului IS 28B2, gol este de 375 Kgf.

În situația în care pilotul este prea ușor se vor monta greutăți de plumb pe podeaua postului de pilotaj față, după cum urmează:

La planoarele până la seria 45, pentru piloții ușori, (greutate între 55-61 Kgf), se va pune lest o greutate de 6 Kgf.

Pentru planoarele cu seria de fabricație peste 45 centrajul se asigură după cum urmează:

- 65-70 Kgf în postul principal 4 Kgf lest
- 60-65 Kgf în postul principal 8 Kgf lest
- 55-60 Kgf în postul principal 11.3 Kgf lest.

Pentru planorul IS 29 D2, limitele masei maxime sunt determinate de greutatele maxime admise la decolare, respectiv:

Greutatea maxim admisă în spațiul de bagaje (fără a depăși greutatea maxim admisă) este de 20 Kgf.

Greutatea planorului gol este 244 Kgf.

1.2 Limitele fata si spate ale centrului de greutate, operatiuni normale si utilitare

Limitele centrului de greutate la avion

În exploatare trebuie evitată depășirea centrajelor care, spre exemplu la avionul IAR 46S, sunt:

- centraj minim fata (limita fata) = 19,57 % CMA (242 mm) și
- centraj maxim spate (limita spate) = 30,47% CMA (377 mm).

Pentru avionul Zlin 726, limitele centrajului sunt:

- centraj minim fata (limita fata) = 17,5 % CMA și
- centraj maxim spate (limita spate) = 28,5% CMA.

Aceste valori ale centrajului sunt date pentru greutăți de până la 860 kgf. Pentru greutăți peste 860 kgf, aceste limite se reduc ajungând la 23% CMA pentru o greutate de 1000 kgf.

Limitele centrului de greutate la planor

În planorism, datorită faptului că vor zbura piloți mai grei sau mai ușori, constatăm că centrul de greutate își va schimba poziția de la zbor la zbor, respectiv se va schimba în funcție de greutatea fiecărui pilot. Astfel, dacă se află în zbor un pilot mai ușor, centrul de greutate se mută în spate față de bordul de atac al CMA.

Prin *centraj maxim spate admis* se înțelege poziția maximă spate a centrului de greutate pe CMA, poziție din care la comanda pilotului (mănsă la poziția maxim în fata), de brăcare a profundorului maxim în jos, să se obțină unghiul de incidență corespunzător vitezei maxime de zbor.

Dacă, în schimb avem un pilot cu o greutate mare, centrul de greutate se va muta mai în spre fata, deci va avea o poziție mai apropiată de bordul de atac al CMA.

Prin *centraj minim fata admis* se înțelege poziția minimă a centrului de greutate pe coarda medie aerodinamică, din care, la comanda pilotului (mănsă maxim trasă) pentru a brăca maxim în sus profundorul, să se poată obține coeficientul de portanță maxim, deci unghiul de incidență critic.

Dacă se depășește centrajul maxim spate, aeronava nu va mai putea fi readusă pe panta normală de zbor de la o panta de urcare și se va angaja.

Daca se depaseste centrul minim fata aeronava nu va mai putea fi redresata dupa un zbor in panta accentuata de coborare. Deci, o conditie de baza a limitelor de centrul admise este ca in cadrul acestor limite sa se asigure manevrabilitatea aeronavei.

Pentru a evita in exploatare depasirea centrulor care, spre exemplu la planorul IS 28 B2 sunt:

- centrul minim fata = 22% CMA si

- centrul maxim spate = 47% CMA,

constructorul limiteaza greutatea minima si maxima a echipajului si prevede uneori cabina planoarelor cu locasuri pentru greutati speciale de plumb care pot fi atasate sau scoase in functie de necesitati.

In concluzie, daca se depasesc centrulor maxim spate si minim fata, nu mai este posibila realizarea de viteze minime sau trecerea la zborul pe panta normala.

Mentionam ca in aceasta situatie actionarea comenzii compensatorului nu ajuta la corectarea centrulor, acesta avand rolul de a elimina efortul pe mansa in situatia zborului normal.

Centrul planorului IS 29 D2 este realizat in limitele: 18.75% CMA (fata) si 43% CMA (spate).

Operatiuni normale si utilitare admise la zborul cu avionul

Pentru avionul IAR 46S sunt admise efectuarea de evolutii in regimul de zbor de zi, la vedere (VFR), iar din evolutiile acrobatice poate efectua: opt lent, viraj strans si sandela.

Avionul Zlin 726 fiind din constructie un avion de acrobatie, poate fi utilizat pentru operatiuni utilitare (scoala) precum si pentru operatiuni de zbor acrobatic, fiind admise efectuarea evolutiilor: viraj cabrat si strans, glisada, looping, imelman, rasturnare, ranversare, tonou, vrie (in limita a maxim 6 ture), zbor pe spate, viraj strans in zbor pe spate, looping inversat din zbor pe spate, vrie din zbor pe spate, tonou rapid.

Operatiuni normale si utilitare admise la zborul cu planorul

Pentru planoarele de constructie romaneasca, in general sunt admise executarea zborurilor de scoala si performanta, precum si evolutiile acrobatice precizate in manual, respective: vrie, looping, ranvestare, tonou. Planorul IS28B2 poate executa si rasturnarea, iar planorul IS29D2 poate efectua evolutia denumita imelman, in timp ce planorul IS32 nu este admis decat la evolutii normale, fiind interzisa si vria comandata.

1.3 Calcularea masei si centrului de greutate - fisa de centrul

Pentru aeronavele din dotarea Aeroclubului Romaniei, calculul masei si centrulor aeronavei nu pune probleme, fiind suficienta respectarea conditiilor de

greutate admise la decolare, alte conditii privind calculul nemaifiind necesare. Dar, pentru avionul de tip AN2, care poate fi exploatat atat in varianta de transport calatori (parasutisti), cat si in varianta de transport marfa, se impune determinarea centrului inainte de decolare. In situatia transportului de calatori, fiecare calator/parasutist se aseaza pe un scaun, incepand din fata catre spate, ceea ce asigura centrul, in timp ce pentru transportul de marfa, in functie de volumul si greutatea acesteia, se vor efectua anumite calcule conform diagramei si fisei de centrare existenta in manual, pilotul comandant fiind raspunzator de aceasta operatiune.

Astfel, pentru avionul AN 2, parametrii care determina performantele de zbor sunt in functie de varianta in care este utilizat, astfel:

1. Avionul AN2 in varianta de transport pasageri – desant:

Nr. crt	DENUMIREA PARAMETRIILOR	DATELE DE GREUTATE SI DE CENTRAJ
1.	Greutatea avionului gol, dar cu tot echipamentul de bord, in Kg	3325 Kg + 1%
2.	Greutatea normala de zbor, in Kg	5250 Kg
3.	Cu tot echipamentul complet la bord, in %	20.8 % $\pm$ 1%
4.	Centrul limita de exploatare in % CMA	17% - 32%

Nota: Greutatea si centrul avionului sunt specificate fara a se tine cont de instalatia de oxigen, unde CMA – coarda medie aerodinamica

2. Avionul AN2 in varianta de transport cu echipamentul pasageri usor demontabil:

Nr. crt	DENUMIREA PARAMETRIILOR	DATELE DE GREUTATE SI DE CENTRAJ
1.	Greutatea avionului gol, dar cu tot echipamentul de bord, in kg.	3430 kg + 1 %
2.	Greutatea normala de zbor, in kg.	5250 kg
3.	Cu tot echipamentul complet la bord, in %	20,8 % $\pm$ 1 %
4.	Centrul limita de exploatare in %	CMA 17 % – 32 %

Nota: Greutatea si centrul avionului sunt specificate fara instalarea la bord a instalatiei de oxigen.

Orice schimbare a locului de montaj, a echipamentului de bord, facuta de organizatiile de exploatare sau modificarea componentei echipamentului de bord modifica substantial centrul avionului gol. In asemenea cazuri, centrul trebuie calculat obligatoriu, procedandu-se conform exemplelor de calcuare a centrului.

Gama recomandabila de centrul, care asigura cea mai usoara pilotare a avionului este cuprinsa intre 23 si 27 % CMA.

Se interzice zborul avionului cu centrul care depasesc 32 % CMA.

La incarcarea avionului se pot folosi semnele facute cu vopsea verde si rosie pe peretele din dreapta al cabinei de materiale (Fig 1.2. Trasajul amplasarii incarcaturii la bord). In dreptul sagetii verzi cu inscriptia "Maximum 1500 kg" se poate amplasa orice incarcatura. In cazul acesta, centrul in zbor va fi de 24-25 % CMA. Acest centrul corespunde celei mai mari rezerve de stabilitate longitudinala statica a avionului fara folosirea trimerului.

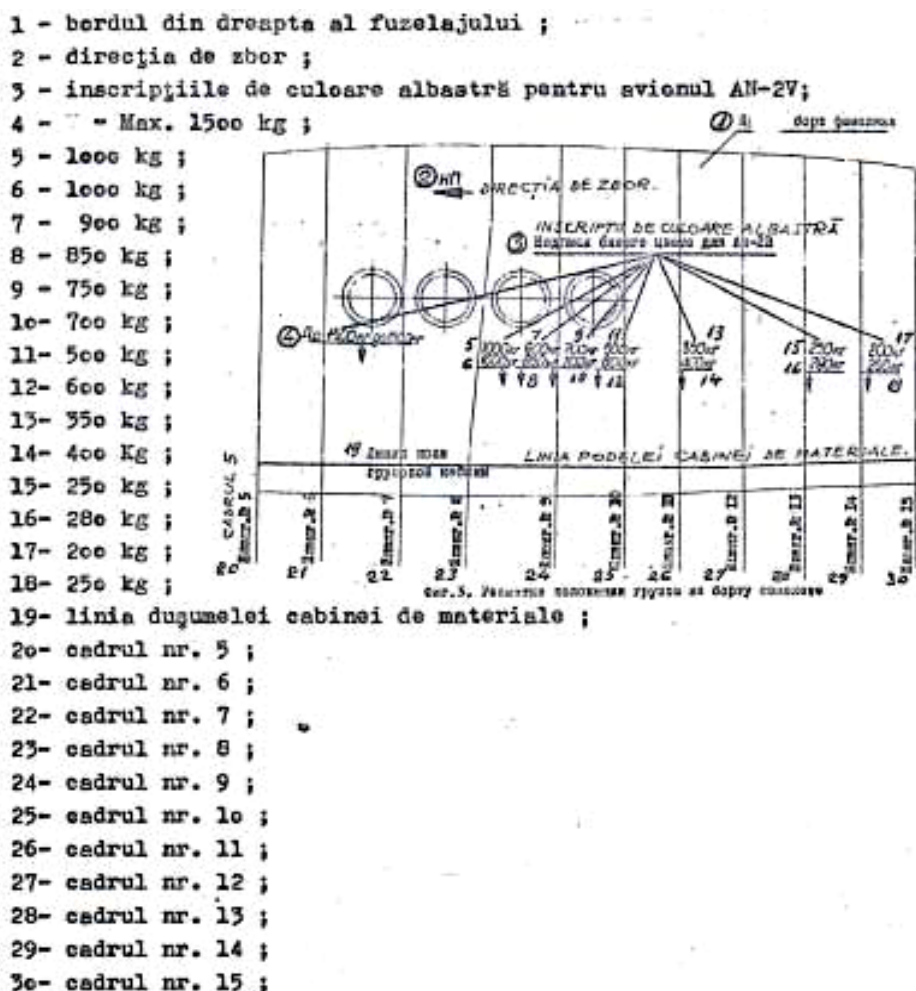


Fig1.2. Trasajul amplasarii incarcaturii la bord

Sagețile roșii notate cu 1000, 850, 700, 600, 280 și 250 kg. Indica poziția cea mai din spate a centrului de greutate a încărcăturii, la care avionul mai are încă o suficientă rezervă de stabilitate statică longitudinală. În acest caz rezultă un centrăj de aproximativ 32% CMA, adică cel mai posterior centrăj din cele admisibile.

Exemplu: O încărcătură de 600 kg se poate amplasa în orice loc situat între săgeata verde cu inscripția "Maximum 1500 kg" și săgeata roșie cu inscripția "600 kg".

În cazul când sunt câteva încărcături, acestea trebuie amplasate astfel încât centrul lor de greutate comun să se afle sub săgeata roșie notată cu cifra egală cu greutatea totală a încărcăturii sau în fața până la săgeata verde inclusiv. În cazul când greutatea încărcăturii nu corespunde valorii notate pe bordul fuselajului, de exemplu 650 kg, atunci asemenea încărcătură nu trebuie amplasată în dreptul cifrelor 600, 400, și 200, fiindcă acest mod de amplasare a încărcăturii provoacă un centrăj posterior inadmisibil, care depășește 32 % CMA.

Atenție: Se interzice amplasarea încărcăturilor în compartimentul de coadă al fuselajului, după cadrul nr. 15.

În cazul când numărul de încărcături este mai mare, iar la bord sunt și pasageri, poziția centrului de greutate al avionului încărcat trebuie verificată prin metoda momentelor sau cu ajutorul graficului prezentat.

Exemplul de folosire a metodei momentelor este prezentat în tabelul următor. În acest tabel se notează greutatea fiecărei încărcături, incluzând greutatea avionului, distanța centrului de greutate a fiecărei încărcături față de cadrul nr.5 și momentele calculate pentru înmulțirea greutăților cu distanța până la cadrul nr.5.

Exemple de calcul prin procedeul momentelor:

DENUMIREA ÎNCARCĂTURII	Greutatea G, în kgf	Bratul X, în m	Momentul Gx, în kgm
Avion gol cu tot echipamentul la bord	3495	0,499	1744
Echipaj 2 oameni	160	-0,366	-54
Combustibil	50	0,944	47
Ulei	50	-1,586	-79
SUMA :	G = 3755 kgf		Gx=1658 kgm

Bratele de parghii se considera pozitive pentru incarcaturile situate in spatele cadrului nr.5 si negative pentru incarcaturile dispuse in fata cadrului nr. 5. Bratul de parghie al centrului de greutate al avionului gol se ia din tabelul 6.

Dupa insumarea greutatilor si a momentelor, se calculeaza distanta centrului de greutate fata de cadrul nr.5, folosind urmatoarea formula:

$$x_{c.g.} = \frac{\sum Gx}{\sum G} \quad (1)$$

calculul centrului in %CMA se face cu ajutorul formulei :

$$x_{CAM} = \frac{x_{c.g.} - L}{b_{CAM}} \cdot 100 \% \text{ CAM}, \quad (2)$$

In care: L = distanta de la inceputul CMA pana la cadrul nr. 5, egala cu 0, 05 m si b_{CAM} = lungimea CMA egala cu 2,269 m.

Din formula 1 si 2 va rezulta:

$$x_{c.g.} = \frac{1658}{3755} = 0,441 \text{ m} ;$$

$$x_{CAM} = \frac{0,441 - 0,050}{2,269} \cdot 100 \% = 17,2 \% \text{ CAM}.$$

Cazul examinat mai sus corespunde centrului anterior al avionului, cand el revine fara incarcatura la aerodromul de baza, avand in rezervoare cantitatea minima de combustibil si ulei. Aici s-a pus ipoteza ca avionul gol are un centraj de 19, 8 % CMA, adica cel mai anterior centraj din cele posibile. Modificarile de componenta de uzina sau de componenta de echipament de bord facute de organizatiile de exploatare pot duce la schimbari considerabile ale centrului.

Exemplu de calculare a centrului cu ajutorul graficului de centraj:

Avionul gol	3300 kg; X = 21,5 % CMA
Pasageri	12 x 75 kg 900 kg.
Echipaj	160 kg.
Ulei	75 kg.
Combustibil	900 kg.
Greutatea de zbor :	5335 kg.

Pozitia centrului de greutate se determina cu ajutorul graficului de centraj in felul urmatoar: din punctul de intersectie a liniei centrului de greutate al avionului gol cu linia greutatii avionului gol (graficul de sus), se coboara o

perpendiculara pe scala orizontala a incarcaturilor. Dupa aceasta se face deplasarea in sensul sagetii pe scala orizontala la numarul de diviziuni egal cu greutatea incarcaturii. De la capatul liniei respective se coboara o perpendiculara pe urmatoarea scala orizontala. In cazul cand valoarea greutatii incacaturii nu exista pe aceasta scala orizontala a graficului, perpendiculara se prelungeste pana la urmatoarea scala corespunzatoare incarcaturii respective. Operatia se repeta pana la scala "combustibilului" situata cel mai jos. Dupa determinarea pe scala a cantitatii de combustibil, din acest punct se coboara o perpendiculara pana la intersectia cu linia orizontala a greutatii de zbor a avionului (graficul urmator). Punctul de intersectie indica centrul avionului, corespunzator greutatii de zbor a avionului.

Pentru exemplul de incacatura a avionului prezentat mai sus centrul avionului este de 29, 8 % CMA.

Graficul de centraj al avionului AN-2 cu 12 locuri pentru pasageri

In grafic semnificatia notatiilor este urmatoarea:

- 1 - centrul initial in % din CMA;
- 2 - felul incarcaturii, in kg;
- 3 - pasageri;
- 4 - parasutisti;
- 5 - parasutisti, scaunele 1 - 7 Pasageri;
- 6 - parasutisti, scaunele nr. 2 – 8 Pasageri;
- 7 - parasutisti, scaunele 2- 9 Pasageri;
- 8 - parasutisti, scaunele nr. 4 – 10 Pasageri;
- 9 - parasutisti, scaunele nr. 5 – 11 Pasageri;
- 10 - parasutisti, scaunele 6 – 12 Pasageri;
- 11 - parasutisti, scaunele de la nr.1, la nr.12 Pasageri;
- 12 - pasager in toaleta;
- 13 - cadrul nr. 6;
- 14 - cadrul nr. 7;
- 15 - cadrul nr. 8;
- 16 - cadrul nr. 9;
- 17 - cadrul nr. 10;
- 18 - cadrul nr. 11;
- 19 - cadrul nr. 12;
- 20 - cadrul nr. 13;
- 21 - cadrul nr. 14;
- 22 - echipaj;
- 23 - ulei;
- 24 - combustibil;
- 25 - *Nota:* Pasagerul = 75 kg.; Parasutistul cu echipament = 100 kg;
- 26 - centraj limita anterior 12 % CMA;
- 27 - centraj limita posterior 32 % CMA;
- 28 - aceasta scala se poate folosi numai cand la bord este numarul complet de

pasageri sau parasutisti;
 29 - greutatea avionului gol;
 30 - centrul avionului gol in % CMA ;
 31 - cadrul nr. 5;
 32 - cadrul nr. 15.

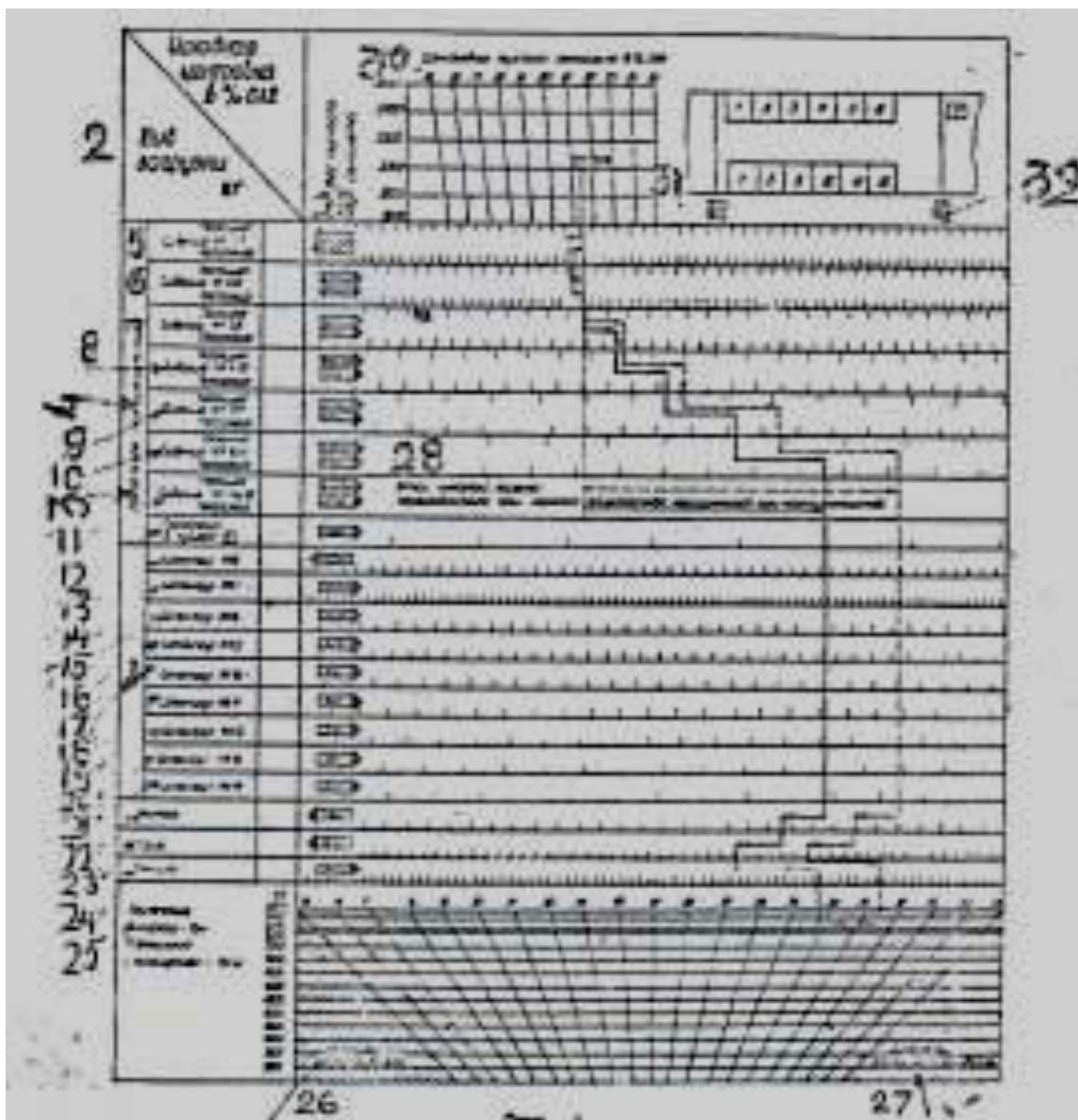


Fig1.3. Graficul de centraj al avionului AN-2 cu 12 locuri pentru pasageri

CAPITOLUL 2.

2. Performante

Prin performantele unei aeronave vom intelege elementele caracteristice privind decolarea, aterizarea, zborul normal (procedurile normale) evolutiile ce pot fi efectuate de aeronava, incarcatura utila, plafonul si autonomia de zbor, precum si consumul de carburant.

Toate aceste caracteristici determinante pentru analiza calitatilor unei aeronave se regasesc in Manualul de exploatare si intretinere a aeronavei.

2.1 Decolarea

Decolarea se defineste ca fiind o miscare accelerata a aeronavei de la inceputul rulajului ($V=0$), pana la desprinderea si atingerea inaltimei de 25 m – aici pot incepe alte manevre si operatiuni specifice fiecarei aeronave.

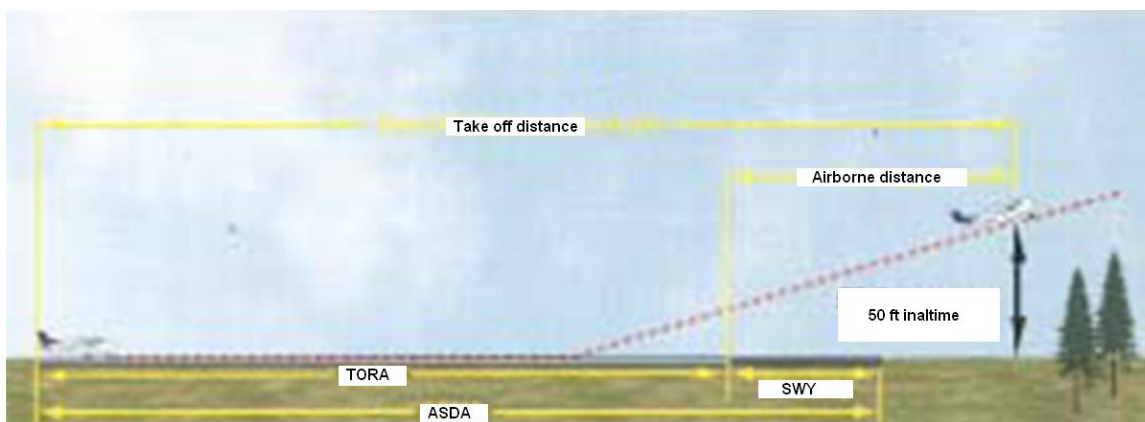


Fig 2.1.

2.1.1 Distanța disponibilă de rulaj la decolare –TORA

Prin abrevierea TODA - Distanța de Decolare Disponibilă (Take-Off Distance Available), specifică fiecărui aerodrom se va intelege distanța disponibilă pe aerodromul respectiv in vederea efectuării unei decolări in deplina siguranță.



Fig 2.2.

Prin abrevierea TORA -Distanța de Rulare la Decolare Disponibilă (Take-Off Run Distance Available), fiind reprezentată de spațiul aferent aerodromului în interiorul căruia o aeronavă poate rula în deplină siguranță în vederea decolării. Este porțiunea de spațiu în cadrul căruia aeronava, în proces de decolare capătă viteza necesară desprinderii de pe sol, urmând în continuare accelerarea în vederea urcării în panta optimă admisă pentru fiecare aerodrom.

Distanța disponibilă de rulare la decolare este specifică fiecărui aerodrom, fiind precizată în instrucțiunile de exploatare ale acestuia. Aceste elemente sunt cunoscute de piloți prin studiul AIP România.

În funcție de aceste elemente, pilotul având cunoștințe din manualul aeronavei despre caracteristicile de zbor, va lua decizia de operare sau nu pe aerodromul respectiv.

Astfel, pentru exemplificare, vom prezenta performanțele avionului IAR 46S:

- distanța de rulare este de 185 m;
- distanța de decolare peste obstacol de 15 m este de 409 m.

2.1.2 Decolarea și urcarea inițială

Decolarea avionului se definește ca o mișcare uniform accelerată care durează din momentul începerii rulajului și până când se atinge o înălțime de siguranță de cca. 40-50 m față de planul orizontal care trece prin punctul de începere a rulajului.

Prin urcarea inițială a aeronavei se va înțelege, porțiunea de timp și spațiu parcursă de aeronavă după desprinderea de pe sol, efectuarea palierului și urcarea până la înălțimea de siguranță.

Decolarea avionului cuprinde următoarele faze:

- rulajul pentru decolare;
- desprinderea de pe sol a aeronavei;
- palierul aeronavei;
- urcarea și luarea înălțimii de siguranță (aproximativ 25 m);

Decolarea planorului în remorcaj de avion/automosor se definește ca o mișcare uniform accelerată care durează din momentul începerii rulajului și până când se atinge o înălțime de siguranță de cca. 40-50 m față de planul orizontal care trece prin punctul de începere a rulajului.

Decolarea în remorcaj de automosor cuprinde următoarele faze:

- rulajul pe sol pentru decolare;
- desprinderea de pe sol;
- panta moderată de urcare (până la înălțimea de 40-50 m);

Decolarea în remorcaj de avion cuprinde următoarele faze:

- rulajul pentru decolare;
- desprinderea de pe sol a planorului;
- palierul planorului;
- urcarea și luarea înălțimii de siguranță în remorcaj de avion;

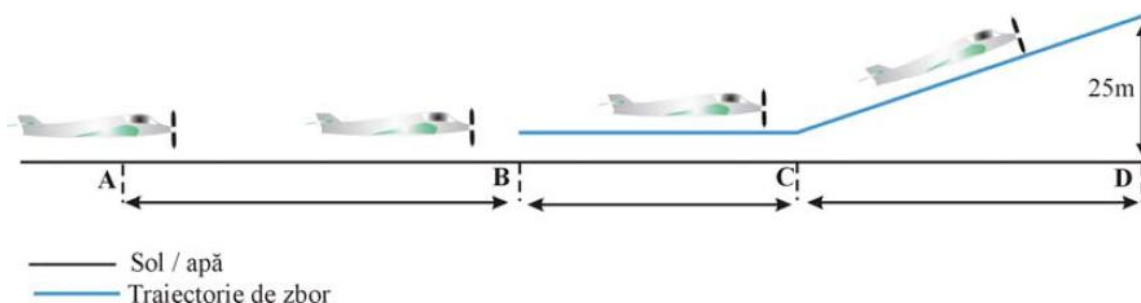


Fig 2.3.

- | | |
|-------|----------------------------|
| A ↔ B | – rulajul pentru decolare; |
| B | – desprinderea aeronavei; |
| B ↔ C | – palierul; |
| C ↔ D | – urcarea |
| A ↔ D | – distanța de decolare. |

Performanțele maxime ale avionului IAR 46S la decolare se obțin pentru o viteză de urcare la decolare de 108 km/h, cu voletul brăcat pe poziția 200, trenul scos și turația la motor 5800 rot/min, pentru un timp maxim de 5 minute.

În funcție de temperatura aerului exterior și de înălțimea la care se afla între 0 m și 100 m, cu această aeronavă se vor obține viteze de urcare pe verticală cuprinse între 2,03 m/sec și 3,68 m/sec.

2.1.3 Efectul masei, vantului si altitudinii densimetrice

Efectul masei la decolare.

Toate aeronavele obtin performantele precizate in manualul de exploatare in zbor daca la decolare masa maxima admisa nu este depasita. Astfel, pilotul, la decolare va lua masuri de intrerupere prompta a acesteia daca avionul la atingerea vitezei de dezlipire are tendinta de a nu se desprinde (de a nu parasi solul), ceea ce va determina concluzia ca centrul fata este depasit.

Daca in schimb, pilotul impingand mansa complet in fata, avionul nu ridica coada la orizontala, avand tendinta de a se desprinde de sol inainte de a ajunge la viteza de dezlipire, va determina concluzia ca centrul este depasit in spate, ceea ce va impune intreruperea decolarii.

Urcarea = $C_L \frac{1}{2} \rho v^2 S$ si Tractiunea (T) = masa (m) x acceleratia (a)

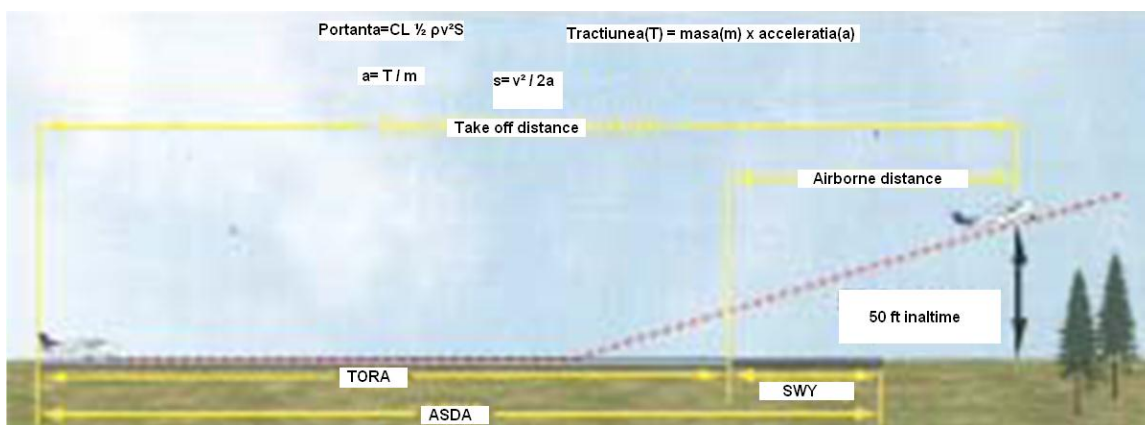


Fig 2.4. Efectul masei la decolare

Efectul vantului la decolare.

Vantul are o influenta foarte mare la decolarea aeronavei, astfel daca se procedeaza la decolarea in conditii standard, aeronava va obtine performantele precizate in manualul de exploatare si intretinere. Aceste performante se modifica foarte mult atunci cand decolarea este influentata de vant. Astfel, daca decolam cu vant de fata, distanta de rulare pe sol se scurteaza foarte mult, ceea ce determina ca performanta privind distanta pentru trecerea peste un obstacol de 15 m sa fie imbunatatita in mod apreciabil cu cat intensitatea vantului este mai mare.

Daca in schimb, vom incerca sa decolam cu vant de spate, vom avea surpriza sa constatam ca, atat spatiul necesar pentru rulare in vederea aterizarii, cat si spatiul necesar pentru trecerea peste un obstacol de 15 m, sa fie mult mai mari fata de performantele precizate in manual. Se poate intampla ca la un vant puternic de spate, sa rulam tot aerodromul si sa nu ne desprindem de pe sol, astfel ca exista pericolul de accident.

Pe aceste considerente, constructorul limiteaza prin manualul de exploatare in zbor efectuarea activitatii de decolare peste anumite limite ale vantului, astfel, spre exemplu, la avionul Zlin 726, componenta de fata a vantului maxim admisa este de 15 m/sec., iar cea perpendiculara pe directia de decolare este de 10 m/sec.

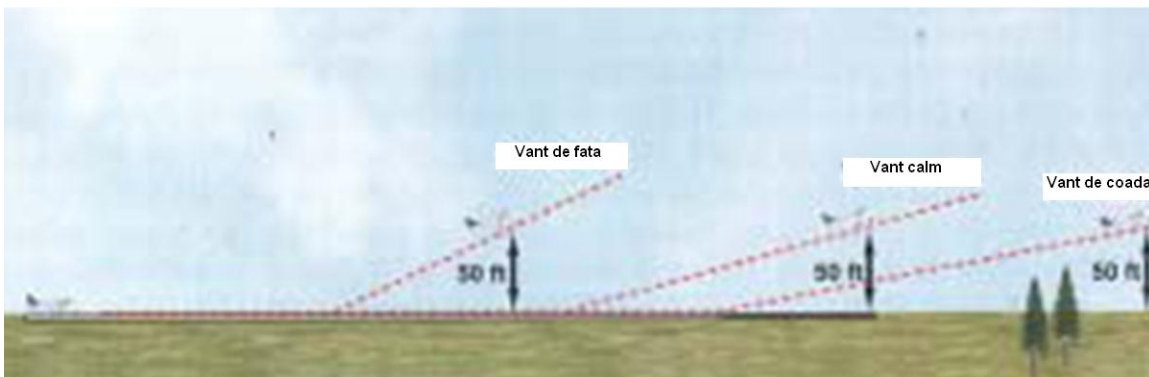


Fig 2.5. Efectul vantului la decolare (de fata, calm, de spate)

Efectul altitudinii densimetrice

Densitatea aerului scade pe masura ce creste altitudinea, astfel ca zborul va fi influentat de acest element, iar altitudinea densimetrica va influenta indicatiile la altimetru. Astfel, daca in inaltime, presiunea este mai mica decat cea standard, altimetru va indica o inaltime mai mare decat o avem in realitate, situatie ce devine periculoasa la aterizare.

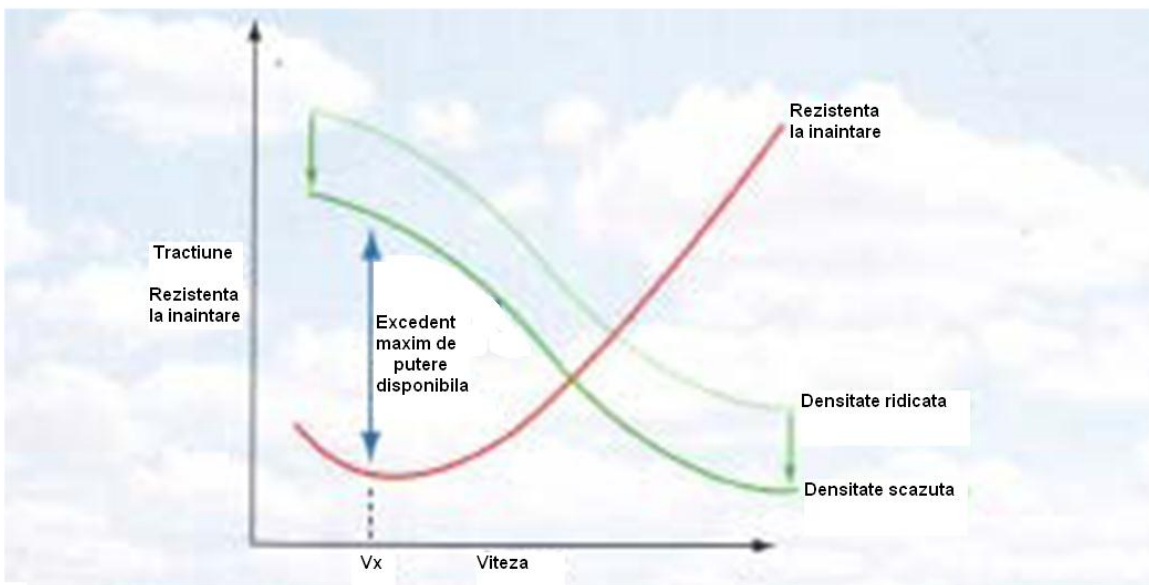


Fig 2.6. Efectul urcarii functie de densitate

De asemenea, erori in indicatii vom avea si din cauza temperaturii, astfel, daca temperatura de la nivelul de zbor este mai scazuta decat cea standard corespunzatoare, altimetrul va indica o inaltime mai mare; daca temperatura aerului este mai ridicata decat cea standard corespunzatoare nivelului de zbor, atunci altimetrul va indica o inaltime mai mica. Eroarea maxima in astfel de cazuri poate fi de aproximativ 3 % din inaltime: pentru 3.000 m altitudine eroarea poate fi de +300 m.

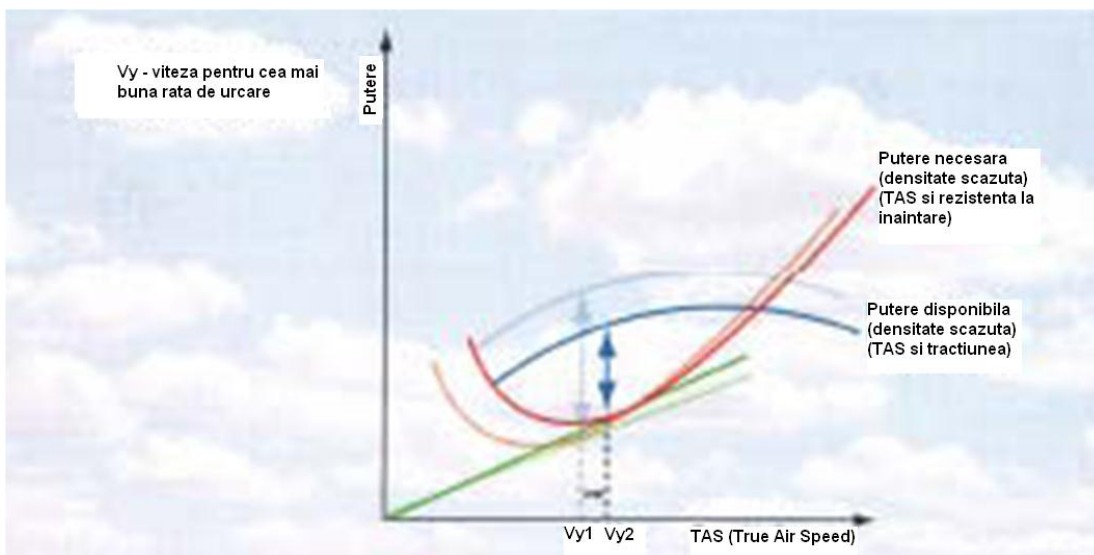


Fig 2.7.

Performantele aeronavei in timpul urcarii se pot calcula cu ajutorul unui grafic ca cel prezentat mai jos. Cu ajutorul acestui grafic se poate determina consumul de carburant in timpul urcarii.

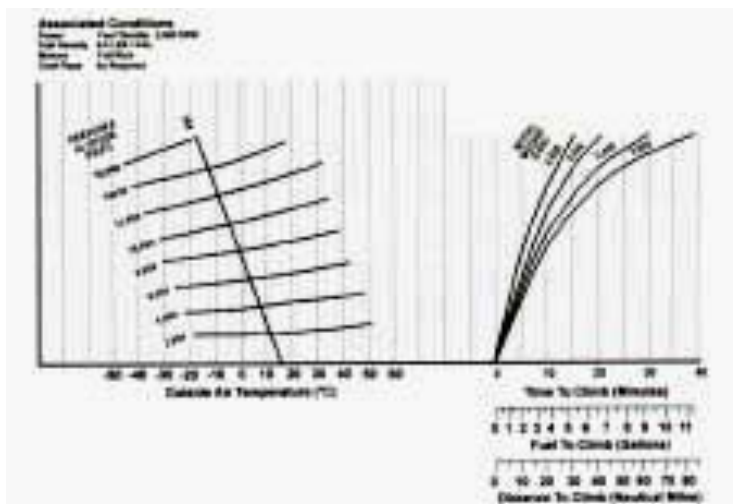


Fig 2.8.

Erori datorate reliefului.

La decolare, o importanta esentiala o are pentru un avion caracteristicile orografiei in zona imediata a decolarii. Acest element este important a fi verificat pentru a se aprecia daca aeronava va putea, ca dupa decolare sa obtina inaltimea de siguranta pana la zona intalnirii unui obstacol.

De asemenea, se urmareste ca distanta reala pe sol pana la primul obstacol de 15 m, sa fie mai mare decat distanta necesara aeronavei pentru trecerea peste un obstacol de 15 m, cum este precizata in manualul de exploatare si intretinere.

In zonele muntoase, vantul poate da nastere la unde de munte cvasistationare, care creeaza curenti ascendenti si descendenti.

Avionul patrundand in curentul descendent pierde din inaltime mai mult de 1000 m in cateva minute.

Din aceasta cauza, erori si fluctuatii ale altimetrului se pot produce si atunci cand avionul intra in zona "rotorului", din cauza acceleratiilor verticale de scurta durata. In acest caz, riscul este mare nu din cauza erorii altimetrice, ci din cauza turbulentei create de rotor.

2.1.4 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de urcare

Efectul suprafetei solului si orografiei:

In timpul activitatii de zbor dupa decolare, in urcare, in vederea luarii inaltimei necesare efectuarii zborului pe traseul de urmat, aeronava este supusa efectelor unor fenomene caracterizate de forma obstacolelor de pe suprafata solului situat in continuarea culoarului de decolare, astfel:

- a) *la o decolare in care solul este in zona de campie sau platou*, si nu exista obstacole imediat dupa decolare, traiectoria aeronavei va fi caracterizata ca fiind o traiectorie in linie dreapta cu o urcare constanta; Daca, in schimb, imediat dupa decolare sunt amplasate obstacole, traiectoria ascendenta a aeronavei va fi influentata de actiunea vantului, astfel, in fata vantului, la obstacol aeronava va fi ajutata de curentul ascendent determinat de devierea vantului in fata obstacolului, iar in momentul cand aeronava va ajunge in umbra vantului, datorita curentului descendent, traiectoria acestuia va fi afectata, devenind descendenta, existand pericolul de a nu avea suficienta tractiune pentru a compensa descendenta, in felul acesta existand pericolul de a lua contactul cu solul. Pentru a evita astfel de incidente, se recomanda ca la decolare, daca este vant de fata puternic, imediat dupa desprindere, inca din palier sa se devieze usor pentru a se evita zonele obstacolului umbrite de vant.
- b) *in zonele de munte si deal*, unde relieful este foarte variat, actiunea vantului influenteaza foarte mult caracteristica decolarii, astfel, vantul poate da nastere in afara zonelor turbulente si descendente, la unde de

munte cvasistationare, care creează curenți ascendenți și descendenți. Aeronava patrundând în curentul descendent pierde din înălțime mai mult de 1000 m în câteva minute. Datorită acestui fenomen caracterizat prin descendențe puternice, nici altimetru nu va indica în mod corect înălțimea de zbor, întârzierea în indicații fiind foarte mare, existând situația în care informațiile citite pe instrument sunt eronate. Erori și fluctuații ale altimetrului se pot produce și atunci când avionul intră în zona "rotorului", din cauza accelerațiilor verticale de scurtă durată. În acest caz, riscul este mare nu din cauza erorii altimetrice, ci din cauza turbulenței create de rotor.

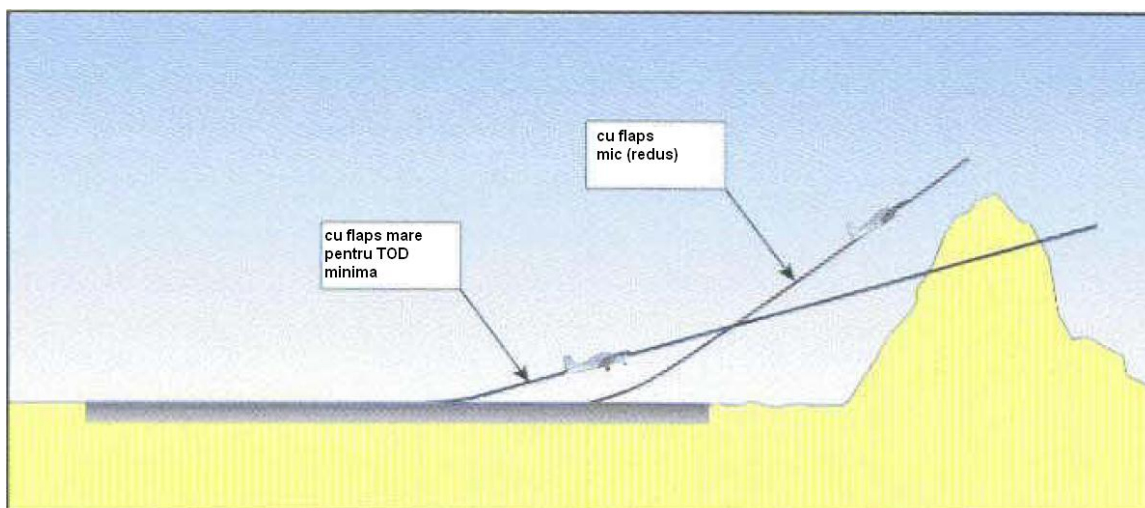


Fig 2.9.

Efectul pantei de urcare:

Caracteristica pantei de urcare a aeronavei după decolare este determinată de caracteristicile și performanțele de zbor ale aeronavei.

Astfel, o aeronavă cu putere disponibilă suficientă poate adopta o pantă de urcare mai accentuată, în felul acesta câștigul de înălțime fiind suficient pentru a evita, în zona de urcare până la înălțimea de siguranță, toate efectele produse de suprafața solului și orografie la acțiunea vântului.

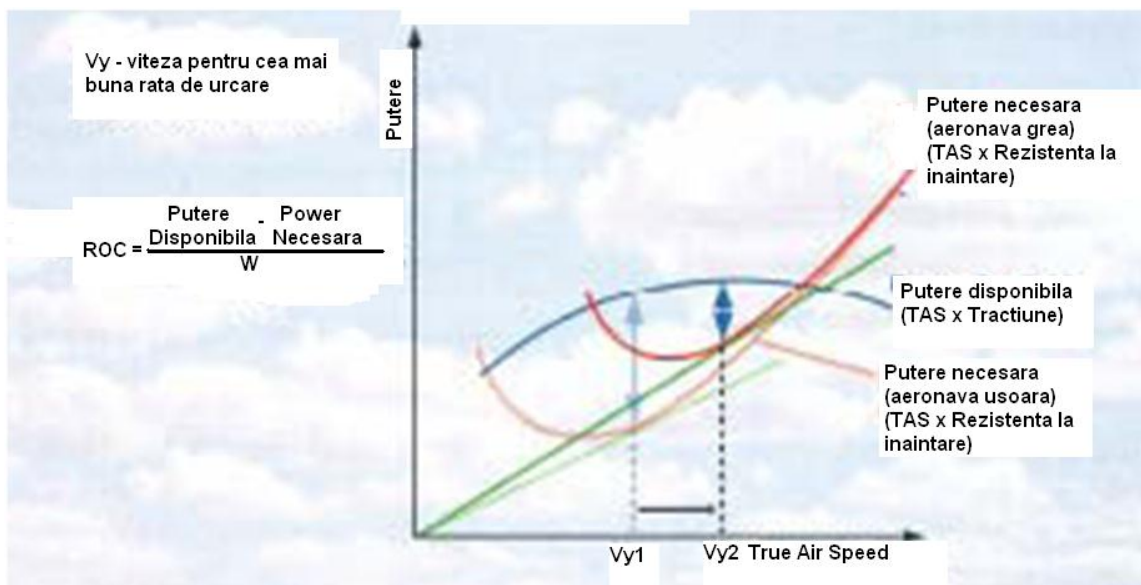


Fig 2.10.

2.2 Aterizarea

Aterizarea este evolutia prin care o aeronava in zbor ia contact cu suprafata de aterizare si ruleaza sau aluneca pana la oprire.

Profilul aterizarii este dat de traiectoria descrisa de C.G. al aeronavei in evolutie.

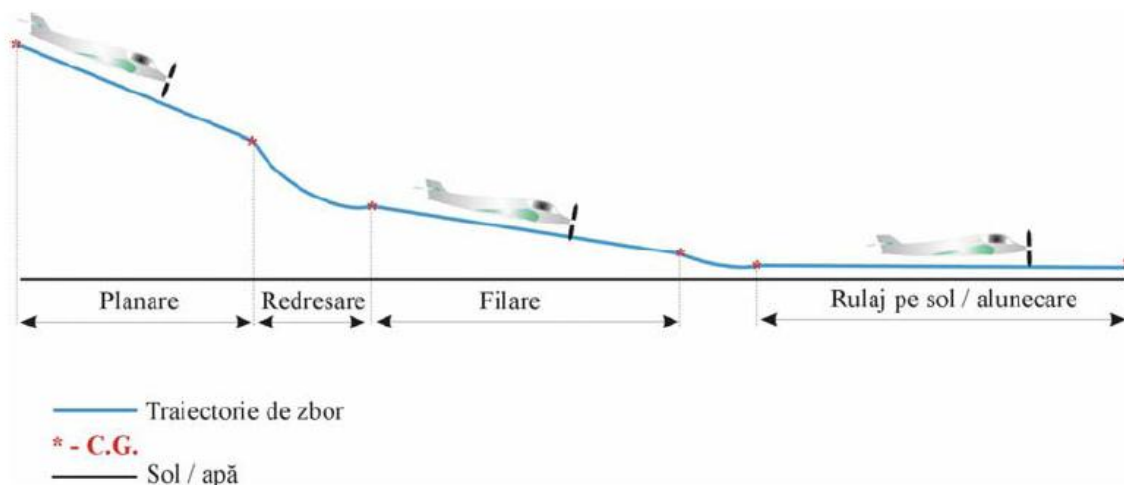


Fig 2.11.

Redresarea este portiunea curbilinie pe care traiectoria aeronavei trece de la cea inclinata la traiectorie orizontala in vederea planarii in palier deasupra solului sau apei.

Redresarea este necesară să fie efectuată, pentru ca aeronava să aibă o continuă pierdere de viteză în apropierea solului, astfel ca la contactul cu solul, viteza de zbor a acesteia să fie egală cu viteza limită admisă de constructor.

Momentul efectuării redresării depinde de condițiile meteorologice, respectiv de influența vântului și a densității aerului, acest moment fiind influențat și de unghiul de planare.

Ecuatia de echilibru:

$$F_z = G_2 + F_c$$

$$F_x = G_1$$

$$G_1 = G \sin \theta$$

$$G_2 = G \cos \theta$$

În cazul redresării aeronavei viteza de zbor se micșorează continuu (frânează) sub acțiunea forței de rezistență aerodinamică. Întrucât forța aerodinamică totală este influențată de forța portantă și de forța de rezistență la înaintare, prin tragerea de mână la nivelul solului se va obține atât o creștere a rezistenței la înaintare, cât și o creștere a forței portante, păstrându-se în felul acesta un echilibru între portanță și greutate. Această creștere a unghiului de incidență are loc până când se atinge valoarea maximă a coeficientului de portanță; ca urmare a acestei acțiuni, aeronava „cade” pe sol. Viteza corespunzătoare acestei „caderi” va fi chiar viteza de aterizare.

$$C_z \text{ redresare} = (0,7 \div 0,9) C_z \text{ maxim}$$

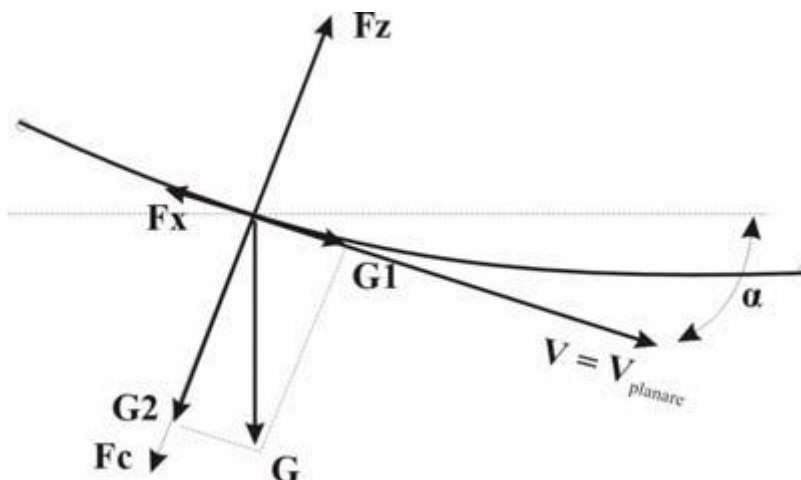


Fig 2.12.

Filarea (franare în zbor orizontal) sau palierul aeronavei deasupra solului sau apei necesare pentru reducerea vitezei înaintea contactului cu solul sau apa.

Rularea aeronavei (alunecarea) –deplasarea aeronavei până în momentul opririi.

Viteza de aterizare

Valoarea vitezei în momentul inițial al „caderii” pe sol diferă de cea din momentul în care aeronava ia contact cu suprafața de aterizare. Pentru momentul inițial al „caderii” pe suprafața se menține încă egalitatea între portanța și greutatea aeronavei. În mod aproximativ se poate arăta că viteza aeronavei în momentul atingerii suprafeței de aterizare de la $H = 0,3 \text{ m}$, reprezintă circa 0,94% din valoarea vitezei de aterizare.

Pentru calculul vitezei de aterizare, se pot folosi formulele simplificate:

$$V_{\text{aterizare}} = 12 \sqrt{G/S} \text{ - pentru aripi fara voleti}$$

si

$$V_{\text{aterizare}} = 10 \sqrt{G/S} \text{ - pentru aripi cu voleti}$$

Încărcarea pe aripă influențează direct viteza de aterizare. Dacă G/S crește va rezulta și o creștere a vitezei de aterizare.

După aterizare, se poate micșora distanța de rulare prin folosirea parasutelor de frânare, sau a franelor pentru roți etc.

2.2.1 Efectele masei, vantului altitudinii densimetrice si ale vitezei de apropiere

Efectele masei (greutatii aeronavei)

Variația greutății unui avion pentru analiza influenței asupra distanței de planare se analizează din punct de vedere al ipotezelor:

- menținerea finetei aerodinamice a avionului asupra distanței de planare;
- micșorarea finetei aerodinamice.

Dacă se va modifica greutatea avionului, menținând finetea aerodinamică constantă, va rezulta că pe timp calm, unghiul de planare și distanța de planare vor rămâne constante și se va modifica numai viteza de planare, conform relației următoare:

$$\tan \theta_{pn} = \frac{G_2}{G_1} = \frac{F_{zn}}{F_{zn}} = \frac{\frac{\rho V_p^2}{2} S C_{zn}}{\frac{\rho V_p^2}{2} S C_{zn}} = \frac{C_{zn}}{C_{zn}} = \frac{1}{K_n}$$

Analizând relația următoare, vom constata că pentru aceeași finete, viteza de planare se va mari odată cu creșterea greutății.

$$V_{planare} = \sqrt{\frac{2G}{\rho C_a A}}, \text{ m/sec}$$

Avand in vedere faptul ca la cresterea greutatii, finetea aerodinamica nu se modifica, dar se maresta viteza de zbor, timpul necesar parcurgerii spatiului respectiv se micsoreaza, deci timpul de planare va fi mai mic. Acest fapt va determina ca variatia greutatii sa manifeste o influenta asupra distantei de planare, in special pentru situatiile in care se manifesta si influenta vantului.

Efectul vantului la aterizare

Vantul are o influenta importanta asupra vitezei de deplasare a avionului fata de sol. La efectuarea unui zbor cu aceeasi viteza aerodinamica (masa de aer se deplaseaza fata de sol odata cu avionul care zboara in acea masa).

Astfel, vantul de fata va reduce distanta de planare, marind unghiul de planare θ , iar vantul de spate va mari distanta de planare. Influenta vantului se exprima prin relatia:

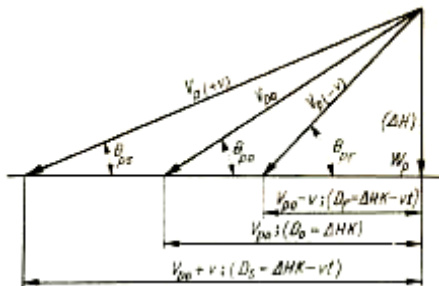
$$D_p = \Delta H K_p \pm W \quad [\text{m}].$$

Unde t , este timpul de planare.

$$t = \frac{\Delta H}{W_{pe}}$$

In cazul existentei vantului, distanta de planare nu se mai obtine la V_{opt} , ci se aplica unele corectii in functie de directia vantului, astfel, daca vantul este din spate, se reduce $V_{proprie}$, iar daca vantul este din fata se maresta $V_{proprie}$, fata de V_{opt} . Corectia se face in special la zborul cu planorul, pentru a se putea plana pana la locul dorit de pilot.

Analizand figura urmatoare, vom constata ca vantul de fata maresta panta θ si reduce distanta de planare, iar vantul de spate reduce panta θ si maresta distanta de planare.



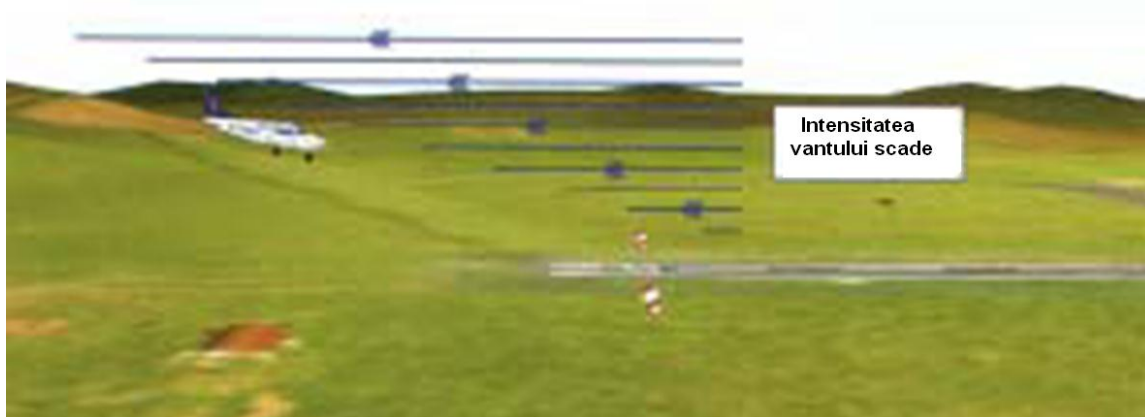


Fig 2.13.

Efectul altitudinii densimetrice

Revenind la ecuația prezentată la efectul masei asupra zborului planat, vom constata că viteza de planare, în afară de modificarea acesteia în funcție de greutatea avionului G , și de unghiul de incidență (care determină valoarea C_a) aceasta va fi influențată și de valoarea densității ρ . Astfel, dacă densitatea se mărește, viteza de planare se micșorează, în timp ce la o densitate micșorată, viteza de planare se va mari.

$$V_{planare} = \sqrt{\frac{2G}{\rho C_a A}}$$

Aceste modificări ale densității ρ au importanță la aterizare, știind că viteza de contact cu solul depinde de viteza necesară zborului.

Pe aceste considerente, piloții trebuie să cunoască faptul că o aeronavă va efectua aterizarea la viteze diferite dacă altitudinea aerodromului de aterizare este diferită.

Astfel, la o aterizare pe un aerodrom situat în zona muntoasă, aterizarea se va efectua și contactul cu solul se va lua la o viteză mai mare, știind că densitatea aerului scade cu creșterea înălțimii.

Efectul vitezei de apropiere

Astfel cum am prezentat, orice pilot caută ca la contactul cu solul viteza de zbor să fie cât mai mică, respectiv să se apropie de viteza limită precizată în manualul de exploatare în zbor. Dar, în realitate, viteza de zbor este influențată de greutate, vânt și utilizarea sau nu a flapsului, etc, astfel că și viteza de contact cu solul va fi diferită de viteza limită precizată în manual. În asemenea situații, pilotul trebuie să cunoască faptul că, la un vânt de față și o atmosferă cu

densitatea aerului mai mica (aterizare efecuta la inaltime sau pe timp calduros) si viteza de contact cu solul va fi mai mare.

Consecinta unei luari a contactului cu solul la viteze mai mari este si lungirea spatiului de rulaj dupa aterizare, astfel ca pilotul trebuie sa cunoasca aceste elemente pentru a evita depasirea pistei de zbor in rulaj dupa aterizare.

Efectul pantei la aterizare

Din figurile urmatoare se poate concluziona faptul ca in functie de marimea pantei de aterizare sunt influentate si perfoemantele aeronavei in aceasta etapa a zborului, astfel, tractiunea necesara se micsoreaza pe masura ce panta se mareste, ajungand la un moment dat ca zborul sa se efectueze in regim constant, moment in care componenta rezistentei la inaintare devine egala cu componenta greutatii in lunecarea pe panta de zbor. Este situatia zborului cu planorul.

Daca se continua accentuarea pantei de zbor, se va ajunge in situatia in care zborul se desfasoara cu o continua crestere a vizezei, respectiv, von fi in situatia unui zbor accelerat.

Daca pentru zborul planorului nu sunt probleme in aceasta situatie, pilotul avand la dispozitie franele aerodinamice, care au rolul de a mari componenta rezistentei la inaintare, pilotul avionului este in situatia in care poate reduce eventual partial aceasta accelerare prin scoaterea trenului, dupa care, pentru a evita depasirea vitezei maxim admise (VNE), trebuie sa micsoreze panta de zbor.



Fig 2.14.

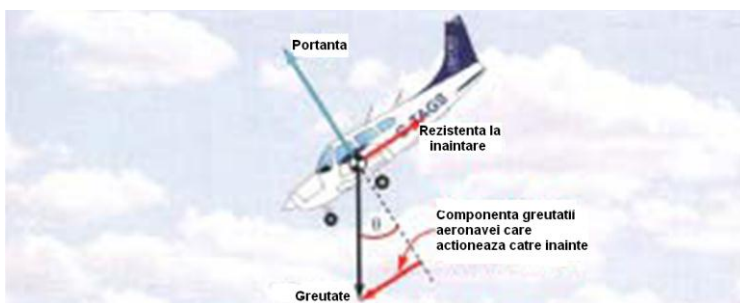


Fig 2.15.

Cresterea pantei de zbor este necesara in faza de aterizare, pentru a se evita depasirea aerodromului.

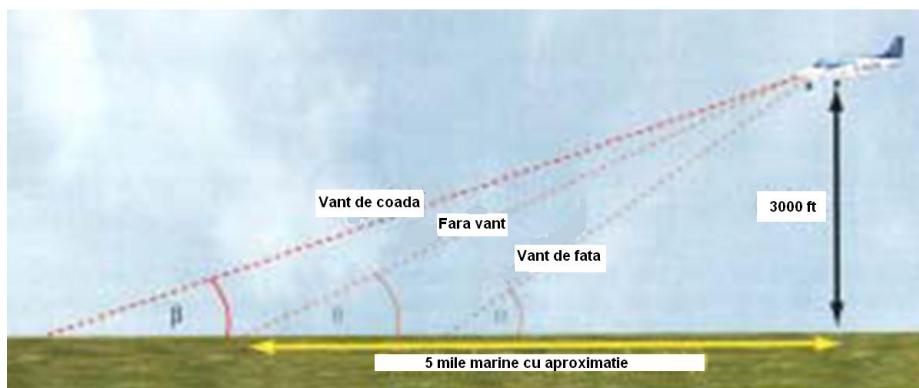


Fig 2.16.

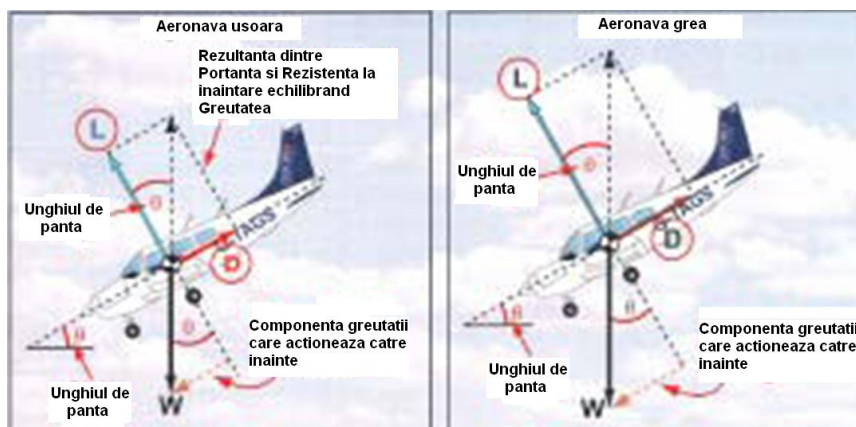


Fig 2.17.

2.2.2 Utilizarea flapsurilor

Flapsul este definit ca fiind dispozitivul de hipersustentatie cu ajutorul caruia se modifica curbura aripii sau se maresc suprafata acesteia cu scopul de a se mari coeficientii aerodinamici de portanta, in special la decolare si aterizare.

Utilizarea flapsurilor la zborul cu avionul

La aterizare, datorita bracarilor flapsurilor, se creeaza momente de picaj, care cauta sa micsoreze unghiul de incidenta si care se anuleaza din ampenajul orizontal.

Prin utilizarea flapsurilor se realizeaza o scadere a finetei aerodinamice la zborul fara tractiune, constituind o metoda de inrautatare a parametrilor de zbor la aterizare. Datorita reducerii finetei aerodinamice cu flapsul bracat se impune ca scoaterea flapsului sa se efectueze in pozitia din care in situatia unei cedari a

motorului sa se poata ateriza pe aerodrom, cu trecerea in siguranta peste obstacole existente in zona de efectuare a pantei de aterizare.

De asemenea, la decolare, in situatia unei pene de motor se recomanda sa nu se utilizeze flapsul (sa fie pe pozitia „0”) in vederea asigurarii unei finete maxime necesare aterizarii pe terenul ales.

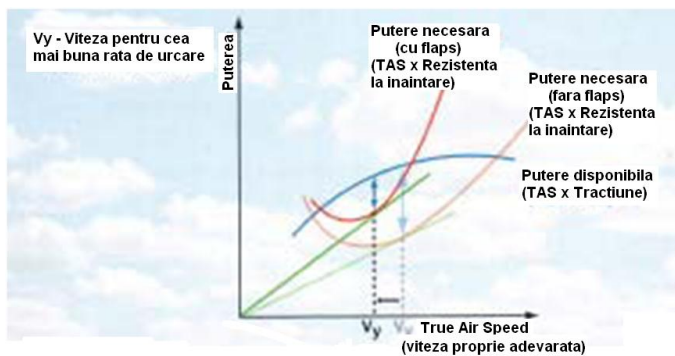


Fig 2.18.

Avand in vedere ca utilizarea flapsului produce o modificare a unghiului de incidenta, pentru a se evita atingerea unghiului critic sau pentru a se evita o „infundare” a avionului prin scaderea de portanta, se recomanda ca acesta sa fie manevrat cu atentie prin efectuarea unei comenzi line si continue.

Daca manevra se executa corect, traiectoria avionului se va modifica ca in figura urmatoare.

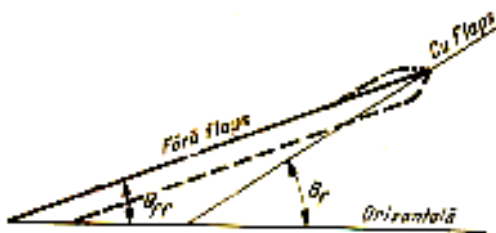


Fig 2.19.

Ca efect al utilizarii flapsului se va modifica si distanta parcursa in zbor pentru aterizare cu trecerea peste un obstacol.



Fig 2.20.

Din figura se observa faptul ca aterizarea fara utilizarea flapsului necesita un spatiu mare, care se micsoreaza pe masura ce flapsul este uzilizat in procedura de aterizare.

De asemenea, utilizarea flapsului are influenta si asupra spatiului parcurs dupa luarea contactului cu solul, in sensul ca acest spatiu se micsoreaza, avand in vedere faptul ca viteza minima de zbor in aceasta situatie este mai mica decat la zborul fara flaps.

Utilizarea flapsurilor la zborul cu planorul

Flapsurile fac parte din categoria dispozitivelor de hipersustentatie care se utilizeaza in planorism in special la decolare si aterizare, dar si pentru exploatarea curentilor termici situatie in care se cauta ca viteza de zbor a planorului sa fie mai mica. In felul acesta urcarea in curentul ascendent realizandu-se in zona in care valorile acestuia sunt maxime.

Pentru a putea mari coeficientul C_{zmax} , este necesar sa se evite pe cit posibil scurgerea turbionara pe extradossul aripii si sa se faca eventual alte modificari geometrice pe profil, care sa aduca dupa sine marirea coeficientului de portanta maxim.

Desi au o utilizare larga la avioane pentru ameliorarea caracteristicilor de decolare si in special de aterizare, voletul de curbura (care la planoare are mai ales rolul de a ameliora caracteristicile in spirelare) s-a introdus relativ greu in constructia planoarelor. Utilizate mai intai la cateva prototipuri, s-a vazut ca ele (pe langa dezavantajele de cost si greutate) prezinta avantaje in exploatarea planoarelor, in special in mana unui pilot de performanta cu experienta.

Marea majoritate a dispozitivelor mecanice pentru marirea coeficientului C_{zmax} la planoare se rezuma la diferite tipuri de voleti.

In figura urmatoare este reprezentat spectrul aerodinamic in cazul voletului de intrados bracad.



Fig 2.21. Spectrul aerodinamic in cazul voletului bracad

In acest caz intre volet si aripa se formeaza o zona de depresiune care aspira vartejurile de pe extradossul aripii, marind viteza pe extradoss si micsorand presiunea.

Influenta voletilor de curbura asupra coeficientilor aerodinamici se poate urmari foarte bine pe polara aripii, la diferite bracaje. Dupa cum se poate constata, cele mai bune rezultate se obtin cu voletul Fowler, care este o aripioara auxiliara prinsa la bordul de fuga pe intrados. Caracteristic pentru acest volet este deplasarea spre inapoi, insotita de o coborare si bracare. Aceasta

modificare a profilului determina cresterea portantei maxime C_{zmax} , in functie de unghiul de bracaj. Totodata se poate constata, dupa curba $e=f(\beta)$ trasata.

Puternica variatie a centrului de presiune, care la acest sistem de volet se deplaseaza foarte mult spre spate (se poate ajunge la peste 50% din coarda).

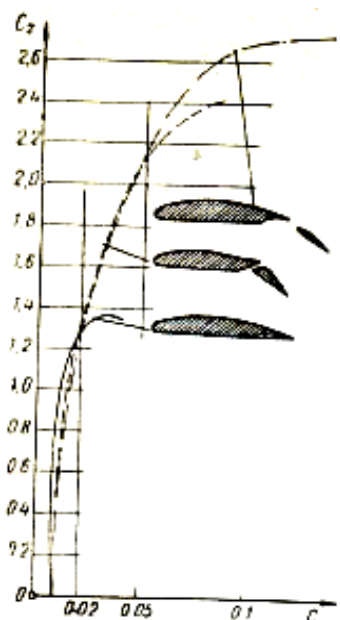


Fig 2.22. Modificarea polarei aripii sub influenta voletilor de curbura

Daca prin utilizarea voletilor la aripile de avion se urmareste obtinerea unei portante maxime la aterizare, in ce priveste utilizarea voletilor la aripile de planor in afara scopului de obtinere a unei portante maxime la aterizare, cel mai important scop al voletilor este obtinerea unui raport C_z^2/C_x^2 , pentru imbunatatirea calitatilor in spirala.

2.2.3 Efectul suprafetei solului, orografiei si al pantei de coborare

Efectul solului asupra zborului planorului

Interferenta este actiunea reciproca a elementelor planorului. La calcularea rezistentei totale a planorului se tine seama de aceasta rezistenta suplimentara prin adaugarea la rezistenta totala a unui procent de 10-20%. In general, acest procent suplimentar depinde de masura in care elementele planorului se influenteaza reciproc. Uneori coeficientul rezultat al ambelor componente este mai mare, alteori mai mic.

Efectul de sol este de asemenea o interferenta. La trecerea planorului la o mica inaltime deasupra solului (in perioada de "filare" la aterizare, la evolutia acrobatica de "trecere la rasul solului" etc.), caracterul scurgerii intre intradosul aripii si sol primeste un aspect special, diferit de scurgerea normala.

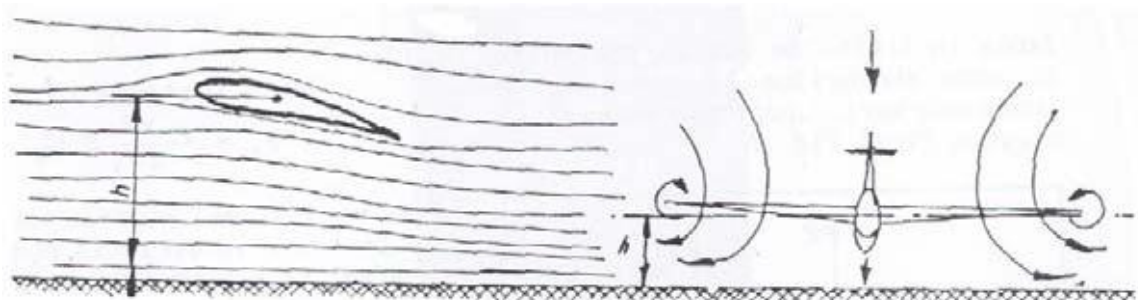


Fig 2.23. Efectul de sol

Se cunoaste ca in spatele aripii curentul de aer este deflectat in jos. Cand planorul zboara departe de sol, deflexiunea curentului de aer se poate face fara nici o piedica.

In imediata apropiere a solului fileurile de aer sunt aproximativ orizontale, iar curentul nu are posibilitatea de deflexiune (de coborare), ca atunci cand planorul zboara mai sus.

Daca deflexiunea curentului va fi mai mica, evident ca si rezistenta indusa F_{xi} si unghiul indus vor fi mai mici. In Fig 2.25 este reprezentata variatia raportului rezistentei induse la sol si rezistentei induse la inaltime, in functie de raportul: inaltimea planorului fata de sol si anvergura planorului (deci la cate anverguri inaltime se gaseste planorul fata de sol).

Se poate constata ca, daca planorul zboara la o inaltime mai mare de aproximativ 0,5 din anvergura (deci practic aproximativ 5-8 metri), efectul de sol este neglijabil.

In conformitate cu curba trasata in Fig 2.24., efectul de sol se va simti cu atat mai mult cu cat anvergura planorului va fi mai mare; De asemenea, acest efect se va manifesta mai intens la planoarele cu aripi mediane, decat la planoarele cu aripa sus, deoarece cota h se refera la inaltimea aripii fata de sol, iar aceasta - in timpul aterizarii sau filarii - este cu atat mai mica, cu cat aripa planorului este plasata mai jos fata de fuselaj. Rezultatul micșorării rezistentei induse este, imbunatatirea finetii planorului. De asemenea, efectul de diuza intre sol si aripa produce marirea portantei. Cele aratate mai sus fac ca, in apropierea solului, aripa planorului sa se comporte ca o aripa cu alungire marita, avand polara deplasata spre stanga fata de polara corespunzatoare zborului normal.

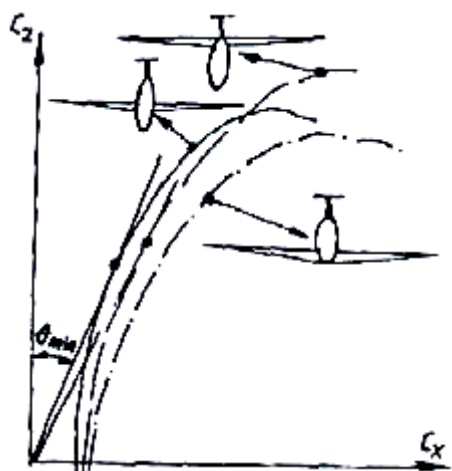


Fig 2.24. Variatia polarei in functie de montarea aripii

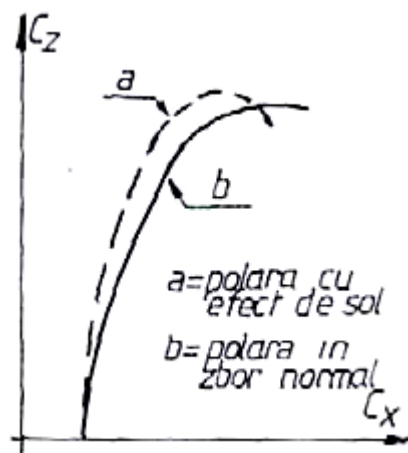


Fig 2.25. Modificarea polarei la aparitia efectului de sol

Efectul de sol se simte mai pronuntat pe timp linistit decat atunci cand se aterizeaza cu vant de fata puternic. In apropierea solului viteza vantului scade de obicei destul de brusc (strat limita). Din aceasta cauza planorul trebuie accelerat fata de aer, respectiv la redresare viteza trebuie mai putin redusa. Aceasta marire de viteza inseamna si marire de rezistenta, deci scaderea finetii.

In cazul utilizarii la aterizare a voletilor de curbura sau a franelor aerodinamice, rezistenta mare suplimentara creata inrautatesta intr-atat cifra de finete a planorului, incat efectul de sol se face foarte putin simtit.

Efectul solului asupra zborului avionului

Pentru avioane, efectul de sol se face foarte putin simtit, avand in vedere anvergura redusa a acestora, si in special la avioanele cu aripa sus. Precizam ca, la avioanele cu aripa jos, (spre exemplu avionul Zlin 726) efectul de sol se simte destul de bine, ceea ce determina ca aterizarea cu acest tip de avion sa fie asemanatoare cu aterizarea unui planor, respectiv aterizarea se caracterizeaza prin faptul ca acest tip de avion fileaza foarte mult, ceea ce determina ca la aterizare, ori terenul este degajat, ori este destul de lung pentru a ateriza.

Efectul orografiei

Orografia este ramura geografiei fizice, care se ocupa cu studiul formelor de relief (dupa altitudine).

In activitatea de zbor, la aterizare, forma reliefului intereseaza pentru a se evita in procedura de zbor pe panta de aterizare, eventualele coliziuni cu obstacolele de pe sol. Aceste obstacole au o importanta esentiala in special la avioanele caracterizate cu o finete buna, situatie in care panta de aterizare este lunga, iar panta de aterizare incepe de la o distanta mai mare de aerodrom, ceea ce determina o eventuala coliziune cu obstacolele de pe sol.

Efectul pantei de coborare

Dacă pentru activitatea de zbor cu planorul panta de coborare are o influență foarte mică asupra caracteristicilor aterizării, pilotul planorist având posibilitatea de a strica caracteristicile planorului prin utilizarea franelor aerodinamice, în cazul zborului cu avionul, panta de aterizare constituie un element determinant în vederea aterizării pe aerodrom.

2.3 Zborul

Zborul orizontal

Condițiile zborului orizontal:

- Înălțimea constantă ($H = \text{ct.}$), deci densitatea aerului $= \text{ct.}$ ($\rho = \text{ct.}$);
- Viteza constantă ($V = \text{ct.}$).

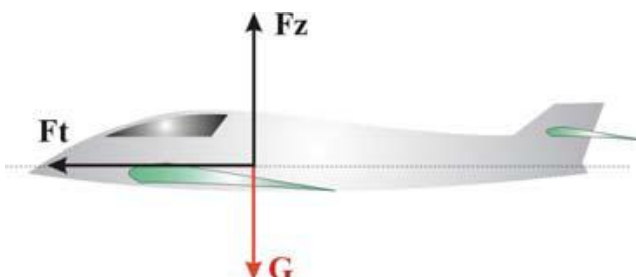


Fig 2.26. Echilibrul forțelor la zborul orizontal

Pentru $H = \text{ct.}$: portanța (F_z) trebuie să fie egală cu greutatea (G).

$$F_z = G = \frac{\rho}{2} V_0^2 \cdot A \cdot C_z$$

Pentru $V = \text{ct.}$: forța de tracțiune (F_t) trebuie să fie egală cu rezistența la înaintare (F_x).

$$F_t = F_x = \frac{\rho}{2} V_0^2 \cdot A \cdot C_x$$

În aceste relații, greutatea (G) este cunoscută iar densitatea (ρ) depinde de presiunea atmosferică (p_a în mmHg) și temperatura absolută ($T^\circ\text{K} = t^\circ\text{C} + 273^\circ$).

Dependența caracteristicilor de zbor în funcție de unghiul de incidență.

Caracteristicile de zbor ale unei aeronave sunt determinate de valorile unghiului de incidență (α) la care se execută zborul respectiv.

El definește valorile coeficienților C_z și C_x pentru un anumit profil aerodinamic.

Caracteristicile de zbor ale unui anumite aeronave depind și de raportul dintre C_z și C_x , numita și finete aerodinamică (K).

$$K = C_z / C_x.$$

Aceasta variază după o curbă, în funcție de unghiul de incidență.

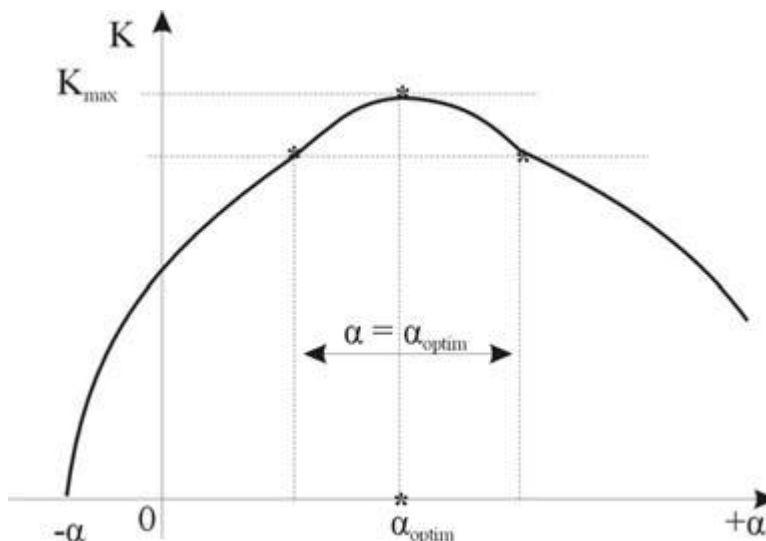


Fig 2.27.

Unghiul pentru care finetea este maximă, se numește „unghi de incidență optim” (α_{optim}). Coeficienții aerodinamici C_z și C_x se pot reprezenta, înglobați în diagrama polară a avionului, formată de fapt din valorile comune fiecărui unghi de incidență scoase din curbele polare.

Zburând cu anumite unghiuri de incidență pe o traiectorie dată, aeronava realizează performanțe proprii posibile – performanțe care nu se pot repeta la alte unghiuri de incidență.

Din context se poate numi ca viteza de zbor ($V_{zb.}$) este un „traductor” al unghiului de incidență a zborului orizontal.

Unghiul de incidență prestabilit pentru un zbor orizontal, se realizează zburând cu viteza necesară (V_n) realizării unghiului respectiv (α_{optim}).

Unghiul de calaj al aripii pe fuselaj

Necesitatea reducerii la maxim a rezistenței la înaintare (F_x) parazitare a fuselajului, impune ca la regimul de zbor cel mai utilizat (în funcție de destinația aeronavei) axul aerodinamic al fuselajului să rămână paralel cu traiectoria de zbor.

Pentru îndeplinirea acestui lucru se „calează” aripa pe fuselaj, la un unghi corespunzător unghiului de incidență, pentru asigurarea zborului orizontal, în funcție de destinația aleasă.

Este evident ca dupa fixare, utilizarea aeronavei pentru alte configuratii de zbor se impune a fi facuta cu inrautatirea substantiala a caracteristicilor de zbor – un nou regim de zbor va deveni „permanent”! – uneori pentru ameliorarea acestor situatii se poate utiliza bracara flapsurilor, pentru a reduce unghiul de incidenta pe traiectorie.

2.3.1 Relatia dintre puterea necesara si puterea disponibila

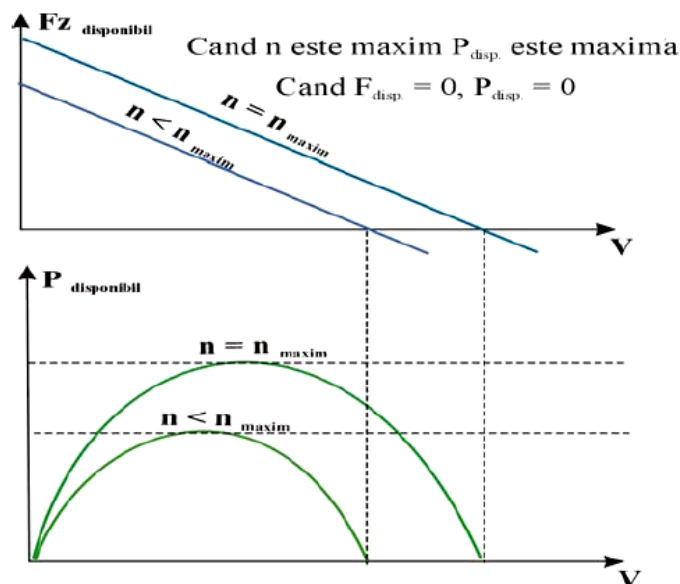


Fig 2.28. Graficul de variatie a puterii motorului cu inaltimea.

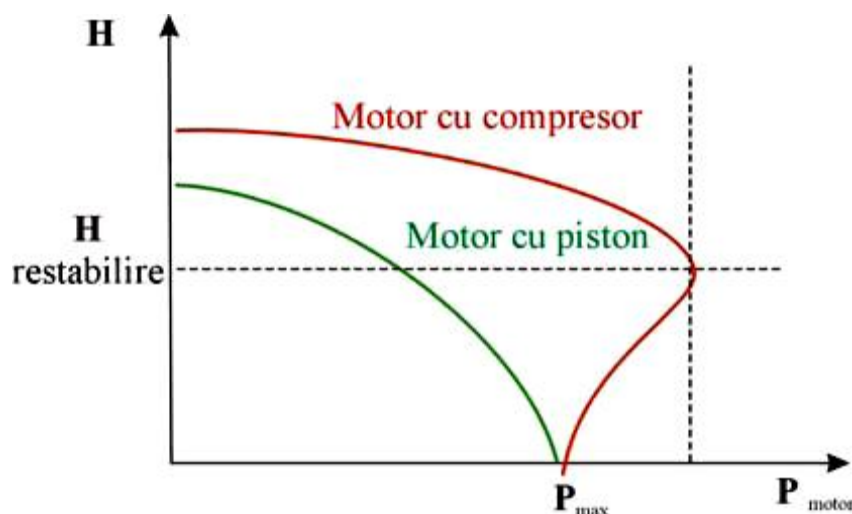


Fig 2.29.

Pentru motorul cu piston, fara compresor, puterea motorului este maxima la sol. Pe masura ce inaltimea (H) creste puterea motorului scade. La o anumita inaltime de zbor puterea motorului va fi 0.

Pentru motorul cu piston cu compresor, puterea motorului creste pana la o anumita inaltime (inaltimea de restabilire – $H_{restabilire}$ –), dupa care puterea motorului scade cu cresterea inaltimii.

Motorul cu piston cu compresor zboara la o inaltime (H) mai mare decat motoarele fara compresor.

$H_{restabilire}$ este avantajoasa pentru zbor, deoarece aici puterea motorului este maxima.

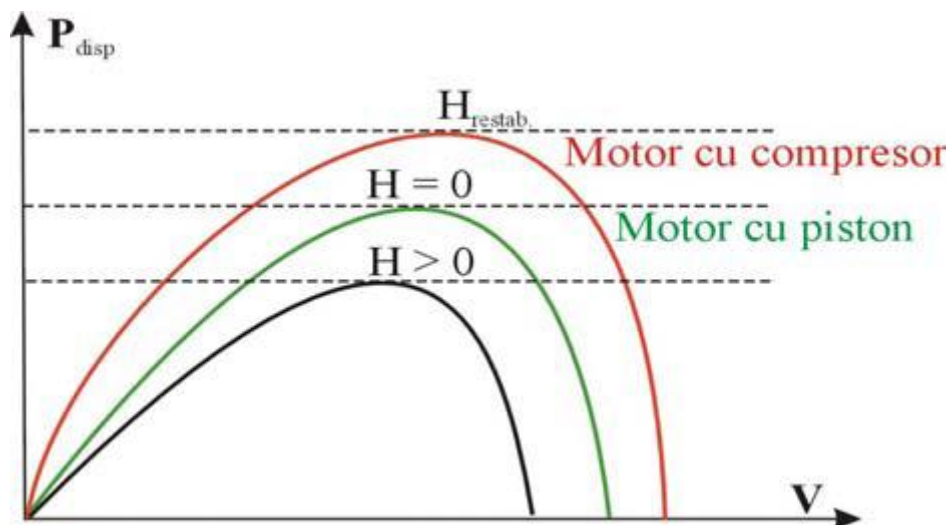


Fig 2.30. Graficul de variatie al puterii disponibile cu viteza.

2.3.2 Diagrama de performante a aeronavei

Caracteristicile de zbor ale unui avion sunt in esenta determinate de valorile unghiului de incidenta la care se executa zborul respectiv. Unghiul de incidenta determina valorile coeficientilor C_x si C_z pentru un anumit avion.

$$C_x = f_1(\alpha); \quad C_z = f_2(\alpha) \\ K = \frac{C_z}{C_x} = f_3(\alpha).$$

Coeficientii aerodinamici C_z si C_x se pot reprezenta intr-o diagrama polara formata de fapt din valorile comune fiecarui unghi de incidenta scoase din curbele C_z functie de unghiul de incidenta si C_x functie de unghiul de incidenta. Aceasta diagrama permite citirea valorilor C_z in functie de (C_x) si apoi a valorilor K din curba $K = f_3(C_x)$ trasata pe aceeaasi diagrama polara.

Zburand cu anumite unghiuri de incidență pe o traiectorie orizontală (altitudine constantă), avionul realizează anumite performanțe proprii posibile și care nu se mai pot repeta și la alte unghiuri.

Dificultatea realizării zborului la anumite caracteristici de care este capabil un avion oarecare constă chiar în instalarea unghiului de incidență cunoscut, din cauza lipsei unui aparat de bord destinat acestui scop.

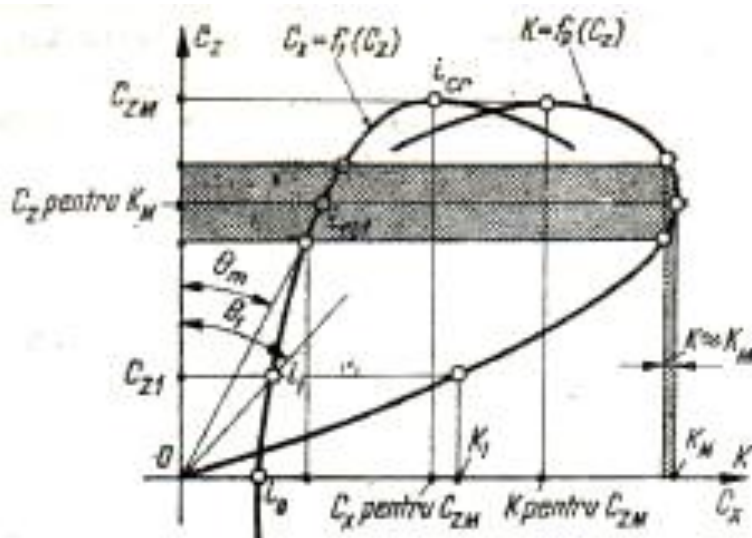


Fig 2.31. Curba polara a avionului

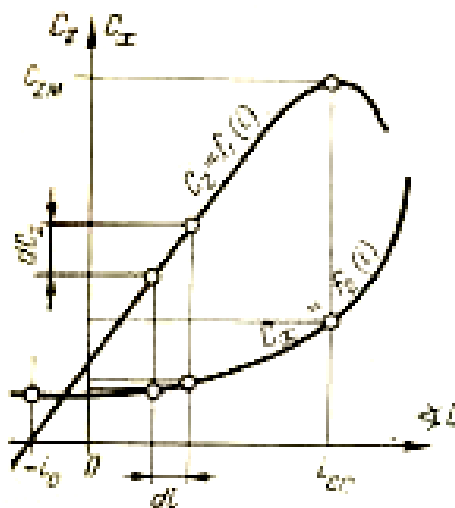


Fig 2.32. Curbele C_z și C_x în funcție de i

2.3.3 Panta maxima si incidenta maxima

Urcarea este miscarea uniforma si rectilinie ce o executa o aeronava pe o traectorie ascendenta.

Conditii:

- $G_1 = G \cos \theta_u$;
- $G_2 = G \sin \theta_u$.

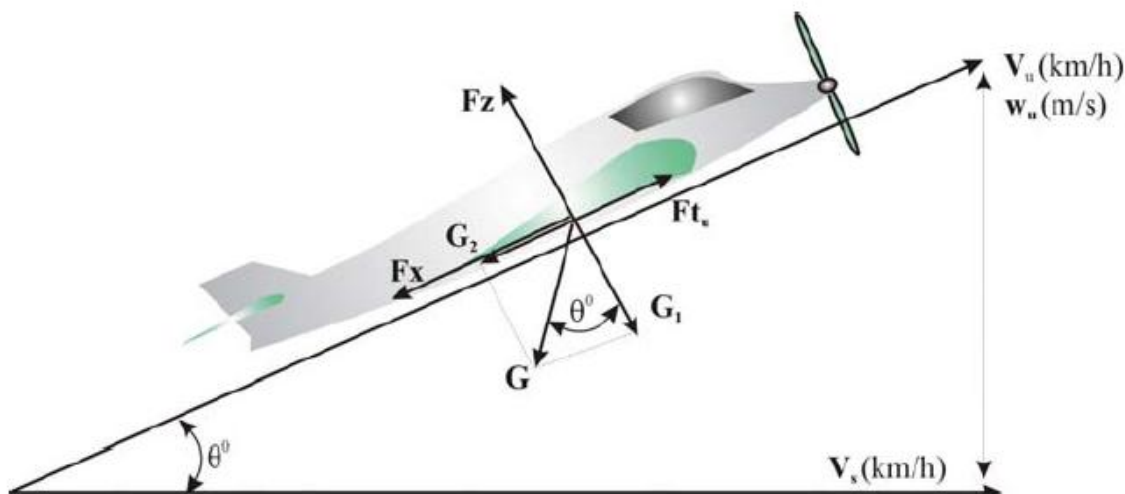


Fig 2.32. Zborul in urcare

unde:

G = greutatea aeronavei;

F_z = forta portanta;

F_x = forta de rezistenta la inaintare;

F_{tu} = forta de tractiune (urcare);

θ = unghiul de urcare; - unghiul format de directia avionului cu directia vitezei pe traectorie.

$$F_{tu} = F_z + G_2 = F_z + G \sin \theta = (\rho V^2 / 2) SC_x + G \sin \theta;$$

$$F_z = G \cos \theta = (\rho V^2 / 2) SC_z;$$

S = suprafata aripilor;

ρ = densitatea aerului;

C_z = coeficientul de rezistenta la inaintare;

C_x = coeficientul de portanta.

Pentru mentinerea vitezei de urcare constanta este necesar sa se realizeze $F_{tu} = F_z + G_2$;

unde G_2 este completat de suplimentul de tractiune ΔF_t , necesar pentru a mentine aeronava pe panta.

Avem trei viteze pe panta de urcare:

V_u = viteza indicata de aparat pe traiectoria de urcare (vitezometru – km/h);

V = componenta orizontala a lui V_u (viteza fata de sol – km/h);

W_u = viteza ascensionala, citita la variometru (m/s).

Factori de influenta:

- Greutatea; daca greutatea creste, rezulta ca si viteza de urcare (V_u) va creste.
- Inaltimea; daca inaltimea (H) creste, ρ va scade de unde rezulta ca viteza de urcare (V_u) va creste.
- Incidenta; daca unghiul de incidenta (α) creste, C_z va creste, de unde rezulta ca viteza de urcare (V_u) va scade.
- Unghiul de panta (θ); daca unghiul de panta creste va rezulta o scadere a vitezei de urcare (V_u).

Unghiul de panta depinde numai de valoarea excedentului de tractiune (ΔF_t), la o anumita greutate (G) de zbor. Valoarea acestuia la diferite viteze de zbor se pune in evidenta prin suprapunerea curbelor de variatie a tractiunii necesare pentru o greutate (G) si o inaltime (H) constante si a tractiunii disponibile pentru toata gama unghiurilor de incidenta (α).

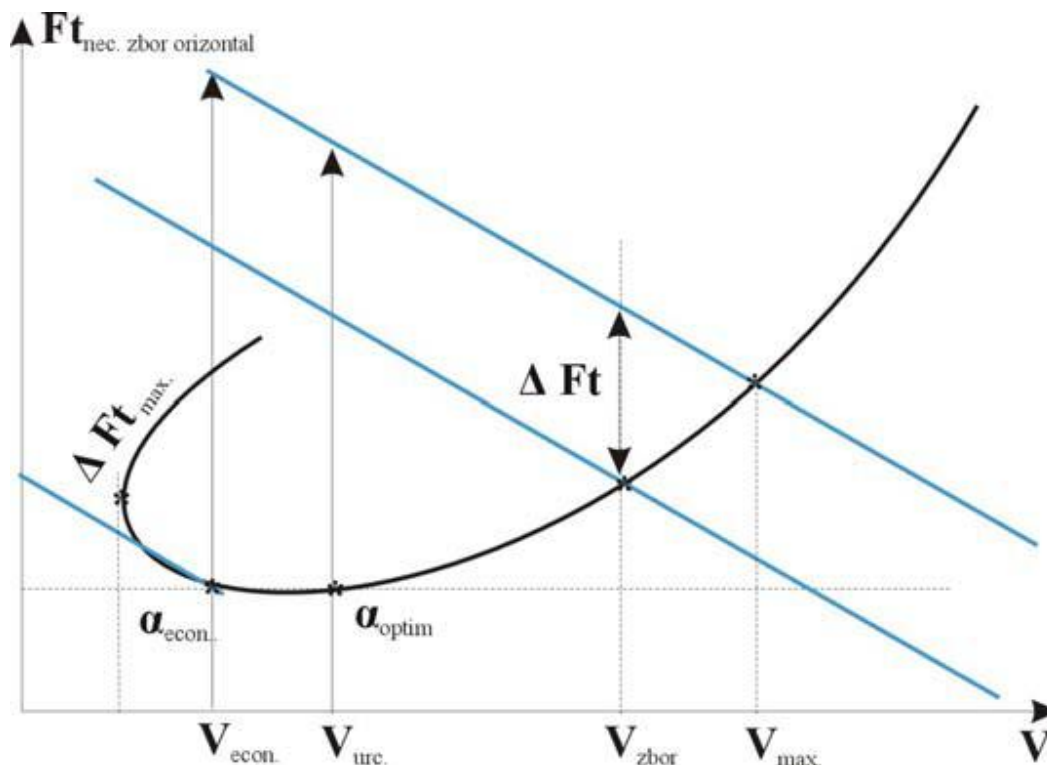


Fig 2.33.

Din acest grafic se observa ca excedentul maxim de tractiune ($\Delta F_{tmax.}$), se obtine la zborul cu incidenta economica, daca se executa urcarea cu motorul la regim maximal, tinand din mansa viteza de urcare dupa vitezometru, se va realiza unghiul de panta maxim.

Daca greutatea creste va creste ($G \uparrow$), va creste si forta de tractiune de urcare ($F_{tu. \uparrow}$) si excedentul de putere.

2.3.4 Distanța și durata maximă de zbor

Distanța și durata de zbor pentru o aeronava depinde în totalitate de cantitatea de carburant ce o poate lua la bord la decolare, precum și de consumul orar / km parcurs de carburant.

Alegerea regimului optim al autonomiei de zbor (viteza și înălțimea de zbor), sau determinarea condițiilor optime de funcționare a grupului motopropulsor la un regim dat, este o problema de care depinde distanța și durata de zbor.

Pentru calculul carburantului necesar pe un traseu ales se va ține cont de capacitatea rezervorului / rezervoarelor de carburant, de consumul specific pentru decolare și aterizare, de consumul de carburant necesar pentru urcarea la altitudinea / înălțimea prescrisă / autorizată pentru zbor precum și de consumul de carburant necesar zborului de așteptare și tur de pista la aterizare.

Zburând cu diferite viteze se influențează în mod substanțial autonomia de zbor deoarece viteza optimă este influențată de unghiul de atac.

2.3.5 Efectul configurației, masei, temperaturii și altitudinii

Efectul masei

Examinând influența greutății asupra consumului de carburant, ne vom convinge că aceasta diferă în funcție de regimul de zbor

Pentru aceasta arătăm faptul că, zburând la un regim maxim al motorului/vitezei de zbor, greutatea avionului nu va influența viteza/consumul de carburant, având în vedere că motorul este la regim maxim.

Deci consumul de carburant pe unitatea de timp / spațiu rămâne aceeași indiferent de greutate.

Dacă însă zburăm la un regim apropiat de finetea maximă, variația greutății se manifestă în sensul că pe măsura ce crește greutatea va crește și consumul de carburant.

Efectul altitudinii

Variația înălțimii de zbor influențează în primul rând asupra consumului de carburant în timpul urcării. Dar în cazul zborului la viteza optimă (a carei valoare la vitezometru nu se modifică), autonomia de zbor se va reduce puțin.

Zborul la regimul optim aduce odata cu marirea înaltimei și o creștere corespunzătoare a vitezei efective, astfel ca la aceeași viteză indicată la vitezometru, zborul la înălțime mai mare va fi, de regula, mai economic.

Efectul temperaturii

Temperatura are influența asupra zborului. Astfel, pentru asigurarea parametrilor motorului, pe timp calduros trebuie să se zboare cu voletii radiatoarelor de răcire a motorului și a uleiului deschise, ceea ce determină o creștere a consumului de carburant, respectiv o reducere a autonomiei de zbor.

De asemenea, pe timp calduros se modifică densitatea aerului ceea ce va determina o influență importantă în ce privește obținerea vitezei de decolare, a vitezei de zbor, precum și a vitezei de aterizare, astfel ca și consumul de carburant se mărește, ceea ce determină o micșorare a autonomiei de zbor.

Efectul configurației avionului

Configurația avionului are o importanță esențială în ce privește cantitatea de carburant consumată pentru deplasarea avionului la o anumită viteză de zbor.

Astfel prin scoaterea trenului și bracărea voletilor, la aterizare, se mărește coeficientul C_x , ceea ce determină o creștere a rezistenței la înaintare, cu consecința creșterii de carburant.

În ce privește zborul planorului, prin modificarea configurației de zbor se va modifica finetea acestuia, astfel, la scoaterea trenului de aterizare se va mari rezistența la înaintare (coeficientul C_x , cu consecința micșorării finetei planorului).

Același fenomen se va produce și în momentul în care se brachează flapsul, sau se scoate frâna aerodinamică.

2.3.6 Scaderea performanțelor pe timpul virajului în urcare

Virajul este un caz concret de marire comandată a unghiului de incidență, pornind de la cel necesar la zborul orizontal inițial, combinat cu schimbarea necomandată a unghiului de incidență (în timpul înscrierii și scoaterii din viraj).

Fortele în viraj:

Într-un viraj oarecare apare forța centrifugă (ca răspuns la o forță centripetă „de comandă”), orientată pe direcție și în sensul prelungirii razei virajului, a cărei valoare rezultă din relația:

$$F_c = \frac{G}{g} \cdot \frac{V_v^2}{R_v} \quad (\text{kgf}) \quad (\text{forța de inerție})$$

Unde,

G = greutatea avionului (kgf);

R_v = raza virajului (m);

V_v = viteză de viraj (m/s);

g = accelerația gravitațională ($9,81 \text{ m/s}^2$)

F_c = forța centripetă „de comanda”; aceasta forță se compune geometric cu greutatea avionului (G) și da o forță rezultantă F_R care este în orice caz mai mare decât greutatea (G) și care este înclinată cu un unghi (β) față de direcția forței G .

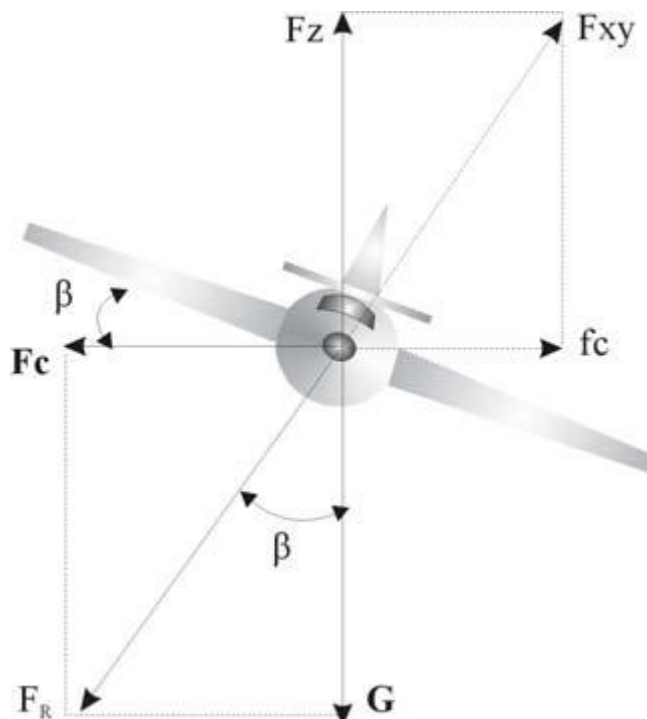


Fig 2.34. Forțele în viraj

Factori de influență:

- greutatea;
- forța centripetă;
- forța portantă;
- forța de tracțiune.

Parametrii virajului:

- viteza de viraj;
- unghiul de înclinare (β);
- raza de viraj;
- tracțiunea necesară virajului (F_t viraj);
- puterea necesară virajului (P viraj);
- timpu de viraj.

Virajul corect este virajul la care viteza aeronavei pe traiectorie este constantă în modul, înălțimea (H) și unghiul de înclinare. Traectoria unui astfel de zbor va fi o circumferință.

Condițiile virajului corect (uniform): practic înscrierea într-un viraj corect se face într-un plan orizontal ($w = 0$), cu viteza anterioară virajului și care tot timpul virajelor uzuale rămâne constantă ($V_v = \text{ct.}$), datorită inerției și finetei aerodinamice a aeronavei (corect se va mari și tracțiunea); de asemenea raza virajului este constantă ($R_v = \text{ct.}$).

Ecuatiile de echilibru sunt:

$$F_c = G;$$

$$F_{xy} = F_c;$$

$$F_t = F_x.$$

Performanțele în timpul virajului în urcare se modifică în sensul scăderii acestora datorită faptului că la zborul în viraj forța aerodinamică necesară este mai mare față de forța aerodinamică la zborul orizontal, aceasta fiind direct proporțională cu unghiul de înclinare a avionului în viraj.

2.3.7 Planarea

Caracteristicile zborului planat la zborul cu avionul

Zborul planat cu avionul se efectuează în general pentru a se pierde înălțime în anumite situații de zbor și totdeauna pentru a se realiza aterizarea după efectuarea misiunii de zbor.

Dacă la o pierdere intenționată de înălțime în timpul zborului în zonă sau pe traseu, caracteristica zborului planat nu are o importanță esențială pentru a fi studiată, la zborul în vederea aterizării are o importanță esențială având în vedere că în funcție de caracteristica acesteia vom efectua o aterizare corectă sau vom fi nevoiți să efectuăm o ratare.

Panta pe durata aterizării este condiționată de utilizarea tracțiunii în mod optim, pentru ca traiectoria față de pista de aterizare să fie cea corectă.

Condițiile zborului planat sunt:

- a) panta de planare să fie constantă (unghiul de planare θ să fie constant);
- b) viteza pe traiectoria de planare să fie constantă ($V_p = \text{constant}$).

Pentru ca panta θ să fie constantă este necesar ca forțele să fie în echilibru, respectiv:

$$F_z = G \cos \theta_p = \frac{\rho v_p^2}{2} S C \quad (\text{Kgf})$$

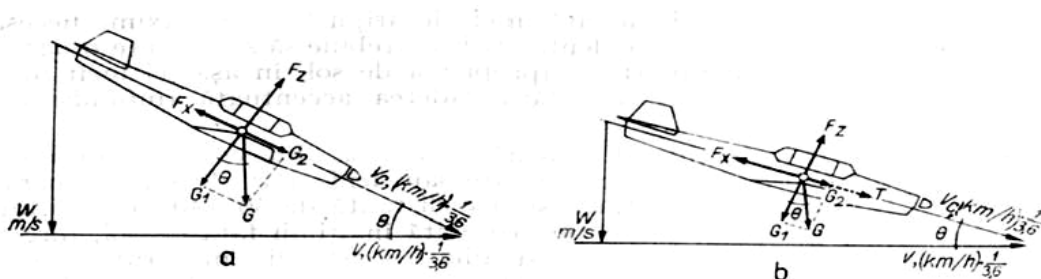


Fig. 7.16. Forțele principale care acționează asupra avionului pe panta de coborire:
a – coborîrea cu $T = 0$; $F_x = G_x$; $F_z = G_z$; $\tan \theta = F_z/F_x = C_z/C_x = 1/(C_x/C_z) = 1/K$; $\tan \theta_m = 1/K_M$, rezultînd $D_M = HK_M$, K_M fiind finețea aerodinamică maximă, D_M – distanța maximă de planare, H – înălțimea de planare; zburînd cu V_{op} se obține θ_m , deci D_M ; b – coborîrea cu $T > 0$ (motor redus); $F_x = T + G_x$; $F_z = G_z$; $\tan \theta = (1/K) - (T/G)$, cu cît tracțiunea T este mai mare, cu atît $\tan \theta$ este mai mică, deci θ mai mic.

Fig 2.35. Fortele care actioneaza asupra avionului in zborul planat

Caracteristicile zborului planat la zborul cu planorul

Considerand un planor in zbor planat uniform, astfel cum este prezentat in figura urmatoare, vom constata ca fortele care actioneaza asupra planorului sunt:

F_z (kgf) – forta portanta;

F_x (kgf) – forta de rezistenta la inaintare;

G (kgf) – greutatea planorului

De asemenea, vitezele care se analizeaza in determinarea performantelor planorului sunt:

V (m/sec.) – Viteza de zbor – de drum – de inaintare;

W (m/sec.) – viteza de infundare – de cadere.

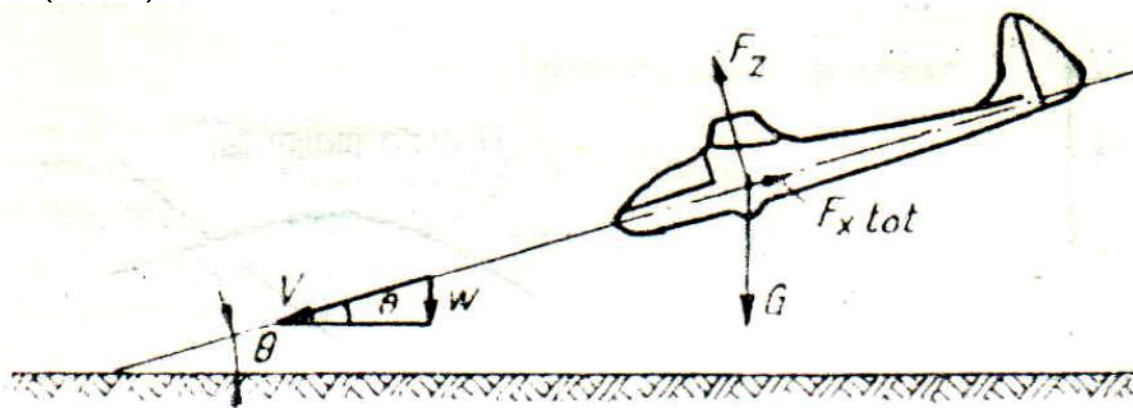


Fig 2.36. Unghiul de planare

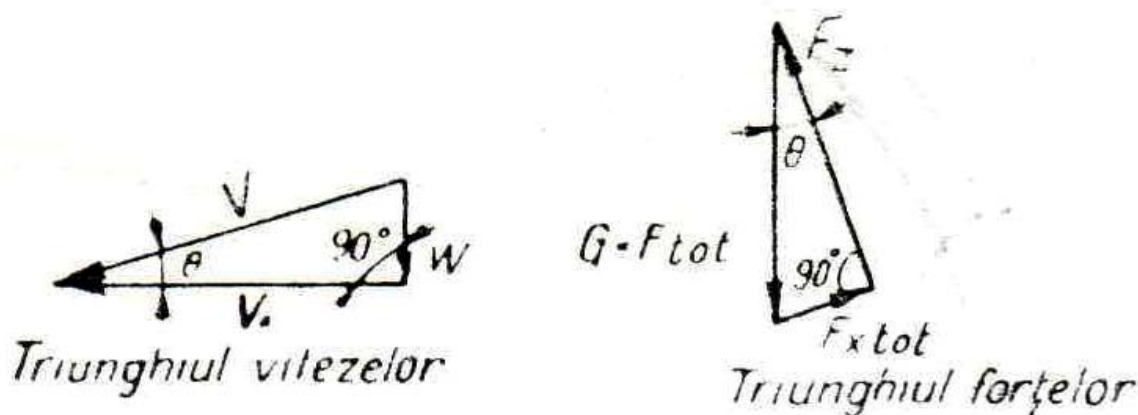


Fig 2.37. Triunghiul vitezelor si al forțelor

Zborul planat al planorului este un zbor cu o pierdere permanenta de inaltime. Din acest motiv, zborul planorului poate fi considerat asemanator cu alunecarea unui corp mobil pe un plan inclinat. Acest lucru se datoreaza faptului ca pentru a asigura viteza necesara zborului, planorul se pune pe o panta de coborare, astfel incat o componenta a greutatii G_2 sa constituie forta de tractiune necesara, anuland rezistenta la inaintare.

Pentru ca zborul sa se execute uniform (viteza sa fie constanta, trebuie ca unghiul de panta sau unghiul de planare q , sa fie constant fapt care duce la urmatorul echilibru de forte.

Pe de alta parte, unghiul $j = q$ ca unghiuri cu laturile perpendiculare, dar in triunghiul ABC:

$$G_1 = F_z \quad F_z = \frac{\rho}{2} v^2 S C_z \quad G_1 = \cos \varphi \frac{\rho}{2} v^2 S C_z = G \cos \varphi$$

$$G_2 = F_x \quad F_x = \frac{\rho}{2} v^2 S C_x \quad G_2 = \sin \varphi \frac{\rho}{2} v^2 S C_x = G \sin \varphi$$

$$\tan \varphi = \frac{F_{x \text{ tot}}}{F_{z \text{ tot}}} = \frac{\frac{\rho}{2} S v^2 C_{x \text{ tot}}}{\frac{\rho}{2} S v^2 C_{z \text{ tot}}} = \frac{C_{x \text{ tot}}}{C_{z \text{ tot}}} = \frac{1}{K}, \text{ unde}$$

K este finetea planorului

$$\tan \theta = \frac{BC}{AB} = \frac{H}{S}$$

unde:

- H = inaltimea la care incepe planarea;
- S = distanta parcursa la sol in timpul planarii,

iar în triunghiul vitezelor:

$$\tan \theta = \frac{w}{v_s} \approx \frac{w}{v},$$

(deoarece q este mic $v \gg v_s$)

unde:

- w = viteza de coborare citită de pilot la variometru;
- v = viteza citită de pilot la vitezometru și transformată în m/s, considerându-se vântul nul.

În concluzie, putem scrie sub forma unui sir de rapoarte egale, următoarele:

$$\tan \varphi = \frac{F_{x\text{ tot}}}{F_{z\text{ tot}}} = \frac{C_x}{C_z} = \frac{l}{K} = \frac{H}{S} = \frac{w}{v} = \tan \theta$$

Toate performanțele planorului în zbor sunt determinate atât de exploatarea curenților ascendenți, dar în mod special, la zborul de deplasare pentru realizarea unei distanțe parcurse cât mai mare, de cunoașterea și exploatarea tuturor elementelor ce pot condiționa și modifica performanțele în zbor al planorului.

Astfel, zborul de distanță al unui planor este influențat de: încărcătura acestuia, de vânt, de temperatura aerului, etc.

Pentru a se putea studia performanțele de zbor ale planorului trebuie analizată polara planorului și polara vitezelor planorului, precum și elementele ce pot influența/modifica aceste elemente.

Polara vitezelor planorului este reprezentarea grafică a vitezei de infundare a planorului w în funcție de viteza de înaintare a acestuia V (vezi figura Polara vitezelor calculată).

Punctele caracteristice ale polarei sunt următoarele:

- punctul de tangență la polara al perpendicularei pe axa absciselor, corespunde vitezei minime de zbor (pe axa ordonatelor putem citi viteza asociată de coborare);
- punctul de tangență la polara a perpendicularei pe axa ordonatelor corespunde vitezei minime de coborare (pe axa absciselor putem citi viteza de zbor asociată);
- punctul de tangență la curba polara a semidreptei ducă din originea sistemului de axe, da coordonatele vitezelor (v și w), corespunzătoare vitezei maxime (se observă că unghiul θ pe care-l face tangenta cu axa absciselor este minim)

$$k_{maxim} = ctg \theta_{min} = \frac{v_f}{w_f}$$

d) si e) sunt puncte care se gasesc la intersectia unei semidrepte, duse din originea sistemului de coordonate, cu polara vitezelor. Aceste puncte corespund la doua situatii de zbor in care planorul evolueaza cu aceeasi finete, $k = ctg \theta$.

Punctul d) corespunde zborului la incidente mari(viteza mica), iar punctul e), zborului la incidente mici(viteza mare), (vezi polara profilului).

Pentru zborurile de performanta in planorism, polara vitezelor are o deosebita utilitate practica, facilitand exploatarea aeronavei in regimul dorit, construirea diferitelor abace de calcul, sau alegerea si compararea performantelor diferitelor tipuri de planeare.

Pornind de la relatiile care stabilesc factorii de care depinde viteza de cadere si cea de zbor, sa discutam unele din cerintele principale care se impun pentru planearele moderne.

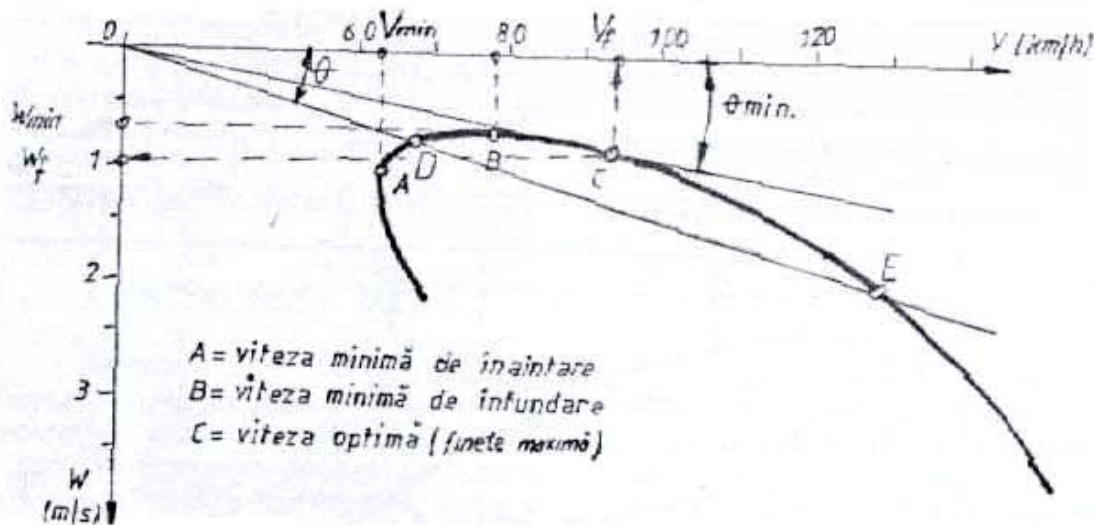


Fig 2.38. Polara vitezelor calculata

$$v = \sqrt{\frac{G}{S} \frac{2}{\rho} \frac{1}{C_z}} \quad Km / h$$

$$w = \sqrt{\frac{G}{S} \frac{2}{\rho} \frac{C_x^2}{C_z^3}} \quad m / s$$

1. Pentru a se putea urca cat mai repede in caminul ascendent, planorul trebuie sa aiba o viteza de cadere cat mai mica, care sa se gaseasca la o viteza de zbor cat mai mica (necesara spiralarii cu raze mici in termicile inguste). Minimalizand pe V si w rezulta:

- un raport G/S cat mai mic care se realizeaza prin utilizarea in constructia planoarelor a unor materiale cu greutate specifice scazute si rezistente mecanice mari;
- un raport C_z/C_x cat mai mare, (vezi polara planorului) in zona incidentelor mici, deci finete aerodinamica maxima care se poate realiza in cazul nostru cu:
 - profile aerodinamice specializate, numite profile laminare;
 - aripi cu alungiri mari care datorita unui C_x redus au finete sporita;
 - micsorarea rezistentelor de frecare prin prelucrarea suprafetelor.
 - micsorarea rezistentelor pasive si de interferenta prin proiectarea corespunzatoare a formelor si elementelor de racordare dintre ele.

2. Pentru a se putea obtine viteze de drum cat mai mari si distante maxime de planare, finetea optima a planorului trebuie sa se gaseasca la o viteza cat mai mare. Maximizand pe V , rezulta ca ar trebui sa avem un raport G/S cat mai mare si intram in contradictie cu cerintele de la pct. 1.a.

Pentru a rezolva aceasta problema in practica s-a ajuns la solutia unei incarcaturi pe m^2 (G/S) variabila in functie de necesitati. Planoarele moderne sunt dotate cu rezervoare de apa care pot fi golite in timpul zborului. Se obtine astfel o viteza corespunzatoare finetii optime, variabila (Fig 2.39. Modificarea polarei in functie de balast).

Polara vitezelor poate fi calculata sau determinata practic prin masuratori de precizie in timpul zborului intr-o atmosfera linistita, diferentele aparute intre cele doua reprezentari fiind uneori reprezentative.

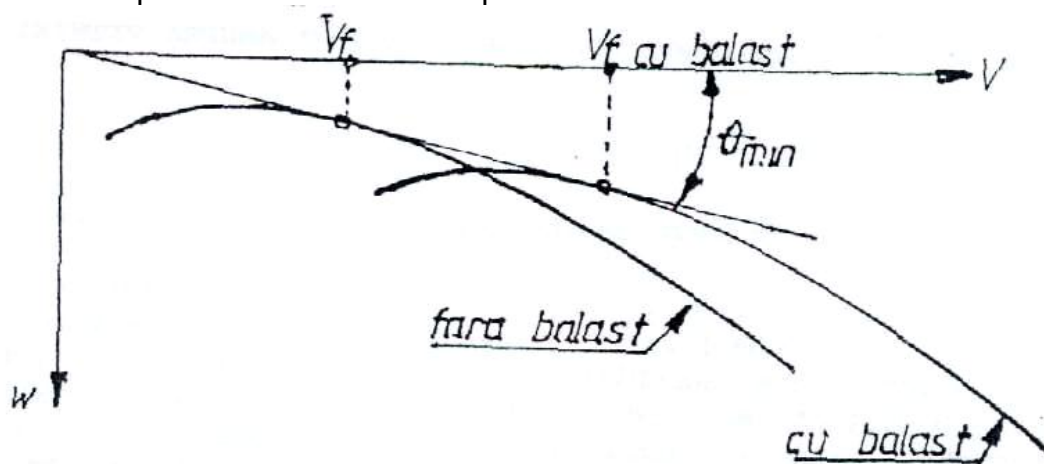


Fig 2.39. Modificarea polarei in functie de balast

Influenta vantului si a curentilor verticali asupra vitezei de salt

În timpul zborului planorul va traversa de multe ori zone cu miscari ale aerului atmosferic pe verticala sau orizontala. Pentru a putea determina viteza optima de deplasare si in aceste situatii, trebuie sa facem niste constructii ajutatoare pe polara vitezelor ca in fig 2.40:

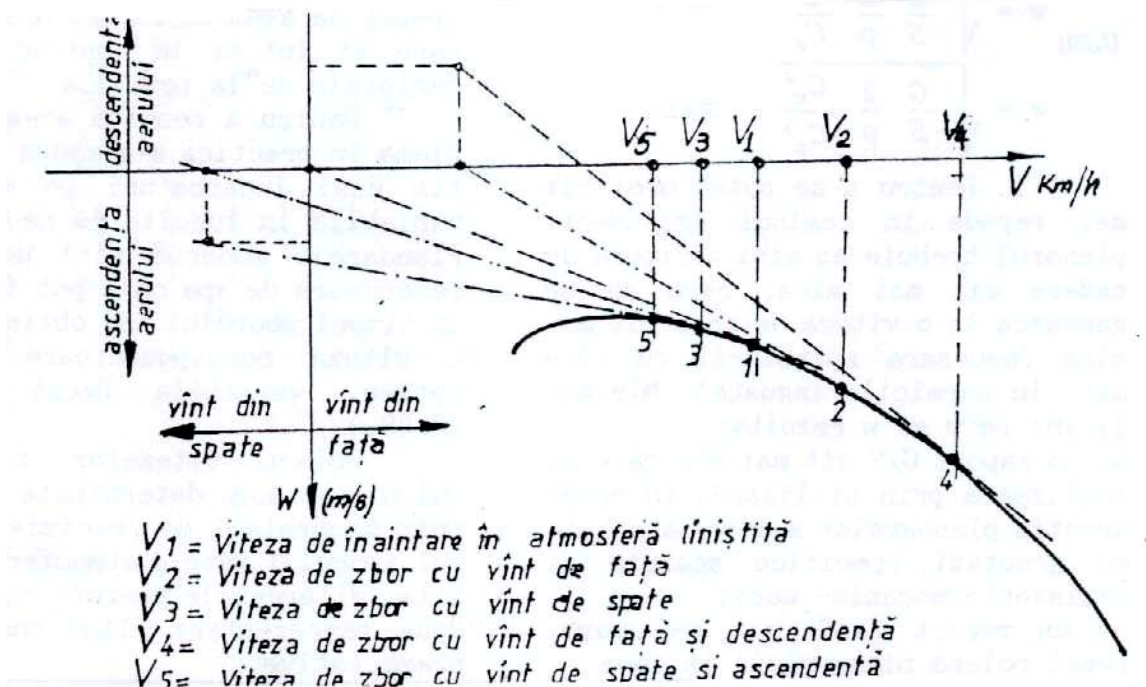


Fig 2.40. Influenta deplasarii aerului asupra vitezei optime de zbor

Astfel, originea polarei va fi mutata cu valoarea vitezei perturbatoare pe axele si in sensurile specificate. Vom putea obtine acum valoarea vitezei optime in conditiile date, ducand tangenta la polara din noua origine.

Urmarind cele cinci exemple prezentate, se poate observa ca in situatia unui curent descendent sau a unui vant de fata, trebuie sa ne deplasam cu o viteza de zbor mai mare pentru a obtine o finete maxima, iar in situatia unui curent ascendent sau a vantului de spate, trebuie sa micșoram viteza. Polara astfel trasata ajuta pe pilot in constructia abacelor si calculatoarelor necesare executarii zborurilor de performanta.

2.3.8 Planificarea si executarea zborului in cazul schimbarii conditiilor de zbor.

Zborul in conditii meteo ce se deterioreaza

Spre sfarsitul unui zbor situatia meteo se deterioreaza pe o zona care acopera sute de mile. Pilotul nu mai are suficient combustibil sa se intoarca la aerodromul de plecare. Se pune problema zborului spre un aerodrom de rezerva si al asistentei radar. Se iau urmatoarele masuri.

- a) Se verifica daca sunt bine stranse centurile.
- b) Se anunta organele de trafic despre schimbarea conditiilor de zbor.
- c) Se verifica altitudinea minima de siguranta si calajul altimetric.
- d) Se sincronizeaza girodirectionalul cu compasul magnetic.
- e) Se verifica rezervoarele si autonomia de combustibil.
- f) Se verifica protectia contra givrajului a celulei si motorului in functie de tipul avionului.
- g) Se iau masuri de siguranta la instrumentele furnizoare de date (incalzire tub pitot, etc.) Se cupleaza luminile de navigatie si farul rotativ.
- h) Se urmeaza instructiunile date de organele de trafic.

Zborul in turbulenta puternica

Pe timpul zborului in conditii meteo instabile este necesar sa se treaca printr-o zona de nori cumulus. Se vor lua urmatoarele masuri.

a) Inainte de intrare :

- Se verifica ca toate centurile de siguranta sa fie stranse.
- Se prind toate articolele (detaliile) desfacute.
- Se decupleaza pilotul automat.
- Se pun la intensitatea maxima luminile din cabina.
- Se decupleaza toate statiile radio care sunt afectate de interferenta statica.
- Se actioneaza echipamentul antigivrare si degivrare. Se verifica sa fie cuplata incalzirea tubului pitot.
- Se reduce puterea pentru a se mentine viteza recomandata pentru zborul in turbulenta si se retrimereaza.
- Se verifica alimentarea cu vacuum si/sau electricitate a instrumentelor.
- Se sincronizeaza girodirectionalul cu compasul magnetic.

b) Dupa intrarea in nori :

- Cu ajutorul giroorizontului pilotul se va concentra asupra avionului in zbor. Se vor evita miscarile bruste care pot mari stresul provocat de turbulenta asupra avionului;
- In afara de cazurile cand exista riscul de a lovi un obstacol, se vor ignora fluctuatiile din indicatiile altimetrului si vitezometrului;
- Virajele se vor limita la mici corectii de cap;

- Dacă la bord există radar meteorologic acesta va fi folosit pentru a se găsi cea mai bună cale prin furtună, în caz contrar, de obicei cel mai bine este să se zboare în linie dreaptă.

Informatii de baza

Importanta planificarii zborului.

Unele fronturi traversează țara mai repede decât s-a așteptat. Norii cumulus sau cumulonimbus cu furtunile respective se pot forma pe baze locale în afara oricărui sistem frontal așteptat și pot apărea de asemenea diferite feluri de ceață care pot pune în pericol pe un pilot neexperimentat. Din fericire, uneori este posibil să se afle despre existența unor asemenea fenomene pe baza rapoartelor date de piloți din zbor sau a informațiilor furnizate de pe diverse terenuri de zbor. Informații pot fi obținute și pe frecvența VOLMET sau pe unele frecvențe de voce ale VOR-urilor.

Este foarte important ca la planificarea zborurilor să se folosească un buletin meteo recent. Unele din aspectele principale care ar trebui să fie revazute la planificarea zborurilor sunt enumerate mai jos:

- a) Se va studia ruta și se vor determina altitudinile minime de siguranță.
- b) Se va obține intensitatea vântului pentru nivelul de croazieră, se va calcula capul, viteza la sol, timpul și cantitatea de combustibil care trebuie să fie suficientă pentru a permite efectuarea de zonă de așteptare și zbor până la aerodromul de rezervă.
- c) Se vor nota frecvențele tuturor VOR și NDB ce ar putea fi folosite în zbor și la aerodromul terminal.
- d) Deși hartile de radionavigație sunt cele mai importante este totuși bine ca pilotul să aibă la îndemână la bord o hartă topografică care poate ajuta foarte bine la navigație în VMC.
- e) Un calculator va fi folosit atât pe timpul zborului cât și înainte de plecarea în zbor. Poate fi folosit pentru verificarea vitezei la sol, revizuirea ETA, calcularea consumului de combustibil și la toate verificările uzuale din timpul zborului.
- f) se vor obține cele mai recente informații meteorologice, nu numai cele referitoare la ruta respectivă ci la întreaga zonă. Acestea ar putea fi folosite în cazul pierderii legăturii radio pe timpul zborului și al necesității de a sparge plafonul acolo unde norii au sparturi mai mari.

Astfel pregătit, pilotul va fi capabil să zboare pe capurile cerute, la înălțimile și radiofrecvențele alese, în restul timpului menținând legătura radio cu organele respective. Atunci când se zboară sub altitudinea de tranziție trebuie să se ceară de la controlor calajul altimetric care să asigure, ca atunci când zboară către o zonă de presiune scăzută, nu se va angaja într-o coborâre treptată urmărind altimetrul, ceea ce reprezintă un pericol foarte mare pe timpul zborului IMC deasupra unui relief înalt.

Verificarea situatiei meteo pe ruta

Reglarile normale de cap, precum si amendarea ATC nu cer prea mult timp din partea pilotului; el are posibilitatea sa compare situatia meteo reala cu previziunea. Pe timpul unui zbor dupa plan de zbor VFR deteriorarea situatiei meteo pune probleme, deoarece navigatia se face pe baza contactului visual cu solul. Pilotul trebuie si poate sa nu se lase surprins de o situatie meteo nefavorabila, care sa nu mai permita contactul visual cu solul. In cazul cand acest lucru se intampla, trebuie sa se zboare dupa instrumente si la tipurile de avioane unde este permis, sa se treaca la schimbarea planului de zbor din VFR in IFR.

Anuntarea organelor de trafic despre schimbarea conditiilor de zbor

Pilotii care intalnesc conditii meteo nefavorabile mentinerii contactului vizual cu solul, trebuie sa anunte fara intarziere organele de trafic care pot acorda ajutor, cand este posibil prin radar si VDF. Pilotii care au mai multa experienta la zborul instrumental, vor putea sa execute instructiunile de la sol fara dificultate.

Responsabilitatea pilotului

Organele de trafic pot da ajutor, dar intreaga responsabilitate pentru executarea unui zbor VFR, revine pilotului comandant de bord. Practica a demonstrat ca, o cauza frecventa de accidente fatale a fost calarea incorecta a altimetrului. Mentinerea unei altitudini care sa asigure respectarea inaltimii de siguranta cade in responsabilitatea pilotului.

O greseala care se intampla in momentele de stres, consta in neglijarea sincronizarii periodice a girodirectionalului cu compasul magnetic. Este important sa se verifice situatia combustibilului si sa se selecteze in mod corespunzator rezervoarele. O mare importanta o are si degivrarea celulei si motorului.

Instrumente de siguranta

Putine avioane, in zilele noastre depind numai de tubul Venturi ca singura sursa de alimentare pentru instrumentele giro. La majoritatea avioanelor, prin vacuum este actionat giroorizontul si girodirectionalul iar prin energie electrica indicatorul de viraj si glisada.

Prin aceasta dublare se asigura securitatea zborurilor in cazul cand ar cadea o sursa de energie. In cazul zborurilor in conditii meteo dificile cand se pun in functiune majoritatea consumatorilor electrici trebuie sa se urmareasca ca generatorul sa furnizeze suficient curent pentru a satisface necesitatile.

Pilotii fara calificare dupa instrumente

Acesti piloti nu au voie sa zboare in conditii meteo care sunt pe cale sa se strice deoarece isi pun in pericol viata lor si a altora. Pilotii care zboara dupa instrumente pot primi un mare ajutor de la organele de trafic. Un plan de zbor

bine pregătit, cu toate frecvențele necesare, poate ușura munca pilotului permitându-i să se concentreze mai mult asupra pilotării avionului.

Zborul în turbulență și precipitații puternice

Turbulența și precipitațiile pot crea mari dificultăți în special pentru piloții fără experiență. Condițiile normale de aer instabil sau rafale de vânt pot cauza lipsa de confort, în timp ce zborul în nori cumuli mari sau cumulonimbus, poate avea consecințe grave dacă nu se iau măsurile necesare. Înainte de a vorbi despre aceste măsuri, să ne reamintim câte ceva despre natura norilor cumulus.

Deși un front rece, cu nori cumulus bine dezvoltati, se poate întinde pe mai multe sute de mile, având o lungime de până la 50 de mile, această formație nu se limitează numai la ridicarea aerului umed, în cazul unui sistem de front rece. Norii de tip cumulus se pot forma din efectul încălzirii suprafeței solului și este un lucru obișnuit ca pe timpul unei zile calduroase de vară să se vadă aceste mase turn care cresc rapid. Exemplarele mai mari adesea ajung până la tropopauza unde datorită stabilizării temperaturii de la acest nivel și densității reduse a aerului, creșterea în continuare se face pe orizontală, ceea ce dă naștere la "nicovală" caracteristică norilor cumulonimbus. În interiorul acestor nori se dezvoltă o energie foarte mare; curenți termali, atât ascendenți cât și descendenți cu viteze verticale ce depășesc 4000 ft/min. Acești curenți transportă în sus și în jos mari cantități de umezeală care îngheată în regiunile superioare, apoi pe timpul caderii, colectează noi straturi de apă după care se ridică din nou, acest ciclu fiind repetat până când particulele înghețate devin prea grele, nu mai pot fi susținute în interiorul norului și cad spre pământ sub forma de grindină. Bucățile de grindină variază în mărime, de la dimensiunea unui bob de orez până la cea a unei mingi de golf. În norii cumulonimbus mari apa este prezentă sub forme diverse: vapori de apă și ploaie în regiunile inferioare, apă suprarăcită care îngheată la impactul cu corpul principal al norului, apoi grindină, în timp ce regiunea superioară a norului, nicovală, este compusă din cristale de gheață.

Fulgerele

Frecarea dintre curenții verticali din interiorul norului generează electricitatea statică, treptat întreaga masă noroasă se încarcă, ajungând la o tensiune foarte înaltă, când rezistența aerului este înfrântă, apare o descărcare. Aceasta are forma unui fulger îndreptat spre pământ, un alt nor sau chiar către interiorul norului respectiv. Aerul în contact cu fulgerul este încălzit instantaneu, iar explozia care urmează este auzită sub forma de tunet. Fulgerul este mai mult neplăcut decât periculos deoarece nu provoacă deteriorări mari unui avion care este bine pus la masă. Punerea la masă a tuturor componentelor electrice previne deteriorarea mai importantă a avionului, prin faptul că evită riscul de formare a unui flash de la un echipament electric al avionului la altul.

Când atmosfera conține o mare încărcătură electrică apare o altă manifestare electrică sub forma focului Sfântului Elm, o descărcare în forma de perie care se poate vedea mai bine noaptea sau când în jurul elicilor apare o

flama albastra sau halo, însoțită de un flash electric mic transversal pe parbriz. Ambele tipuri de descărcări electrice nu sunt periculoase.

Precipitațiile puternice

Ploaia. La zborul în condiții de ploaie puternică asociată cu nori cumulus sau cumulonimbus, există o vizibilitate redusă, apare riscul de givraj al motoarelor și celulei, și în cazuri extreme se produce scăderea temperaturii la chilă. Chiar la o cabină cu o etanșitate normală ploaia puternică ar putea să patrundă în interior și să afecteze echipamentul electric. La acest lucru trebuie să se acorde o mare atenție. La unele avioane este posibil ca ploaia să îndeparteze vopseaua de pe bordurile de atac ale aripilor și de pe alte părți ale structurii dacă nu se reduce viteza de zbor.

Grindina. Grindina puternică trebuie să fie tratată cu respect, fiind recomandabil să se reducă viteza în scopul evitării unei deteriorări prea mari a structurii.

Zapada și lapovita. Zborul prin zapadă și lapovită (amestec de zapadă și ploaie) se face printr-o vizibilitate mult redusă existând riscul de givraj prin impact, ceea ce poate bloca intrarea aerului la motor sau poate afecta temperatura motorului.

Manevrarea pe sol la decolare sau după aterizare.

Toate formele de precipitații pot avea un efect important asupra eficienței frânării. Când pe pista există zapadă cu apă sau zapadă vanturată, la aterizare se poate deteriora flapsul. Soluția constă în a se scoate cât mai puțin flaps în funcție de lungimea pistei, ținând cont că pe o pista umedă sau acoperită cu gheață frânarea este mai mică.

Turbulenta puternică

Pot fi situații când, din motive de trafic sau de altă natură trebuie să se intre în nori cumulus (se atrage atenția totuși, că nu este permis din nici un motiv să se intre în nori cumulonimbii). Uneori cumulonimbii sunt ascunși după straturi de nori stabili și în asemenea cazuri evitarea lor este aproape imposibilă fără folosirea radarului.

Măsurile ce trebuie luate în aceste situații sunt :

Decuplarea pilotului automat. Putine tipuri de pilot automat sunt autorizate pentru funcționarea în condiții de turbulenta puternică. În aceste condiții, prin pilotarea manuală se consideră că se poate menține mai bine o înălțime și poziție a avionului constantă.

Aprinderea luminilor din cabină. Există două motive pentru a face acest lucru. În primul rând în norii mari este destul de întuneric și în al doilea rând, când iluminarea din cabină este la maximum se previne orbirea temporară provocată de fulgere.

Reducerea vitezei înainte de intrare. Se știe cât de periculos este să se meargă cu viteza mare cu mașina pe un drum prost. La fel este foarte periculos

sa se zboare cu o viteza mare, prin turbulenta puternica dintr-un nor cumulus. Viteza corecta de intrare, trebuie sa evite fortarea excesiva a celulei si sa fie totusi superioara vitezei de angajare. Ea este mentionata in manualul operational si uneori este indicata printr-un cerc chilimburiu pe cadranul vitezometrului. Cand ea nu este cunoscuta, pilotul poate considera drept viteza buna de intrare o viteza egala cu 1,6 din viteza de angajare.

Tehnici de manevrare dupa intrarea in nori

Ancheta unor cazuri de avioane care au zburat in nori cumulonimbi si s-au dezintegrat in aer, au scos la iveala faptul ca accidentele au avut loc mai mult din cauza supracorectiilor aplicate de catre piloti decat din cauza turbulentei propriu zise. Turbulenta puternica si supracontrolul exercitat de catre piloti, au facut ca avionul sa sufere forte similare cu cele care apar pe timpul executarii acrobatiei. Se va incerca limitarea tuturor corectiilor la mentinerea unei pozitii de zbor a avionului pe un cap mai mult sau mai putin constant. In nici un caz, nu trebuie sa se incerce sa se mentina o viteza constanta, deoarece se va varia de la cea aproape de angajare pana la aproape maximum. De asemenea, pot fi fluctuatii mari de inaltime si acest lucru ar trebui sa fie ignorat, exceptie facand cazul cand, se zboara in apropiere de un relief inalt. Experienta a aratat ca, un curent de aer are tendinta sa corecteze pe celalalt si sa mentina astfel intr-o anumita masura o inaltime medie a avionului.

Nu trebuie sa se incerce sa se lupte cu fiecare salt. Cea mai buna tehnica consta in a folosi giroorizontul drept referinta si a se mentine un nivel lateral si de tangaj rezonabil.

Corectiile vor fi efectuate lin si se va zbura drept inainte, in afara de cazul cand la bord exista radar meteorologic, prin care se poate alege directia cea mai buna. La avioanele cu motoare cu piston se considera ca cel mai bine este sa se zboare la o inaltime mai mica de 10.000 ft. Cu conditia ca sa existe suficienta inaltime de siguranta intre baza norului si relief este posibil sa se zboare sub nor dar pilotii trebuie sa se astepte sa intalnesca curenti verticali catre in jos. (regulamentul de zbor interzice zborul sub norii cumulonimbi).

Un zbor prin nori de furtuna va afecta compasul magnetic si pilotul trebuie sa fie atent, sa nu se ia dupa indicatii eronate. Trebuie verificat girodirectionalul dupa un radial VOR.

ADF nu ajuta la nimic pana cand avionul se afla la o anumita distanta fata de furtuna. Acul de la ADF tinde sa se indrepte catre directia norului de furtuna in loc sa se indrepte catre NDB pe care este acordat.

Spargerea plafonului in jos

Pentru un pilot care este calificat in zbor dupa instrumente procedura de spargere a plafonului si aterizarea in conditii de vizibilitate scazuta reprezinta o problema de rutina.

Presupunand ca plafonul este de 1000 ft si vizibilitatea este scazuta urmatoarele recomandari ar trebui sa stea in atentia pilotilor.

Avioane cu echipament de radionavigatie: La aerodromurile cu procedura de apropiere dupa instrumente publicata, pilotul va alege procedura pe care o va executa, in conformitate cu datele publicate.

Avioane numai cu legatura bilaterala radio. Pilotul poate fi ghidat cu ajutorul radarului sau cu VDF. Capurile trebuie sa fie mentinute cu precizie, calajul altimetric trebuie sa fie verificat de doua ori iar inaltimele trebuie sa fie respectate intocmai. Informatiile esentiale trebuie sa fie repetate de pilot catre controlor-calajul altimetric, capurile, frecventele etc.

Este important sa se noteze pe o hartie cifrele furnizate de catre controlor: QNH sau QFE, capurile de luat, frecventele radio, etc. Daca se greseste o frecventa, se produce o incurcatura foarte mare si pierdere de timp.

Atunci cand se zboara dupa instrumente si se executa instructiunile organelor de trafic aerian gradul de concentrare al pilotului este mai mare decat cel obisnuit dar aceasta nu reprezinta o scuza pentru a se uita anumite actiuni vitale la bord sau sa creeze alte probleme. Cand apare aerodromul in campul vizual, posibil in ploaie puternica, se va deschide panoul de vedere clara daca asemenea panou exista la avion. Se va vedea care este componenta transversala a vantului pentru a se lua corectia de deriva. Pilotul trebuie sa fie pregatit a tine cont de gradientul vantului in apropiere de sol. Dupa efectuarea aterizarii, nu trebuie sa se uite verificarile de dupa aterizare.

Concluzii

In acest capitol au fost subliniate o serie de actiuni pe linia realizarii unei mai bune planificari a zborului. Cel mai bun lucru este, sa se evite intrarea in conditii meteorologice din cele mentionate anterior. Obtinerea de informatii meteo cat mai recente si mai precise inainte de zbor, poate fi de mare ajutor.

2.3.9 Efecte adverse

Givrajul

Givrajul reprezinta depunerea unui strat de gheata aderenta pe unele elemente ale avionului (planuri, fuselaj, elice, suprafete proeminente etc) ca rezultat al inghetarii picaturilor de apa supraracita (picaturi de apa la temperaturi sub 0°C), la ciocnirea acestora cu avionul aflat intr-un mediu cu temperatura negativa.

De asemenea, givrajul mai poate fi definit, ca fiind un depozit de gheata, opaca sau transparenta care adera la anumite elemente ale unui avion, in special la acele elemente expuse vantului si la cele avand parti unghiulare (borduri de atac, varfuri de antena, nituri etc.).



Fig 2.41. Givraj

Givrarea afectează toate tipurile de aeronave, inclusiv pe cele supersonice. La viteze de zbor mai mari de 1000km/h probabilitatea givrării aeronavei se micșorează, însă în faza de aterizare/decolare aeronavele supersonice utilizează viteze comparabile cu cele ale aeronavelor subsonice și de aceea pot fi givrate în timpul traversării sistemelor noroase.

Procesul de formare

Cel mai frecvent, givrarea se formează în regiunile cu apă supracălită sau amestec de picături supracălitate, cu cristale de gheață sau zapadă. În nori, apa putând rămâne în stare lichidă și la temperaturi negative (chiar sub 40°C), givrarea se formează în toți norii cu temperaturi sub 0°C , intensitatea maximă a depunerii fiind între 0 și -10°C . Între -15 și -20°C , în nori există tendința de formare a cristalelor de gheață, iar la temperaturi sub -20°C , norii sunt constituiți în cea mai mare parte din cristale de gheață. Ca atare, în asemenea nori (Cirrus, Cirrostratus și Altostratus înalți), ca și în porțiunile cu zapadă sau gheață uscată, givrarea este în general foarte slabă.

Această apă supracălită se transformă în givraj pe avion. Cantitățile de gheață depozitate pe aeronavă vor fi deci, în funcție de concentrația de apă supracălită din nori, de dimensiunea picăturilor sau de intensitatea precipitațiilor.

Această posibilitate se întâlnește în rarele cazuri în care apa aflată în stare lichidă, la temperatura pozitivă, rămâne "stocată" pe anumite părți exterioare ale aeronavei (decupări interioare, încadrări ale articulațiilor etc.) și se transformă în gheață atunci când temperatura mediului ambiant devine negativă.

Această formă de givraj se poate produce după curățarea la sol a unui avion acoperit de zapadă sau degivrat și neuscat în momentul în care decolează la temperaturi negative. Acest tip de givraj poate provoca mai ales blocarea comenzilor. O depunere ușoară de gheață, ca o peliculă asemănătoare cu bruma, se poate forma și în condiții de cer senin, atunci când avionul, după un zbor foarte rapid printr-un strat de aer rece, patrunde brusc într-un strat de aer

mai cald și cu umezeala mai mare. Aceasta gheata poate deveni periculoasă atunci când avionul patrunde în norii supraraciti, întrucât stratul de gheata se poate mari.

Se disting trei tipuri de formare a givrajului pe un avion:

- a) prin încetarea stării de apă supraracită;
- b) prin înghețarea apei aflate în stare lichidă;
- c) prin desublimare.

Givrajul se poate forma:

- a) la suprafața solului, prin înghețarea ploii supraracite, zăpezii sau lapovitei care cad pe avionul aflat la sol;
- b) pe avionul scos din hangarul încălzit;
- c) pe aripi sau coada avionului, din cauza improscării acestora cu apă, atunci când la decolare avionul sparge pojarul de gheata a unor bălți;
- d) în timpul încălzirii înainte de decolare, când motorul turboreactor funcționează cu un număr mare de rotații, iar umezeala este ridicată și temperatura este apropiată de 0°C, prin răcirea puternică a aerului în colectorul de aer.

Desublimarea reprezintă transformarea directă a vaporilor de apă în gheață. Acest fenomen se întâlnește mai ales la sol, dar și la înălțime în afara norilor, într-un mediu foarte umez și pe un avion foarte rece (în coborâre, când avionul a zburat înainte la nivele de croazieră ridicate).

Forme de givraj

După condițiile de formare, depunerile de gheață pe avioane pot apărea sub următoarele aspecte:

- a) Gheata sticloasă (limpede): este o depunere de gheață aproape complet transparentă sau translucidă și foarte aderentă, având suprafața netedă și continuă, asemănătoare poleiului; este cea mai periculoasă formă de givraj, căci depunându-se pe părțile frontale ale avionului le denaturează forma și profilul aerodinamic; ceea ce conduce la reducerea ascensiunii, la pierderea stabilității și la creșterea rezistenței frontale a avionului; se formează pe bordurile de atac ale avioanelor (ca o ciupercă) și are tendința să se întindă de-a lungul aripilor. Atunci când depunerea de gheață este amestecată cu zăpadă, lapovită, mazarichea, prezintă o culoare albicioasă, iar la suprafață este neregulată și aspră. Se poate forma:
 - în zborul prin norii convectivi, constituiți din picături mari de apă, la temperaturi cuprinse între 0 și -13°C;
 - pe avionul care zboară la temperaturi negative, în stratul de aer de sub norii din care cade ploaia formată din picături mari;
 - la nivele joase, ori de câte ori la sol se semnalează lapovită sau ploaie care îngheață.

- b) Gheata opaca, albicioasa (granulara) este o depunere alba, opaca si granulara, formata din graunte fine si opace de gheata, in interiorul carora exista si straturi cu o structura cristalina (asemanatoare cu chiciura moale) sau incluziuni de aer, din care cauza are o culoare alba mata; Se formeaza in norii ondulati (Stratus, Stratocumulus, Altocumulus), constituiti din picaturi mici de apa intre 0 si -28°C , mai frecvent intre 0 si -10°C ; Depunerile granulare nu sunt mari, caci gheata se depune numai acolo unde picaturile supraracite se ciocnesc de avion; Nu prezinta aderenta mare, putand fi inlaturata prin vibratiile planurilor sau prin, actiunea vantului; Nu deformeaza profilul aerodinamic al avionului inasa ii mareste greutatea; Cand zborul prin nori este mai indelungat depunerea de gheata poate lua proportii periculoase; Se formeaza pe proeminente (nituri, capete) sub forma unor protuberante neregulate.
- c) Gheata sub forma de chiciura este un depozit alb, cristalin, cu granule mari, care se formeaza de obicei la temperaturi sub -10°C in norii constituiti din picaturi mici de apa si cristale de gheata; Stratul are aspect neuniform si margini proeminente, ca niste ace si bare care pun in pericol zborul.

Dupa forma depunerii, depunerile de gheata pe avioane se pot prezenta sub urmatoarele forme:

- sub forma de bruma;
- sub forma de chiciura;
- sub forma de gheata opaca;
- sub forma de gheata sticloasa sau transparenta (denumita uneori si polei).

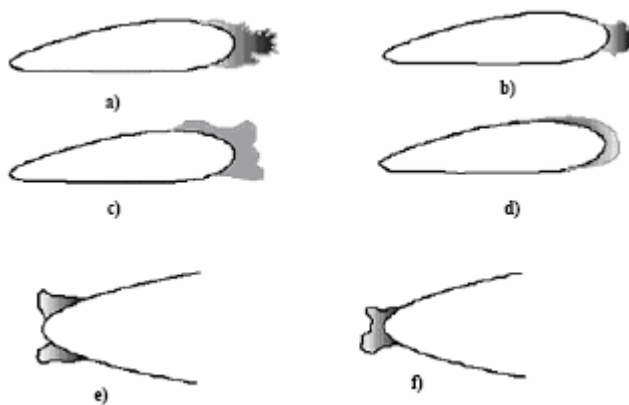


Fig 2.42. Forme caracteristice de givraj

Givrajul sub forma de bruma

Aspect: Depozit de gheata, cu aspect cristalin, luand cel mai des forma de solzi, ace, pene sau evantai.

Proces de formare: Se formeaza prin desublimare, adica transformarea vaporilor de apa in gheata. Acest tip de givraj se depune pe tot avionul si se

produce la sol sau pe timpul coborării (avion mai rece decât aerul prin care zboară).

Consecințe: Acest givraj este slab și nu afectează puternic masa avionului și nici caracteristicile sale aerodinamice.

Givrajul sub forma de chiciura

Chiciura apare pe părțile avionului care sunt racite la o temperatură sub cea de îngheț. Când un aer, în care se află în exces vapori de apă intră în contact cu aceste suprafețe, pe ele se va forma un strat subțire de gheață. Acesta poate fi văzut adeseori pe avioanele care au stat afară într-o noapte senină și rece.

Acest givraj, întrucât are o grosime mică, are și o greutate mică, dar frecarea aerului pe suprafața avionului are influență nefavorabilă asupra decolării. Chiciura împiedică vizibilitatea prin parbriz și prin geamurile laterale și, de asemenea, afectează antenele radio. De aceea, înainte de decolare ea trebuie să fie îndepărtată prin stropirea cu substanțe de dispersare sau prin jet de aer cald. Aceste precauțiuni nu sunt tratate cu seriozitate întotdeauna, lucru care a făcut să existe cazuri, când avionul nu s-a deslipit de la pământ, decolarea a trebuit să fie întreruptă, producându-se accidente.

Este necesar ca înainte de plecare în zbor să se facă următoarele:

- a) se verifică toate suprafețele de zbor;
- b) se verifică ca, comenzile să se deplaseze liber și să nu existe givraj la joncțiunile lor;
- c) se verifică orificiile de presiune statică;
- d) se verifică orificiile și tubul pitot;
- e) se verifică ca toate orificiile de scurgere să fie libere;
- f) se verifică să nu existe gheață pe antene și izolatori;
- g) se verifică parbrizul și ferestrele.

În zbor, chiciura se formează pe un avion care a zburat într-o zonă cu temperatură sub cea de îngheț și apoi intră într-o masă de aer mai cald și mai umedă. Prezenta chiciurei duce la creșterea vitezei de angajare, vizibilitate proastă prin parbriz și probabil ceva interferență la radio. Pe măsură ce, celula capătă temperatura aerului înconjurător, stratul de chiciura va dispărea rapid.

Aspect: Este un depozit alb, cristalin, cu granule mari, care se formează de obicei la temperaturi sub -10°C în norii constituiți din picături mici de apă și cristale de gheață. Stratul are aspect neuniform și margini proeminente, asemănătoare cu niște ace sau bare.

Proces de formare: Înghețarea rapidă a picăturilor foarte mici supraracite într-un mediu noros stabil. Înghețarea rapidă a picăturilor de apă și a cristalelor de gheață provoacă incluziuni de aer între fiecare element înghețat și conferă ghetii un aspect opac. Depozitul se extinde prin îngrosare către înainte. Givrajul sub forma de chiciura se formează în norii stabili (As, Ns). Poate fi de asemenea întâlnit în ceața de radiație la temperaturi ușor negative.

Consecinte: Acest givraj are intensitate slaba, cateodata moderata. Cantitatea mica de gheata depusa si aspectul sau casant nu pun probleme serioase pentru avioanele echipate cu sisteme de degivrare la bord.

Givrajul sub forma de gheata opaca (granulara)

Givrajul opac se formeaza cand, picaturi de apa supraracita vin in contact cu celula, de obicei pe timpul zborului prin nori care contin acest tip de umezeala. La nivelul solului, este cunoscut si sub denumirea de gheata care ingheata. Givrajul opac apare sub forma unei depuneri neregulate, albe, opace care creste catre fluxul de aer care se scurge la bordul de atac al aripilor, suprafetele ampenajului, antene etc. Deoarece se formeaza instantaneu contine multe portiuni cu aer, deci greutatea lui creste si dereglarea scurgerii laminare in jurul aripilor si suprafetelor ampenajului.

Aspect: Este o depunere alba, opaca si granulara, formata din graunte fine si opace de gheata, fulgi de zapada, lapovita sau mazariche care are suprafata neregulata si aspra.

Proces de formare: Depunerea se formeaza in norii ondulati (Stratus, Stratocumulus, Altocumulus), constituiti din picaturi foarte mici de apa supraracita si cristale de gheata, la temperaturi cuprinse intre 0 si -28° C, intalnindu-se mai frecvent intre 0 si -10°C.

Consecinte: Gheata granulara, se depune pe partea exterioara a bordurilor de atac, sub diferite forme. Cand in nor exista zapada sau lapovita, depozitul se maresta, deformand, din cauza protuberantelor, bordul de atac. Se mai formeaza pe proeminente (nituri, capete), sub forma unor protuberante neregulate.

Gheata sticloasa sau limpede (poleiul)

Givrajul translucid rezulta din apa supraracita la o temperatura care ii permite scurgerea pe timpul procesului de inghet astfel ca acest givraj este dens, continand putin aer. El nu numai ca afecteaza aerodinamica suprafetelor de zbor ci adauga o greutate considerabila la celula si elice, la aceasta din urma provocand si vibratii.

Aspect: Depozit de gheata in general omogena si transparenta, cu aspect sticlos si neted. Acest tip de depunere se formeaza pe bordurile de atac si tinde, sa se intinda de-a lungul aripilor.

Proces de formare: Congelarea lenta a picaturilor mari de apa supraracite intr-un mediu instabil, sau stabil dar cu concentratie foarte mare de apa (mai ales pentru temperaturi cuprinse intre 0 si -10°C). Caldura degajata prin schimbarea starii de agregare a apei (apa supraracita in gheata) permite picaturilor sa se intinda, inainte de a ingheta. Picaturile care urmeaza, sunt supuse aceleiasi evolutii, se intind, ingheata si formeaza un depozit de gheata compacta si transparenta (fara incluziuni de aer). Depozitul poate atinge 10 cm. in grosime.

Gheata sticloasa este asociata norilor convectivi Cu, Cb, Ac. Poate fi de asemenea intalnit in ceata si mai ales in precipitatiile supraracite (ploaie sau burnita).

Consecinte: Acest givraj care are intensitate puternica este foarte periculos. Din fericire apare destul de rar, sub forma sa teoretica pura si nu afecteaza decat volume restranse de aer.

Lapovita.

In anumite conditii, poate sa apara ploaia supraracita sub un front cald, o ocluzie sau chiar un front rece. In cazul cand un avion zboara prin acest tip de precipitatii pe el se va aduna givraj translucid. De obicei, el se formeaza foarte rapid si constituie un pericol pentru avioanele mici care nu sunt echipate cu echipament de protectie contra givrajului celulei.

Givrajul in norul cumulonimbus

Miscarile ascendente si descendente din vecinatatea izotermei de 0°C pot provoca prezenta ploii supraracite si producerea givrajului transparent sau a poleiului. Acest tip de givraj are intensitate puternica. El este de departe cel mai periculos si afecteaza intreaga suprafata a avionului. S-au putut observa depuneri de gheata, pe avioane de transport de tip mediu, care au atins cateva tone in cateva minute.

Givrajul in zonele frontale

In afara givrajului care se intalneste in norii cu temperaturi negative, se mai poate intalni givraj in afara norilor din apropierea unui front. Zona propice formarii poleiului se gaseste sub suprafata frontala, deci in fata frontului, deasupra izotermei de 0°C unde poate exista ploaie supraracita. Ca efect, deasupra suprafetei frontale, la temperaturi pozitive pot exista precipitatii sub forma de ploaie. Picaturile de apa, in miscarea lor de cadere, traversand suprafata frontal, ajung intr-o zona unde temperatura este negativa. Racirea lenta, la care sunt supuse acestea este propice starii de supraracire. Picaturile de apa lichida, se transforma atunci in ploaie cu apa supraracita, care se transforma in polei la trecerea unui avion.

Acelasi rationament poate fi aplicat si frontului rece sau a unei ocluziuni. In concluzie, poleiul se intalneste in general: intotdeauna in masa de aer rece;

- a) in fata frontului cald;
- b) in spatele frontului rece;
- c) de-o parte si de alta a unei ocluziuni.

Nota: Suprafata frontala a unui front rece fiind mult mai „verticala” decat cea unui front cald, zona unde se poate intalni givraj in afara norilor este mai redusa in spatele frontului rece decat in fata unui front cald.

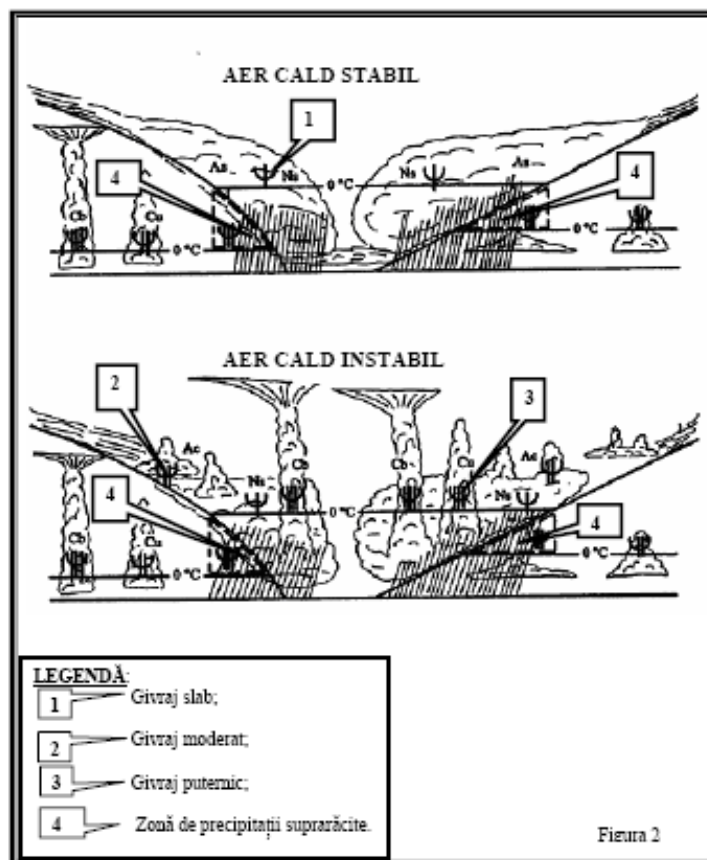


Fig 2.43.

Din punct de vedere al înrăutățirii proprietăților aerodinamice ale avionului depunerea de gheață se poate forma: perpendicular față de curentul de aer care conturează avionul (gheața în forma de jgheab) de-a lungul curentului de aer.

Gheața în forma de jgheab depinde de temperatura punctului critic al bordului de atac (un punct al profilului bordului, în care energia cinetică a fileului de aer perpendicular pe profil se transformă în căldură - încălzire cinetică); Are o structură amorfă; Se formează în timpul zborului prin nori cu conținut mare de apă și compusi din picături mari de apă suprarăcite sau în zona ploii suprarăcite (gheața sticloasă). Gheața de-a lungul curentului de aer se formează în norii cu conținut redus de apă lichidă;

Poate avea următoarele aspecte:

- Gheața transparentă, cu suprafața netedă și structură amorfă (se depune la temperaturi negative, în zborul prin norii Altocumulus, Stratocumulus sau din ploaia suprarăcită care provine din norii Nimbostratus);
- Gheața opacă, cu structură cristalină și culoare laptoasă (gheața de porțelan) care se formează în norii cu conținut mare de apă lichidă și cu temperaturi mai coborâte, acolo unde se întâlnește și zapadă umedă;

- c) Gheata sub forma de chiciura sau bruma, cu structura fibroasa si suprafata aspra, care se formeaza in norii constituiti din picaturi foarte mici de apa si cristale de gheata, la temperaturi foarte coborate (-20°C). Formarea ei depinde de temperatura in punctul critic al bordului de atac (un punct al profilului bordului, in care energia cinetica a fileului de aer perpendicular pe profil se transforma in caldura – incalzire cinetica).

Incalzirea cinetica (Δt) a partilor frontale ale aripilor avionului, in aer lipsit de picaturi de apa, pentru diferite viteze ale avionului, este aproximativ urmatoarea:

V(km/h)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$\Delta t(^{\circ}\text{C})$	0.4	1.8	3.5	6.2	9.6	13.9	19.0	24.6	31.2	38.7

In norii constituiti din picaturi de apa, incalzirea cinetica este cu 30-40% mai mica decat in afara norilor, din cauza evaporarii partiale sau totale a picaturilor de apa care izbesc avionul. Din cauza incalzirii cinetice, temperatura in punctul critic (numita temperatura de franare) este mai ridicata decat in aerul inconjurator; pe masura indepartarii de acest punct, ea scade, astfel ca partea frontala a aripii givreaza mai greu decat spatele ei. Daca in punctul critic temperatura este pozitiva, iar la o mica distanta ea este negativa, pe bordul de atac apa nu ingheata, ci este suflata spre partile mai reci ale planului. In acest caz, gheata se formeaza pe ambele parti ale bordului de atac. Atunci cand in punctul critic temperatura este negativa, iar in nori continutul de apa este mare, gheata se depune si pe bordul de atac, sub forma de ciuperca.

Efecte asupra aeronavei:

Givrajul poate afecta: bordul de atac al aripilor, ampenajul sau elicele, parbrizul, antenele radio si radar, tubul Pilot si carburatorul sau reactorul. Cand se depune pe aripi si ampenaj, modifica forma suprafetei portante; acestea sunt construite intr-o anumita forma pentru permiterea scurgerii normale a aerului de-a lungul suprafetelor superioare si inferioare. Odata aparuta, gheata se ingroasa si se extinde treptat, pana cand suprafetele devin complet deformate. Astfel scurgerea aerului devine dislocata, rezistenta la inaintarea creste, portanta scade.

Pericolele pe care le reprezinta gheata, se datoreaza mai mult formeii depunerii, decat cantitatii. Intrucat coeficientul aerodinamic devine minim, viteza de angajare a avionului creste.

Cand se formeaza pe palele elicelor in zbor, nu se poate observa acumularea, dar se vede pe coiful elicei. Pala poate deveni rotunjita, deci ineficienta inaintarii avionului. Depunandu-se neregulat pe elice, incep vibratii exagerate ale motorului si zgomot datorita proiectarii ghetii pe fuselaj. Zborul devine periculos datorita deformarii palelor.

Când se formează pe parbriz, acumularea gheții reduce vizibilitatea pilotului.

Când se formează pe antena radar, împiedică funcționarea acestuia. Pe antenele radio acumularea gheții împiedică adesea comunicările radio până la întreruperea lor.

Gheata care se formează în tubul Pitot, jenează indicatorul de viteză a avionului față de aer. Gheata îngrosându-se, diminuează scurgerea aerului și falsifică indicațiile de viteză.

Procedura

Să presupunem că apare o pierdere progresivă de putere urmată de un mers neregulat ceea ce indică givrajul carburatorului. Se va curăța motorul folosind următoarea procedură:

- a) se lasă maneta de gaze în poziția actuală;
- b) se aplică la maximum încălzirea carburatorului iar pilotul trebuie să fie pregătit pentru o pierdere de putere, în continuare, însoțită de un mers și mai neregulat;
- c) dacă givrajul carburatorului persistă se va mări temperatura la motor prin:
 - împingerea ușoară a manetei de gaze până la puterea maximă, avându-se grijă să nu se gripeze motorul
 - urcarea în scopul reducerii fluxului de aer și răcirii, și
 - saracirea amestecului, dar atenție să nu se oprească motorul, deoarece ar fi dificil să fie pornit din nou.
- d) se va zbura pe cât posibil evitând norii și ploaia
- e) când motorul începe să meargă normal se revine la zborul la orizontală, se reglează amestecul și se selectează aer rece. Se verifică ca turajul motorului să ajungă la valoarea normală.
- f) se va urmări modul cum decurge givrajul carburatorului și la intervale regulate se va aplica încălzirea carburatorului în scopul de a se preveni formarea mai importantă de gheață.

Informații de bază

Givrajul carburatorului. Givrajul carburatorului a constituit cauza multor accidente de aviație. Efectele givrajului carburatorului la motoarele cu piston constau în :

- a) dereglarea raportului combustibil/aer în sensul că se ajunge la un amestec bogat care în final va opri motorul;
- b) formarea de gheață care ar putea să împiedice deplasarea manetei de gaze.

Deși în practică se vorbește despre givrajul carburatorului, în realitate există trei tipuri separate de formare de gheață care pot afecta în mod negativ motorul cu piston care folosește carburator de tip conventional. Ele sunt :

- a) givrajul manetei de gaze;

- b) givrajul de impact;
- c) givrajul evaporării combustibilului.

Gheata se poate forma în carburator, chiar la temperaturi pozitive ale aerului și chiar în zbor pe timp senin. Aerul scurgându-se rapid în carburator (unde se consumă căldura și datorită evaporării carburantului), dilatăndu-se se reduce mult temperatura, ducând la sublimarea vaporilor de apă pe pereții interni. Givrajul carburatorului determină pierderea treptată a puterii și deci scăderea vitezei în raport cu aerul. Micșorarea puterii motorului și chiar oprirea lui se pot produce chiar la temperaturi pozitive (până la $+15^{\circ}$) din cauza scaderii bruste a temperaturii carburatorului prin evaporarea combustibilului și destinderea acestuia. Apariția givrajului este semnalată de scăderea arbitrară a presiunii la admisie.

Givrajul manetei de gaze. Oricine a avut bicicleta a putut să constate că la umflarea unui cauciuc pompa se încălzește. Acest lucru se datorează faptului că prin comprimarea aerului căldura conținută este concentrată într-un volum mai mic. Invers, când prin orice mijloc, presiune este micșorată iar volumul de aer se mărește, căldura conținută în acel volum se diluează și temperatura scade. Acesta este înțelesul încălzirii sau răcirii adiabatice.

Una din funcțiunile carburatorului constă în vaporizarea combustibilului și în amestecul cu aer într-o proporție corectă pentru ardere. Acest proces se produce în tubul clapetei de aer care folosește principiul venturi pentru crearea unei scaderi a presiunii în zona jetului de combustibil. Această scădere de presiune și scădere de temperatură asociată atinge cea mai mare valoare atunci când maneta de gaze este redusă, existând și riscul de îngheț a umezelei prezente în aer. De aceea givrajul manetei de gaze se produce cel mai probabil atunci când maneta este redusă, cum ar trebui de exemplu pe timpul unei coborări sau planari.

Givrajul de impact. Acesta apare atunci când aerul umed vine în contact cu piesele din sistemul de intrare al aerului care se află sub temperatura de îngheț (intrarea aerului, supapa de aer cald/rece, ecranul carburatorului, jigloare și maneta de gaze însăși). Givrajul de impact se produce cel mai probabil în ninsoare, lapovită sau când există un raport corect între umezeala și temperatura, în nori sau ploaie. Condițiile cele mai ideale pentru aceasta și deci cele mai periculoase sunt atunci când există o temperatură de -4°C în prezența unor picături mici de apă supracită, apa lichidă sub 0°C care îngheață la impact.

Givrajul prin evaporarea combustibilului. Acțiunea prin care se transformă benzina în vapori de combustibil reclamă pierdere de căldură, lucru care poate fi demonstrat foarte simplu dacă se suflă peste o mână care a fost înmuiată în benzina sau chiar apă. Acțiunea de vaporizare va fi resimțită sub forma unei scaderi în temperatură. La carburator, căldura necesară pentru vaporizarea

combustibilului este luata din fluxul de aer care se scurge prin tubul cu clapeta. Cu conditia sa existe conditiile corespunzatoare de umezeala si de temperatura a aerului se va forma gheata care va acoperi toate piesele carburatorului din drumul sau.

Pericolul real al acestei forme de givraj a carburatorului consta in dificultatea de a convinge pilotii ca el poate sa apara si pe timp de cer senin cu conditia sa existe o umiditate de minim 60%. O umiditate mai mare creste si mai mult riscul de aparitie a acestui givraj.

Efectele combinate ale acestor trei forme de givraj pot fi aratate pe scurt spunand ca intr-un fel sau altul givrajul carburatorului se poate produce in gama de temperaturi intre +30°C si -18°C, umiditatea mare intensifica riscul de givraj al clapetei de admisie, iar givrajul se produce mai usor cand maneta de gaze este redusa.

Caracteristici constructive in scopul evitarii givrajului carburatorului

Cel mai bun mijloc pentru a se evita givrajul carburatorului consta in eliminarea lui si inlocuirea cu un alt aparat cu ajutorul caruia sa se faca amestecul dintre combustibil si aer. Astfel, injectarea directa in cilindrii care nu numai ca elimina givrajul manetei de gaze si al evaporarii combustibilului dar asigura un consum de combustibil mai economic decat carburatorul conventional. Totusi si aici ramane posibilitatea formarii givrajului de impact care la avioanele mai mari este rezolvata prin incalzirea electrica a admisiei de aer.

La unele avioane se pune un ecran din sarma impletita in fata admisiei aerului. Daca ecranul givreaza, aerul poate patrunde prin jurul lui. in caz extrem, cand se blocheaza cu gheata si spatiul din jurul ecranului, se foloseste o sursa de intrare a aerului de rezerva, care este situata undeva in capota motorului.

La cele mai multe avioane mici monomotoare prevenirea si inlaturarea givrajului carburatorului se realizeaza printr-o sursa de aer cald cu ajutorul unei supape plate care este actionata din cabina cu ajutorul comenzii incalzirii carburatorului. Cand aceasta se afla pe pozitia "rece" aerul rece intra in carburator in mod normal. Cand se afla pe pozitia "cald" supapa blocheaza intrarea aerului rece si permite intrarea unui aer care a trecut printr-un incalzitor compus dintr-o cutie amplasata in jurul tevii de evacuare. Din descrierea de mai sus reiese ca este posibil sa se furnizeze aer cald numai atat timp cat motorul functioneaza. Un motor oprit in urma givrajului carburatorului se va raci imediat, deci nu va mai furniza caldura pentru inlaturarea givrajului format la admisie.

Folosirea incalzirii carburatorului

In legatura cu folosirea incalzirii carburatorului se potriveste foarte bine o expresie din Shakespeare adaptata la aviatie :*"a folosi sau a nu folosi, iata intrebarea"*.

Sunt cateva motive pentru aceasta, unul din ele fiind necesitatea economiei de combustibil. Un motor cu piston realizeaza puterea prin expansiunea gazelor in cilindri, cu cat mai mare este aceasta expansiune cu atat

mai mare va fi și puterea motorului. O posibilitate de a obține o bună expansiune constă în a introduce în cilindri aer rece și deci dens. Orice încercare de preîncălzire a aerului va duce la o micșorare a greutății încărcăturii de aer introdusă în cilindri și în consecință la o reducere de câteva sute de ture la viteza motorului. Este adevărat că pe timpul zborului de croazieră această pierdere de putere poate fi înlăturată prin împingerea mai mult în față a manetei de gaze dar prin aceasta se mărește mult consumul de combustibil. De aici se vede că atunci când este necesară puterea maximă sau o putere economică de urcare/croazieră, aerul care intră în cilindri trebuie să fie cât mai rece (și deci cât mai dens) posibil.

La avioanele unde este montat un indicator al temperaturii aerului la motor toată problema constă în a folosi comanda de încălzire astfel încât tot timpul temperatura să se afle între limitele stabilite. La avioanele unde nu există acest aparat se recomandă să se folosească regulile arătate mai jos :

Faza de zbor

Folosirea încălzirii carburatorului

Pornirea și rulajul

Se va folosi întotdeauna aer rece. când se selectează aer “cald” se elimină filtrul de aer, deci există riscul ca în motor să patrundă diverse pietricele, obiecte ,etc.

Încălzirea motorului

Totdeauna se va verifica încălzirea carburatorului (de obicei la 1800-2000 rot/min). Trebuie să existe o scădere în turaj atunci când se aplică în plin încălzirea, sau în cazul elicelor cu pas variabil, o scădere în indicațiile manometrului. Dacă după aceasta urmează o creștere a indicațiilor înainte de trecere pe aer rece înseamnă că există givraj, deci se consideră că la nivele joase există un givraj puternic.

Decolarea

Constituie o practică bună, aceea de a aplica complet încălzirea carburatorului timp de câteva secunde, imediat după decolare. Această acțiune are o importanță mai mare când există o mare umiditate. În cazuri extreme cum ar fi de exemplu prezenta ploii care îngheață, se va folosi încălzirea în conformitate cu condiția ca performanțele la decolare să permită decolarea pe lungimea de pistă existentă cu toată reducerea de putere care apare în urma aplicării încălzirii carburatorului. Folosirea încălzirii carburatorului la decolare este limitată numai la

conditii anormale. In mod normal decolarea trebuie sa fie efectuata in aer rece.

Urcarea

Pilotul trebuie sa se astepte la givrajul carburatorului cand se stie ca umiditatea este mai mare de 60% sau cand se urca prin nori, ninsoare sau ploaie care ingheata. La avioanele pe care este montat indicator al temperaturii aerului carburatorului este necesar ca indicatiile sa fie mentinute intre limitele stabilite. La avioanele unde nu exista acest aparat se va aplica complet incalzirea carburatorului la intervale lasand intre ele cel putin 5 secunde pentru a se observa cresterea turajului in cazul existentei givrajului.

Zborul de croaziera

Se va adopta o procedura similara cu cea de pe timpul urcarii. In toate situatiile trebuie ca in mod regulat sa se verifice daca exista givraj prin aplicarea completa a incalzirii, in afara de cazurile cand la avion este montat indicator al temperaturii aerului din carburator cu ajutorul caruia se poate stabili temperatura corecta.

Angajarea ,vria, planarea

Se va aplica incalzirea completa inaintea oricarei manevre care cere reducerea manetei de gaze si se va mentine asa pana la repunerea puterii. Pe timpul planarilor prelungite, se va impinge in fata maneta de gaze la intervale regulate pentru a se preveni supracalzirea. Trebuie sa se tina minte ca nu poate exista incalzirea carburatorului de la un motor rece.

Coborarea cu putere

Se va proceda similar ca la urcare.

Apropierea si aterizarea cu ajutorul motorului

Totdeauna se va verifica daca carburatorul este givrat prin aplicarea completa a incalzirii carburatorului pe latura mare, dar se va reveni la "rece" pentru apropiere. Acest lucru este important in special pe timpul unei zile calduroase cand este posibil ca incalzirea carburatorului sa produca detonatii. Cand se stie ca exista conditii de givraj puternic trebuie sa se foloseasca complet incalzirea carburatorului pe timpul apropierii, iar la avioanele pe care se afla montat indicator al temperaturii aerului

din carburator sa se mentina aceasta temperatura intre limitele de siguranta.

Ratarea

In afara de situatia cand exista un givraj puternic se va folosi aer rece pentru a se obtine puterea maxima.

Dupa aterizare

Pe timpul verificarilor de dupa aterizare se va lasa comanda de incalzire pe pozitia "rece".

Instructiunile de mai sus nu sunt asa de complicate cum par la prima vedere. In esenta ele se refera la urmatoarele:

- a) Ori de cate ori motorul este reglat intre puterea moderata si maxima se va folosi aer rece in afara de cazurile cand se stie ca exista un givraj puternic;
- b) In toate conditiile meteorologice se va aplica incalzirea completa inainte de reducerea completa a manetei de gaze.
- c) Pe timpul urcarii, zborului de croaziera, sau coborarii cu putere, in mod regulat se va verifica prezenta givrajului.
- d) Pe timpul incalzirii motorului la sol se va folosi aer rece, pentru ca aerul sa fie filtrat de impuritati, exceptie facand operatia de verificare a functionarii incalzirii carburatorului.
- e) In afara de cazurile cand la avion se afla montat indicator al temperaturii aerului din carburator, niciodata nu se va folosi o reglare pe cald (o pozitie intermediara a manetei de incalzire a carburatorului), deoarece prin aceasta se poate ridica temperatura astfel incat mai degraba sa ajunga intre limitele de givraj si nu deasupra lor.

Simptome de givraj a carburatorului

Desi semnele care avertizeaza despre givrarea carburatorului difera de la un motor la altul, in prima etapa toate se caracterizeaza printr-o pierdere treptata de putere. Cand avionul are o elice cu pas variabil turajul va ramane constant dar va apare o reducere la indicatiile manometrului. In zborul de croaziera, de asemenea, apare tendinta ca avionul sa piarda inaltime, sau cand acest lucru este impiedicat prin retrimerare, sa piarda viteza. Daca se permite sa se produca acumularea de gheata, se ajunge la un amestec bogat care duce la un mers neregulat si, in final, la o pierdere completa de putere.

Dispersarea givrajului carburatorului

Givrajul carburatorului, in etapele initiale, se va dispersa rapid cand se aplica incalzirea completa. Pe de alta parte, daca se lasa ca motorul sa ajunga in situatia de mers neregulat cu o mare pierdere de putere, prin aplicarea incalzirii carburatorului, initial se pare ca situatia se inrautatesteste. Puterea va scadea si mai mult din cauza aerului cald, imbogatind si mai mult amestecul deja suprabogat si

injecția în cilindri de gheață topită și apă. Trebuie să se reziste tendinței de a se reveni cu maneta de comandă pe “rece” deoarece dacă motorul îngheață, se oprește și deci este necesar să se aterizeze forțat, fără putere. O formație mare de gheață are efectul de a altera forma tubului cu clapeta astfel încât poate împiedica deplasarea clapetei și deci a manetei de gaze, sau chiar dacă aceasta se poate deplasa, se poate bloca fluxul de aer și este posibil ca motorul să se oprească și să fie imposibil să mai poată fi pornit. În stadiul avansat givrajul carburatorului poate fi comparat cu un foc care se stinge și dacă nu se iau măsuri imediate se va răci atât de mult încât nu va exista căldură suficientă pentru topirea gheții. Un factor care contribuie la acest lucru este faptul că amestecul bogat are efectul de a scădea temperatura de lucru a motorului. Este clar că un amestec sarac are un efect invers. Din această cauză, în situațiile de givraj serios al carburatorului temperatura motorului ar putea fi crescută prin saracirea treptată a amestecului, având grijă ca această suprarăcire să nu ducă la oprirea motorului. Răcirea provocată de aer ar putea fi redusă prin urcarea cu o viteză scăzută (dacă condițiile meteo permit). Dacă este necesar să se regleze maneta de gaze acest lucru va fi făcut numai după ce puterea a revenit aproape de valoarea normală, după îndepărtarea givrajului de la motor trebuie să se aibă grijă ca aceasta să nu se depună din nou.

Givrajul celulei

Multe din avioanele mici monomotoare sau chiar bimotoare nu sunt echipate să zboare în condiții în care este probabil să se producă givrajul celulei. De aceea, când un avion de acest tip este expus la givraj puternic avem de-a face cu o situație de urgență în adevăratul înțeles al cuvântului. Există patru feluri principale de givraj al celulei ce pot să apară când avionul se află în zbor sau chiar pe sol. Este posibil chiar să apară mai multe feluri de givraj în același timp. Principalele feluri de givraj ale celulei sunt :

- a) chiciura;
- b) givrajul opac;
- c) givrajul translucid;
- d) lapovita.

Starea celulei

Deși pentru performanțele zborului în sine starea celulei are o influență mai mică, pentru pilot aceasta are o influență hotărâtoare, în special pentru zborurile de durată. Astfel, dacă starea învelișului aripilor și fuselajului are o oarecare importanță în atenuarea performanțelor de zbor, prin determinarea apariției premature a desprinderii stratului limită cu consecința creării de turbioane ce au ca rezultat final o creștere a rezistenței aeronavei, pentru pilot este important ca celula să creeze o stare de plăcere a zborului.

Pe aceste considerente, pilotul, înainte de decolare își pregătește cabina în mod corespunzător pentru a putea efectua zborul fără a întâmpina dificultăți în manevrarea dispozitivelor necesare zborului. Pilotul va lua hărta și o va pune la

indemana pentru a o studia in orice moment fara a fi nevoit sa efectueze manevre/operatiuni suplimentare. De asemenea, toate dispozitivele necesare zborului sunt aranjate in cabina de asa natura incat sa fie utilizate si manevrate cu usurinta.

Efectele givrajului celulei

Pe timpul formarii tuturor tipurilor de givraj ale celulei, temperatura suprafetelor avionului reprezinta un factor mai important decat temperatura aerului inconjurator.

Givrajul se produce mai mult pe suprafetele subtiri decat pe cele groase, din aceasta cauza aripile si ampenajul sunt afectate mai mult decat fuselajul care nu givreaza. Deteriorarea scurgerii aerului in jurul profilului aripilor are efectul de a creste rezistenta la inaintare, micsorarea portantei, produce lovituri in timp ce depunerile de pe ampenaj micsoreaza in mod considerabil eficienta comenzilor. cand directia, profundorul si eleroanele sunt de tipul cu invelis un givraj mai puternic poate bloca comenzile.

Evitarea givrajului celulei

Cand se zboara cu un avion care nu este dotat cu echipament de protectie contra givrajului, aparitia givrajului poate fi evitata in primul rand prin planificarea zborului si in al doilea rand prin cunoasterea metodelor de utilizat pe timpul zborului. Prevederea meteo trebuie sa contina urmatoarele amanunte referitoare la givraj :

- a) nivelul de inghet;
- b) probabilitatea de givraj exprimata in clar:
 - Givraj puternic;
 - Givraj moderat;
 - Givraj slab.

Cand se asteapta ca in norii in care se intra temperatura sa fie 0°C sau sub 0°C este posibil sa se produca givraj al celulei. Situatia cea mai proasta este in nori cumulus desi givrajul produs in norii nimbo-stratus poate fi foarte puternic.

Cel mai putin probabil sa se produca givraj al celulei este atunci cand temperatura aerului este mai mare de 0°C sau sub -15°C.

La temperaturi scazute sub cea de inghet, umezeala se prezinta sub forma de cristale de gheata sau zapada, nici una din ele nedepunandu-se pe celula.

Masuri ce trebuie luate cand se formeaza givraj (la avioanele fara echipament de protectie contra givrajului)

In cazul cand a fost necesar sa se zboare printr-o zona unde s-a produs givraj al celulei, este necesar sa se recunoasca tipul acestui givraj. Daca este opac, probabil ca nu este puternic. In cazul cand este vorba de un givraj translucid este necesar sa se ia masuri imediate de :

- a) a se iese din zona respectiva daca este posibil;
- b) a se urca sau cobora in afara nivelului de inghet.

La cele mai multe avioane usoare, care au o putere limitata, dupa depunerea givrajului probabil ca este mai usor sa coboare, cu conditia ca relieful terenului sa permita acest lucru.

Cand un front produce lapovita intotdeauna mai sus se afla un strat de aer mai cald si, daca este posibil, ar fi bine ca intr-o asemenea situatie sa se urce deasupra bazei norului. In nici un caz nu trebuie sa se zboare paralel cu frontul de acest fel, prin lapovita, deoarece ea reprezinta conditia ideala pentru formarea givrajului translucid. Cel mai bine este sa se ceara vectorizare organelor de trafic care ar putea ghida avionul catre o zona in care sa se poata face coborarea sub nivelul de inghet, in siguranta.

Echipamentul de protectie contra givrajului celulei se imparte in doua grupe:

- a) *Contra givrajului*, deci echipamentul folosit pentru prevenirea formarii givrajului;
- b) *Pentru degivrare*, care este folosit pentru a proteja suprafetele vulnerabile ale celulei, prin spargerea givrajului la anumite intervale.

Echipamentul contra givrajului. Cel mai simplu echipament de acest fel care poate fi gasit pe majoritatea avioanelor usoare este incalzitorul tubului pitot, o piesa care nu trebuie sa fie givrata niciodata. Alte zone care cer o protectie similara sunt parbrizul si admisia aerului la motor. Aceasta forma de echipament contra givrajului poate fi gasita numai pe avioanele mari si mai complexe desi principiul de lucru al sistemului este similar cu cel de la tubul pitot adica curentul electric este folosit pentru a incalzi un element de incalzire care ridica temperatura suprafetelor respective la valori peste 0°C prevenindu-se astfel formarea ghetii. Dar sistemul cere un consum mare de energie electrica si din acest motiv el nu este utilizat la avioanele mici.

Echipamentul pentru degivrare. Zonele tipice care sunt protejate de un astfel de echipament sunt bordurile de atac ale aripilor, ampenajul orizontal si deriva iar metodele folosite sunt :

- a) lichid pentru dispersarea givrajului;
- b) termala (folosind caldura de la motor);
- c) incalzire electrica;
- d) pneumatica.

Prin mentinerea unui ciclu intermittent de lichid, incalzire, curent electric, presiune pneumatica este posibil ca avionul sa zboare continuu prin conditii de givraj pana la autonomie maxima. Echipamentul permite o givrare modesta care la intervale de timp este inlaturata inainte ca ea sa atinga proportii periculoase.

Echipamentul pentru degivrare folosit la avioanele mici este aproape intotdeauna de tip pneumatic fiind constituit din suprafete de cauciuc care se

umfla și se desumfla printr-o supapă de ciclare, spargând gheata la intervale de timp care pot fi comandate de pilot în funcție de situație. Presiunea de aer necesară pentru funcționarea sistemului poate fi furnizată de o butelie de aer încărcată la sol sau, în anumite cazuri, de către pompe acționate de către motor.

Instalația de degivrare pneumatică micșorează greutatea încărcăturii comerciale precum și viteza de croazieră.

Echipamentul de degivrare a elicei. Palele elicei sunt de fapt aripi rotative și deci bordul lor de atac este susceptibil la depunerea de gheață la fel ca aripile sau suprafața ampenajului. Echipamentul pentru degivrarea elicei se compune dintr-un rezervor cu lichid de dispersare a gheții, o mică pompă electrică comandată de către pilot și un inel cu guri de descărcare a lichidului către îmbrăcămintea de cauciuc fixate la bordurile de atac ale palelor elicilor.

Când este detectat givrajul (de obicei prin vibrație), echipamentul pentru degivrare va fi folosit mai înainte ca formarea de gheață să atingă astfel de proporții încât prin îndepărtarea gheții să se ajungă a fi aruncate spre fuzelaj bucăți mari, care pot deteriora învelisul.

Echipamentul de protecție contra givrajului celulei trebuie să fie verificat pe timpul checklistului înainte de zbor. Când a început să se formeze givraj nu mai este timp să se descopere că nu există presiune în butelia de aer.

Concluzie

Atenție la givrajul carburatorului. Trebuie să se cunoască utilizarea echipamentului pentru degivrare și să se aprecieze condițiile care duc la formarea gheții pe celulă. Fără echipament de degivrare nu trebuie să se zboare când se prevede givraj.

Givrajul instalațiilor de captare a presiunilor necesare funcționării instrumentelor de bord (tub Pitot), poate scoate din funcțiune vitezometrul, variometrul, altimetrul și alte instrumente care funcționează prin presiunile culese de la Tubul Pitot.

Givrajul parbrizului și al ferestrelor are ca urmare scăderea vizibilității, uneori după ce se intră în zona de depunere de gheață pe parbriz, gheata se depune și formează o crustă opacă, mai ales la temperaturi cuprinse între 0°C și -10°C.

Dacă la ieșirea din zona de givraj, temperatura continuă să rămână sub 0°C, gheata nu se înlătură. Pot givra și geamurile interioare, dacă în cabina temperatura este de 0°C. Gheata se formează chiar și pe cadranele instrumentelor de bord.

Efectul flapsului

Utilizând flapsul se constată că acesta modifică curbura profilului aripii, element necesar pentru a putea reduce viteza sub cea minimă zborului orizontal.

Prin modificarea curburii profilului se mărește valoarea coeficientului C_{zm} utilizabil.

Pentru construcțiile la care flapsul se deplasează spre spate, odată cu mărirea curburii se realizează și creșterea suprafeței portante, ceea ce determină o creștere suplimentară de portanță. De asemenea, odată cu brăcarea flapsului se mărește unghiul de incidență de portanță nulă și consecința este că se micșorează unghiul critic (i_{crit}).

Givrajul unui reactor se produce în aceleași condiții ca și givrajul extern. Este periculos în turboreactoarele cu compresor axial, la care gheata se formează pe ajutorul de intrare, reducând secțiunea prizei de admisie a aerului. Rezultă o tracțiune redusă a motorului și o temperatură excesivă a turbinei care astfel se poate defecta.

În concluzie givrajul poate afecta aeronavele prin:

- a) reducerea coeficientului aerodinamic al avionului;
- b) reducerea portanței;
- c) creșterea vitezei de angajare;
- d) creșterea consumului de carburant;
- e) reducerea posibilităților de manevră.

De aceea în zbor trebuie să se evite virajele și urcările abrupte, iar la coborâre să se mențină viteze suficient de mari în raport cu aerul pentru evitarea angajării. Orice avion este prevăzut cu un echipament de degivrare fie mecanic, termo-electric sau chimic.

Cu toate acestea orice pilot trebuie să cunoască condițiile meteorologice în care se produce givrajul, tipurile de givraj și modul de evitare a acestuia.

Indicații privind zborul în condiții de givraj

- a) se ocolește zona sau se zboară sub izoterma de 0°C ;
- b) vara se coboară, iarna se urcă, dacă este posibil;
- c) în nori trebuie evitată zona dintre izotermele 0°C și -15°C , după informarea dată de meteorolog sau calculând poziția acestor izoterme după temperatura de la sol și rata scăderii temperaturii pe verticală (gradientul termic);
- d) la decolare sau la aterizare, trecându-se prin norii care dau givraj trebuie marită viteza pentru scurtarea timpului prin astfel de condiții;
- e) când decolarea are loc în partea din vânt, trebuie să se evite zona periculoasă, urcându-se la distanță față de munți; de asemenea la coborâre, mai ales în partea de sub vânt, trebuie păstrată distanță față de creastă și față de pantă;
- f) în cazul ploii suprarăcite, trebuie să se urce în aerul cald de deasupra suprafeței frontale (deasupra izotermei de 0°C), unde se recomandă să se zboare, mai sus fiind de asemenea periculos;

- g) ploaia care ingheata inainte de caderea pe avion, nu reprezinta pericol prea mare, nefiind aderenta; in acest caz, nu se urca, pentru ca mai sus ploaia este lichida si supraracita;
- h) lapovita este periculoasa mai ales datorita scaderii vizibilitatii atunci cand se depune pe parbriz.
- i) cand avionul intalneste zapada moale trebuie sa urce, mai sus fiind zapada uscata mai putin aderenta fata de avion.

Un avion care stationeaza la sol, poate fi givrat datorita brumei, poleiului, zapezii. Depunerile de gheata pe avion intensifica depunerea givrajului atunci cand acesta intra in nori. De aceea, inaintea decolarii, avionul trebuie degivrat.

Pentru zborul pe ruta si la aterizare trebuie cunoscute conditiile meteo cu privire la nori, precipitatii si pozitia izotermelor de 0°C si -15°C .

Ceata

Ceata este *suspensia* formata din picaturi de apa si/sau cristale de gheata care este situata in stratul de aer din apropierea solului si care reduce vizibilitatea sub 1000 m.

Atunci cand vizibilitatea este cuprinsa intre 1 si 10 km se utilizeaza termenul de aer cetos. In aeronautica termenul de aer cetos se utilizeaza atunci cand vizibilitatea este cuprinsa intre 1 si 5 km inclusiv.

Intensitatea cetei dupa gradul de slabire a vizibilitatii orizontale, se apreciaza astfel:

- a) slaba (500-1000 m);
- b) moderata (200-500 m);
- c) deasa (50-200 m);
- d) foarte deasa (sub 50 m).

Ceata se formeaza si se dezvoltă in masele de aer stabile, caracterizate prin inversiuni de temperatura (de radiatie sau advecție) in straturile inferioare ale atmosferei. Ea se mentine atata timp cat lipseste miscarea ascendenta a aerului, determinata de convecție sau turbulenta.

Ceata se formeaza atunci cand tensiunea partiala a vaporilor de apa -e atinge valoarea maxima ($e = E$ sau $R = 100\%$). Aceasta se realizeaza prin:

- a) racirea aerului (T scade – E scade); in atmosfera racirea aerului se realizeaza prin: radiatie, advecție si detenta sau destindere adiabatica (t scade prin scaderea presiunii);
- b) aport de vapor de apa (evaporare – e creste); in atmosfera cresterea cantitati de vapor de apa se realizeaza prin evaporarea precipitatiilor sau prin evaporarea de pe suprafete de apa sau de pe solul umezit;
- c) prezenta simultana a celor doua procese: prin amestecul a doua mase de aer (t scade si e creste-ceata formata la trecerea frontului cald).

Influenta cetei asupra zborului

Mijloacele ultraperfecionate de la sol, instalatiile si aparatura de la bordul aeronavelor moderne creeaza conditii optime pentru ca zborul sa fie posibil atat ziua, cat si noaptea in aproape orice conditii meteorologice .

Zborul in conditii de ceata (vizibilitate redusa) este mult ingreunat atat de imposibilitatea orientarii dupa repere, cat si de senzatiile false provocate de perceptia organelor de simt umane .

Organele de echilibru ale omului nu pot face deosebirea intre forta de gravitatie si forta centrifuga, de asemenea nu pot percepe viteza uniforma ci numai schimbarile de viteza. Deficientele organelor de echilibru pot genera o serie de senzatii false. Cand lipsesc reperele de referinta, inclinarea avionului chiar cu 20-30°C lateral sau cu 10-15° C in fata sau pe spate, poate sa nu fie sesizata de pilot, ba mai mult este posibil ca el sa aiba impresia inclinarii in partea opusa .Sunt, de asemenea, relativ frecvente cazurile cand desi aparatul se gaseste in pozitie normala de zbor, pilotul are senzatia de inclinare, iar uneori de zbor pe spate. Mai sunt cu putinta si alte iluzii: aprecierea eronata a inaltimei unor repere aflate la aceeasi altitudine, luminile izolate care nu se afla in axul de zbor, cand sunt folosite pentru orientarea in spatiu, pot sa fie inselatoare si sa atraga o abatere si o inclinare laterala , urmata de pierderea inaltimei, etc.

Din aceste considerente, zborul fara vizibilitate (prin ceata), fara anumite instrumente de bord (indicator de viraj, altimetru etc.) este interzis, iar la cele prevazute cu acestea, echipajul trebuie sa stie sa se elibereze de senzatiile false, privind pozitia si starea de miscare a avionului, pe care i le dau simturile.

Ceata reprezinta un element periculos la decolare si mai ales, in faza procedurilor de apropiere, in special apropierea finala si aterizarea. De asemenea in conditii de ceata atat la sol cat si in zbor la temperaturi negative exista pericolul de givraj.

Ceata de radiatie inalta prezinta importanta mai ales prin frecventa ei neregulata si aparitia ei ca "pete" care se intind pe suprafete mari. Din avion se vad bine luminile de la sol, malurile raurilor si unele repere mai proeminent conturate , dar atunci cand se intra in stratul de ceata vizibilitatea orizontala este foarte redusa. Pamantul se vede mai bine cand se zboara la o inaltime mare (punctul O) si mai slab cand se zboara la o inaltime mai mica (punctul H) :

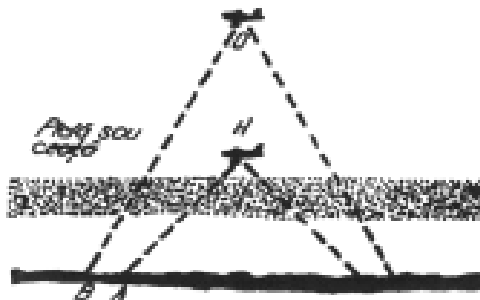


Fig 2.44. Influenta cetei asupra vizibilitatii orizontale

În cursul după-amiezilor sunt scurte perioade în care se produc sparturi în stratul de ceață. Prognoza localizării și durabilității unei singure sparturi într-un strat extins de ceață este imposibilă în mod practic deoarece asemenea sparturi se produc la întâmplare. Pentru evitarea unor asemenea situații este necesar ca avioanele care zboară către aeroporturile înconjurate de ceață să aibă o rezervă de combustibil pentru a se putea întoarce (în caz de nevoie) sau pentru a putea ateriza pe alte aeroporturi.

Ceața de advecție fiind densă și ocupând suprafețe mari, este mai periculoasă decât ceața de radiație. Deoarece există și posibilitatea ca vântul să extindă ceața pe suprafețe mari, acoperind și aerodromul de aterizare, echipajul trebuie să fie pregătit în vederea aterizării pe aerodromul de rezervă. Dacă ceața apare înaintea începerii activității de zbor, nici un avion nu va mai decola.

Ceața de advecție devine însă un fenomen periculos atunci când apare pe neașteptate, surprinzând avioane în zbor. Deoarece o procedură de apropiere, în toate fazele ei, presupune precizie în menținerea elementelor specifice aerodromului sau impuse de către organul de trafic, respectiv conducătorul de zbor, apariția cetei în astfel de momente poate deveni extrem de periculoasă în ceea ce privește securitatea aterizării și implicit a personalului navigant. Datorită faptului că ceața va reduce vizibilitatea considerabil, va obliga echipajul să piloteze după aparate. Pilotarea avionului după aparate este de mare ajutor în toate cele trei faze ale procedurii de apropiere, dar de la faza finală și până la luarea contactului cu pista echipajul trebuie să piloteze la vedere. Dacă ceața este foarte densă se impune redirecționarea aeronavei spre un alt aerodrom pentru o aterizare în deplină siguranță. În timp ce sub plafonul de nori se poate executa zborul la vedere (mai ales dacă se cunoaște relieful), în ceața acest lucru nu este posibil, deoarece stratul de ceață începe de la nivelul solului.

Uneori ceața apare puțin densă, încât din aer se vad relativ bine obiectele de pe sol, fapt care poate tenta pe piloți să renunțe la zborul instrumental, trecând la zborul la vedere. Aceasta este o greșeală inadmisibilă, deoarece în momentul intrării în stratul de ceață pilotul risca să nu-și mai dea seama de poziția avionului în spațiu. Pentru dispărarea cetei de pe aeroporturi și deci pentru asigurarea continuității traficului aerian, până în prezent s-au experimentat cinci procedee: tehnic, higroscopic, insamantarea cu nuclee artificiale de condensare și cristalizare, al epurării mecanice și cel acustic.

Toate aceste metode sunt foarte costisitoare, prezentând o eficiență redusă, motiv pentru care nu se folosesc în practică, ceața constituind în continuare o problemă pentru navigația aeriană.

Pentru a se evita influența nefastă a cetei asupra activității de zbor este bine a fi reținute următoarele recomandări atât de către meteorologi cât și de către personalul navigant:

- a) înainte de începerea activității de zbor să se aibă în vedere prevederea meteorologică;
- b) să se cunoască condițiile de formare a cetei și probabilitatea de formare a acesteia pentru fiecare aerodrom;

- c) dacă ceața semnalată este foarte densă și aterizarea nu se poate executa în condiții de securitate să se aterizeze pe un alt aerodrom.



Fig 2.45. Vizibilitatea verticală și vizibilitatea oblică/orizontală în ceață

Influența orajelor asupra zborului aeronavelor

Pentru aviație, orajul reprezintă unul dintre cele mai periculoase fenomene meteorologice. În zonele cu fenomene orajoase, zborul prezintă greutăți mari și uneori pericole, mai ales în norii orajoși și în apropierea lor unde turbulența este puternică; precipitațiile, grindina, givrajul și descărcările electrice, asociate cu acești nori, pot de asemenea îngreuna zborul.

În norii cumulonimbus, lovirea avionului de fulger se produce de regulă, în apropierea izotermei de 0°C , dar s-a mai întâlnit și la temperaturi cuprinse între 2°C și -25°C .

Descărcările electrice afectează legăturile radio. Pentru echipaj, fulgerul prezintă pericol de ordin fiziologic, deoarece descărcarea electrică este însoțită de o scântie orbitoare cu zgomot și miros de ozon. Uneori, echipajul poate fi orbit pentru scurt timp, ceea ce duce la pierderea controlului asupra aeronavei. De asemenea, fulgerul poate, în cazul în care avionul nu este bine izolat din punct de vedere electric, dezmetiza cabina avionului, poate produce traumatizarea echipajului, degradarea aparaturii radio și chiar apariția incendiului la bord.

La sol, avioanele parcate sau ancorate pot suferi din cauza vânturilor puternice, a vijeliilor, a trăsnetului, a grindinii, iar precipitațiile torențiale pot face aerodromul impracticabil.

Iată de ce în timpul producerii fenomenelor orajoase, în general, trebuie evitat zborul prin norii cu dezvoltare verticală sau imediata lor apropiere.

Atunci când trebuie să se traverseze o regiune afectată de fenomene orajoase este necesar ca înainte de zbor să se examineze situația atmosferică și să se precizeze zonele de pe ruta unde sunt de așteptat aceste fenomene, felul (locale, frontale) și pe cât posibil intensitatea lor. În timpul zborului se va urmări cu atenție starea cerului, pentru evitarea întâlnirii pe neașteptate cu un nor orajos.

În cursul zborului, un fenomen orajos poate fi evitat prin:

- a) zborul prin și sub norii cumulonimbus este interzis;

- b) zborul sub norii cumulonimbus este interzis deoarece, chiar dacă se poate vedea extremitatea cealaltă a norului, datorită suprasolicitațiilor excesive, produse de turbulență și forfecarea vântului la care este supusă aeronava;
- c) în cazuri excepționale, zborul sub nori, dacă poate fi menținută altitudinea de aproximativ 1000 m deasupra terenului celui mai înalt, cu toate că sub nori se întâlnește turbulență, ploaie și uneori grindină;
- d) ocolirea norilor cumulonimbus trebuie să se facă la o distanță de cel puțin 10 km;
- e) trecerea printre doi nori cumulonimbus se admite numai dacă distanța dintre aceștia este de minimum 25 km;
- f) orajele identificate ca intense sau care dau o imagine puternică pe radarul de bord se recomandă a fi ocolite la o distanță de cel puțin 37 km (20 MN), în special sub zona nicovalei ori prin trecere pe deasupra nicovalei cu cel puțin 300 m (1000 ft) pentru fiecare 18,5 km/h (10 kt) ale vitezei vântului în partea superioară a norului;
- g) evitarea norilor orajosi prin zbor pe deasupra acestora este permisă numai pentru aeronave cu cabina ermetizată sau cu instalație de oxigen la bord;
- h) rutele de zbor care trec printre două oraje la distanță de 37-55,5 km (20 – 30 NM), sau mai puțin, sunt considerate cu turbulență puternică;
- i) se recomandă în mod deosebit evitarea zonelor cu descărcări electrice și a norilor orajosi ale căror varfuri vizualizate sau detectate de radar sunt la sau peste 10500 m (35000 ft);
- j) dacă nu se poate evita un oraj sau o linie de gren se recomandă alegerea unei rute cât mai scurte de traversare, manevra de întoarcere presupune un timp îndelungat în oraj și o suprasolicitare îndelungată și intensă a aeronavei.

Dacă totuși nu se poate evita zborul prin norii orajosi se recomandă următoarele:

- a) să nu se zboare în jurul izotermei de 0°C, evitându-se zonele unde fulgerele sunt mai frecvente;
- b) să se aleagă spațiile libere dintre nori, pentru evitarea patrunderii în zonele cu turbulență puternică; zona se traversează în regiunile cu precipitații slabe, în sens orizontal;
- c) în zona cristalelor de gheață de la varful norilor, ca și în apropierea nivelului de îngheț, descărcările electrice sub formă de efluvii fiind indicatorii producerii fulgerelor, să se izoleze antenele aparatelor de radio. Pentru avioanele metalice perfect izolate, riscul de a fi trasmitate este mic; pericolul este însă mare la aterizare, dacă aparatele nu sunt prevăzute cu firul de pământ.

Zborul prin fenomenele orajoase locale (de căldură). Fenomenele orajoase având un caracter local, zborul nu prezintă prea mare greutate, pilotul putând găsi spații libere printre norii orajosi. Regiunile cu turbulență puternică

(scuturături) în stratul de sub norii orajosi se determina după vartejurile de praf provocate de intensificarea bruscă a vântului în apropierea fenomenului, mai ales în zonele cu sol dezgolit. Dacă fenomenele orajoase sunt mai pronunțate, turbulenta se poate întinde de la sol până la vârful norilor; ea este mai slabă la exteriorul norilor, unde predomină mișcările descendente. Deasupra norilor, zborul este liniștit, fiind însă mai complicat atunci când în afara de Cumulonimbus există și alți nori care-i măscăază. În asemenea cazuri, zborul se poate face la înălțimi mari și mijlocii, acolo unde este posibilă ocolirea norului orajos.

Zborul prezintă greutăți mai mari atunci când masele de aer vin dinspre mare spre uscatul încălzit; fenomenele orajoase care iau naștere în asemenea condiții se deplasează cu viteze mari (peste 30 km/h) și deseori sunt însoțite de vânturi puternice la sol și în înălțime. În asemenea cazuri este necesar să se țină seama de deplasarea lor.

Zborul prin fenomenele orajoase asociate cu fronturile reci. Apariția acestor fenomene depinzând de ridicarea activă, mecanică, a aerului cald de către o masă de aer rece care înaintea, este strâns legată de frontul rece de la sol; ele se observă mai ales la niveluri joase (spre deosebire de cele asociate cu frontul cald), au o violență mare, se întind pe suprafețe vaste ca un zid neîntrerupt și sunt însoțite deseori de vijelii (spre deosebire de cele locale).

Aceste fenomene orajoase se produc într-o zonă largă, de aproximativ 50 km, și lungă de sute de kilometri de-a lungul frontului rece. În această zonă, fenomenele orajoase sunt foarte puternice în tot cursul zilei și nopții și în orice anotimp; ele pot forma, de-a lungul frontului, o zonă orajoasă continuă (linie de vijelii), ca un zid neîntrerupt de nori Cumulonimbus, gros de aproximativ 80 km și înalt de 10 km, care adesea ocupă întreaga troposferă. Din această cauză, zborul în aceste regiuni este practic imposibil. Fronturile reci de la sol, care produc asemenea fenomene, sunt precedate în mod frecvent de un front rece superior, care se mișcă înaintea frontului rece de la sol, mai ales în cazul fronturilor reci rapide și marcate printr-o discontinuitate puternică a vântului (talveguri de depresionare). De-a lungul limitei celor două sisteme de vânturi (limita a cărei intersecție cu suprafața terestră formează linia de vijelii), întinsă numai până la câteva sute de metri deasupra solului, se produce schimbarea pronunțată și violentă a direcției vântului și creșterea intensității sale; dacă limita de separație este înclinată mai abrupt, de-a lungul ei se produce o convecție locală care da naștere unui vârtej vertical, care atunci când se întinde până la suprafața pământului formează trombe.

Linia de vijelii se deplasează în aceeași direcție și aproximativ cu aceeași viteză cu talvegul. Fenomenele orajoase asociate cu fronturile reci se mișcă în general spre NE, de obicei cu vânturile superioare și cu viteză mai mare ca frontul rece (30-50 km/h), putând apărea la distanțe apreciabile de front. Ele se deplasează mai repede noaptea și deasupra mării decât ziua și deasupra uscatului. Zborul este periculos în toate zonele afectate de aceste fenomene, căci curenții verticali sunt puternici și pot cauza formarea de grindină; vârfurile norilor orajosi ating niveluri înalte (10-12 km), câteodată într-o mare parte a

troposferei, iar turbulenta, chiar sub nori, este puternică; zonele de ploaie asociate cu aceste fenomene orajoase au largimi importante și sunt însoțite de plafoane joase și vizibilități coborate. De asemenea, în liniile de vijelii se produc variații rapide de presiune, din care cauza altimetrul trebuie reglat în permanentă.

De aceea, potrivit posibilităților, este de preferat să se evite traversarea fronturilor reci, mai ales vara și cu deosebire în cursul după-amiezilor. Totuși, atunci când este necesar să se traverseze frontul rece, pentru evitarea pericolelor se recomandă următoarele:

- a) traversarea să se facă repede și perpendicular pe linia frontului, deoarece acesta are o lățime de numai câțiva zeci de kilometri;
- b) zidul de nori Cumulonimbus nu este în general continuu până la vârful lor, astfel ca la traversarea frontului să se caute spațiile libere care asigură zborul la înălțimi de 5-6 km;
- c) în sectoarele calde ale ciclonilor, în imediată apropiere a frontului rece, dacă aerul cald este instabil, în timpul orelor calde ale zilei se formează adesea, pe neașteptate, fenomene orajoase puternice; acestea se întind pe o bandă lăță de 200-300 km în fața frontului rece. În această zonă, turbulenta este puternică, iar norii orajoși, care se deplasează cu o viteză mare, sunt însoțiti de vijelii, de furtuni de praf, de grindină și chiar de trombe; în aceste zone este necesar să se zboare deasupra norilor, însă nu mai jos de 600-800 m față de vârful acestora;
- d) când nu poate fi evitat zborul printr-o linie de vijelii este preferabil ca el să se facă în partea marginală a norului decât în spațiile mici, libere, care pot exista între nori, turbulenta fiind mai puternică de-a lungul spațiilor libere; dacă spațiul fără nori este mai gros de 1 km, vitezele verticale, aproape de centrul spațiului, nu sunt atât de mari încât să împiedice zborul, astfel ca se poate trece repede prin el; zborul în apropiere sau sub norul de vijelie este foarte periculos, mai ales din cauza curenților descendenți care pot determina pierderea de înălțime a avionului. Pericolul se datorează și schimbării bruște a direcției vântului, care poate afecta sustentarea avionului, iar dacă la acestea se adaugă și mișcările turbionare, aparatul poate fi antrenat într-o mișcare descendentă puternică;
- e) norii Cumulonimbus care însoțesc trecerea unui front rece, formând mase puternice, sunt vizibili de la distanță, astfel ca pot fi ocoliți sau trecuți pe deasupra.

Zborul prin fenomenele orajoase asociate cu frontul cald. În cazurile cele mai frecvente, fenomenele orajoase asociate cu frontul cald se formează în norii Altostratus-Nimbostratus, astfel ca precipitațiile care cad din acești nori se combină cu cele ale fenomenelor orajoase; aceasta are ca urmare coborârea plafonului norilor, scăderea vizibilității și givraj. Aceste fenomene sunt imprăștiat la sute de kilometri în zona de precipitații dinaintea frontului cald, formând o linie aproape paralelă cu frontul de la sol. Pot apărea pe neașteptate și se produc atât

ziua cat si noaptea, deoarece sunt independente de incalzirea diurna. Mai frecvent apar toamna si primavara, mai rar iarna si numai ocazional vara.

Fenomenele orajoase asociate cu frontul cald sunt mai putin violente decat alte tipuri de fenomene frontale orajoase.

Baza norilor orajosi coincide de obicei cu suprafata frontala, din care cauza zborul sub nori, in aerul rece de sub frontul cald, este in general linistit, in afara cazurilor cand cad ploi torentiale sau grindina. In asemenea conditii, deasupra terenurilor neaccidentate, pentru evitarea turbulentei este preferabil sa se zboare sub nori. In regiunile muntoase, baza norilor atinge varful muntilor, din care cauza zborul se face in conditii grele. Daca insa si aerul rece este instabil, norii orajosi apar si sub suprafata frontala, avionul putand intra pe neasteptate in ei.

Zborul prin fenomenele orajoase orografice. Aceste fenomene apar mai des pe versantul muntelui expus vantului. Deoarece turbulenta este intensificata prin cea mecanica, aparuta la trecerea curentului de aer deasupra lantului muntos, iar baza norilor este mai joasa, zborul in aceste conditii este greu, norii trebuind sa fie ocoliti la o inaltime de siguranta sau trecuti pe deasupra.

2.3.10 Planificarea si efectuarea zborului fara instrumentele principale (de baza)

Procedura

Sa presupunem ca giroorizontul si girodirectionalul s-au defectat si este necesar sa se continue zborul prin nori folosindu-se un panou limitat compus din indicatorul de viraj si glisada actionat electric, vitezometrul, altimetrul, variometrul si compasul magnetic.

Zborul orizontal in linie dreapta

Mentinerea inaltimii si vitezei

1. la reglajul corect de putere si viteza se trimereaza cu grija avionul.
2. se tine mansa usor si se lasa ca avionul sa zboare singur folosindu-se mici presiuni pe comanda profundorului pentru reglarea vitezei.
3. deviatile mici de la nivelul de croaziera pot fi corectate cu profundorul iar reglarile mai mari de inaltime vor fi facute cu maneta de gaze.
4. cand inaltimea avionului se micsoreaza iar viteza de zbor este corecta se va mari putin puterea si daca este necesar, se va retrimera. Invers, cand avionul castiga inaltime iar viteza de zbor este corecta se va reduce usor puterea si se va retrimera.
5. se vor evita supracorectiile, care pot sa duca la "vanarea vitezometrului si altimetrului".

Mentinerea directiei

1. folosind indicatorul de viraj si glisada pilotul se va concentra asupra mentinerii aripilor la orizontala controland acul indicator de viraj cu ajutorul eleroanelor. Se va mentine echilibrul apasand palonierul in directia in care se deplaseaza bila care trebuie sa fie mentinuta la centru.
2. mentinerea capului de zbor se va face cu ajutorul compasului magnetic tinandu-se cont de erorile acestuia.
3. eleroanele vor fi lasate sa se deplaseze liber utilizandu-se usoare presiuni pentru corectarea indicatiilor acului de viraj, deci acul in stanga cere sa se dea mansa spre dreapta.
4. la intervale de timp se va controla capul compas, verificandu-se ca aripile sa fie la orizontala si viteza sa fie constanta inainte de efectuarea citirii.
5. se va evita "vanarea compasului" care poate sa duca la suprasolicitari

Urcarea

1. cu indicatorul de viraj si glisada care arata ca avionul nu este in viraj si este echilibrat (bila la mijloc), se va impinge maneta de gaze si se va fixa la puterea de urcare.
2. daca bila indica deraparea, aceasta va fi corectata cu ajutorul palonierului.
3. botul avionului va fi ridicat usor si progresiv urmarindu-se vitezometrul; la viteza corecta se va retrimera.
4. se va verifica pozitia acului indicator de viraj, aripile vor fi tinute la orizontala cu ajutorul eleroanelor. Se va verifica pozitia bilei si daca este necesar se vor face corectii cu ajutorul palonierului.
5. numai dupa ce viteza s-a stabilit, se va verifica capul compas si daca este necesar va fi corectat folosind eleroanele in directia corespunzatoare.

Revenirea la zbor orizontal in linie dreapta

1. se va impinge usor si progresiv de mansa in timp ce se urmareste vitezometrul
2. cu ajutorul acului indicator de viraj se va verifica aripile sa fie la orizontala. bila va fi mentinuta la centru cu ajutorul palonierului
3. pe masura ce se apropie viteza de croaziera, se va reduce maneta de gaze la reglajul corect, apoi se va retrimera. Se vor face mici reglari ale pozitiei botului pentru a se mentine viteza corecta si daca este necesar se va regla maneta de gaze.
4. se va verifica din nou trimerarea.
5. se va verifica capul de la compasul magnetic si se vor face corectiile care sunt necesare

Coborarea

1. cand indicatorul de viraj si glisada nu indica viraj, iar bila este la centru, se va reduce puterea la turajul stabilit pentru obtinerea ratei cerute de coborare.

2. se va verifica daca bila indica derapaj si se vor face corectiile necesare cu ajutorul palonierului.
3. usor si progresiv, se va trage de mansa in timp ce se urmareste vitezometrul. Se va retrimera la puterea corecta pentru viteza de coborare.
4. se va verifica acul de viraj si se vor mentine aripile la orizontala cu ajutorul eleroanelor.
5. numai dupa ce viteza s-a stabilit se va verifica capul la compasul magnetic si daca este necesar, se vor folosi eleroanele pentru efectuarea corectiilor respective.

Revenirea la zborul orizontal in linie dreapta

1. cu putin inainte de ajungerea la nivelul dorit se va impinge maneta de gaze pana la turajul corect.
2. se vor face verificarile obisnuite de nivel si echilibrare, folosindu-se indicatorul de viraj si glisada impreuna cu eleroanele si palonierul.
3. se va impinge usor si progresiv de mansa in timp ce se urmareste vitezometrul
4. se va retrimera la viteza de croaziera, apoi se vor verifica turajul, inaltimea si capul efectuandu-se reglajele care sunt necesare.

Virajele cu ajutorul panoului limitat

1. se va calcula numarul de grade pana la noul cap compas, apoi aceste grade vor fi transferate in secunde, folosindu-se 3° pe secunda (rata 1 la viraj).
2. usor se vor deplasa eleroanele in directia virajului si se va incepe cronometrarea (sau numararea la intervale de o secunda).
3. cand indicatorul de viraj indica rata 1 se vor aduce eleroanele la pozitia neutra. Se va verifica echilibrarea urmarind bila si daca este necesar se vor face corectii cu ajutorul palonierului.
4. se va preveni pierderea de inaltime prin tragerea usoara de mansa.
5. cand se scurge numarul de secunde cerut se scoate usor din viraj prin aplicarea eleroanelor in directia opusa. Se va permite ca mansa sa revina la pozitia pentru care s-a facut trimerarea.
6. se va verifica capul de la compasul magnetic si se vor face micile corectii care ar putea fi necesare.

Scoaterea din pozitii neobisnuite

Picajul

La zborul in nori cu panou limitat, sa presupunem ca avionul intra in turbulenta, viteza incepe sa creasca rapid existand o mare rata de coborare. Avionul se afla in picaj. Trebuie sa fie luate urmatoarele masuri :

1. se va verifica indicatorul de viraj si glisada si daca este necesar se vor aduce la orizontala aripile.

2. ușor și progresiv se va trage de mână până când viteza va înceta să mai crească. Se va continua tragerea de mână până când acul de la vitezometru va începe să se deplaseze către viteza de croazieră apoi se va ține mână în această poziție. Avionul se află acum aproape de poziția orizontală.
3. se lasă ca viteza să se stabilească apoi se vor verifica turajul, trimerarea și capul.

Poziția cu botul mult în sus

Se observă că viteza scade rapid și există o mare rată de urcare. Avionul se află cu botul mult în sus fiind necesar să se ia următoarele măsuri :

1. se verifică indicatorul de viraj și glisada și dacă este necesar aripile vor fi aduse la orizontală cu ajutorul eleroanelor.
2. în mod progresiv și ușor se va împinge de mână până când viteza încetează să mai scadă. Se continuă împingerea de mână până când acul de la vitezometru se deplasează către viteza de croazieră apoi se va menține avionul în această poziție în mod ferm cu poziția de zbor orizontal.
3. se permite ca viteza să se stabilească, apoi se verifică turajul, trimerarea și capul.

Scoaterea din vrie

1. se reduce maneta de gaze apoi se verifică care este direcția de giratie cu ajutorul acului indicator de viraj și se determină dacă avionul se află în vrie și nu într-un picaj în spirală.
2. se aplică palonier complet invers giratiei care este indicată de către acul de viraj.
3. după o secundă pauză, se împinge de mână până când acul indicator de viraj se abate complet în partea opusă a instrumentului înainte de a fi adus la centru, lucru care indică că avionul s-a oprit din vrie. Acum viteza va crește rapid.
4. cu palonierul la centru, apoi aripile la orizontală se folosesc eleroanele pentru acul de viraj și palonierul pentru bilă.
5. se scoate ușor avionul din picaj folosind metoda deja descrisă la punctul "Picajul".

Scoaterea dintr-o spirală în picaj

1. se reduce maneta de gaze apoi se verifică care este direcția spiralei după acul indicator de viraj și se determină că este vorba de o spirală în picaj și nu de vrie.
2. se aduc aripile la orizontală folosind eleroanele împreună cu acul indicator de viraj și se aduce bilă la mijloc cu palonierul.
3. se scoate avionul din picaj folosindu-se metoda deja descrisă la punctul "Picajul".

Zborul fara indicator de viraj si glisada

Informatii de baza

Zborul dupa indicatorul de viraj si glisada este mai greu decat cel dupa giroorizont si girodirectional. Este necesar sa fie invatat deoarece indicatorul de viraj si glisada continua sa functioneze dupa ce celelalte instrumente giro si-au depasit limitele sau au iesit din functiune.

Cauzele posibile ale defectarii instrumentelor giro

Instrumentele giro pot fi actionate fie cu vacuum fie electric iar cauzele cele mai probabile de defectare a lor sunt :

Tip vacuum	Tip electric
Defectarea sursei vacuum	Defectarea alimentarii electrice
Filtru blocat	Siguranta arsa sau intrerupator de circuit declansat
Depasirea limitelor de lucru (dare peste cap)	Depasirea limitelor de lucru (dare peste cap)
Defectiune mecanica	Defectiune mecanica

Alimentarea vacuum

Cele mai multe avioane cu panou complet sunt echipate cu o pompa vacuum actionata de motor care alimenteaza instrumentele printr-o supapa de reducere a presiunii. Uneori exista un robinet mic de scurgere pentru curatarea sistemului vacuum de umezeala sau ulei, care trebuie sa fie folosit inainte de efectuarea primului zbor din ziua respectiva.

Defectarea pompei vacuum, care este confirmata de catre indicatorul de vacuum, se intampla foarte rar. La avioanele bimotoare exista doua pompe, deci alimentarea cu vacuum va continua indiferent care din ele se defecteaza. La avioanele monomotoare insa, defectarea pompei vacuum duce la pierderea instrumentelor giro actionate de vacuum, desi unele avioane au o sursa de vacuum de rezerva sub forma unei trompe venturi. Practica de a se folosi aceasta trompa venturi drept singura sursa de vacuum acum este rara, dezavantajele constand in riscul formarii de gheata pe trompa venturi, deci pierderea instrumentelor respective si lipsa unei alimentari atunci cand avionul nu se afla in zbor si imposibilitatea executarii unei decolari dupa instrumente.

Filtre blocate

Alimentarea cu vacuum este conectata la cutiile instrumentelor giro prin filtre. Dupa o perioada de timp aceste filtre se imbacsesc cu materii straine si restrictioneaza fluxul de aer astfel incat giroscopul nu mai poate atinge viteza

minima de rotație care să-i asigure o funcționare precisă. Vitezele rotorului variază între 10.000 și 25.000 ture pe minut în funcție de tipul instrumentului. Este necesar ca la intervale regulate să se facă întreținerea acestor filtre.

Instrumente electrice

Unul din avantajele instrumentelor electrice este faptul că sunt închise, deci pot fi protejate contra materiilor străine, care după un timp vor pătrunde în cele mai bine filtrate giro acționate cu vacuum, putând provoca deteriorarea rulmenților de înaltă precizie. În plus, instrumentele electrice funcționează bine la altitudini mari unde instrumentele giro sunt dezavantajate din cauza presiunii mai reduse. Totuși, panoul electric depinde de alimentarea cu energie electrică și dacă există o defecțiune de alimentare, panoul încetează de a mai funcționa. La avioanele mari există un giroorizont de rezervă alimentat de o sursă electrică independentă sau acționat de vacuum. Instrumentele electrice sunt dotate uneori cu un blencher "off", de avertizare, iar când numai un instrument s-a defectat de vină ar putea fi siguranța arsa sau întrerupătorul de circuit declansat datorită unei suprasarcini temporare. Când încercările de restabilire ale întrerupătorului de circuit (sau de înlocuire a siguranței) nu sunt încununate de succes este probabil ca instrumentul sau circuitul necesită reparații la sol.

Defectări mecanice

În general la construirea instrumentelor giro se cer standarde mari, și deci defecțiuni mecanice se întâmplă foarte rar. La aceste instrumente cel mai adesea apar deteriorări datorită uzurii.

Depășirea limitelor de lucru (darea peste cap)

La avioanele dotate cu giro cu mai multe cadrane, problema alimentării cu aer a rotorului pe timpul diferitelor mișcări, este destul de complexă. La unele giroscopuri constructorii au prevăzut niște limite care dacă sunt depășite giro nu mai lucrează normal. Aceste limite sunt și pentru înclinare și pentru unghi de tangaj. Desigur, există și giro care au o libertate completă de mișcare fără astfel de limite. Dacă giro se dă peste cap trebuie să se folosească indicatorul de viraj și glisadă, un instrument care și-a demonstrat valoarea de mulți ani de zile și continuă să fie montat și pe cele mai moderne avioane cu reacție.

Indicatorul de viraj și glisadă

Indicatorul de viraj și glisadă, spre deosebire de giroorizont și girodirectional, se deplasează într-un singur plan. De aceea poate fi montat pe un singur cadran. Deși are niște stopuri limitatoare, el nu se dă peste cap, și continuă să dea informații precise, imediat ce avionul operează între limitele stabilite. De obicei aceste limite sunt viraje cu rată 4 stânga sau dreapta. Bila care indică deraparea sau glisarea este independentă de orice sursă exterioară de alimentare.

La noile indicatoare de viraj se utilizeaza actionare electrica astfel incat este posibil ca acestea sa dea informatii valoroase atunci cand alte giroscopuri s-au dat peste cap sau nu mai indica bine din cauza unei defectiuni de vacum.

Este regretabil ca putini piloti recunosc importanta acestui instrument, pe care ar trebui sa-l invete a-l utiliza pentru a putea rezolva cu succes situatiile de urgenta in care nu se mai poate folosi giroorizontul si girodirectionalul.

Zborul cu panou limitat

La zborul cu panou limitat trebuie sa se faca miscari usoare, treptate si progresive. In situatia ca sunt trimerate corect, cele mai multe avioane vor zbura precis cu mainile luate de pe comenzi. Exista piloti care se cramponeaza de comenzi si nu este bine. Avioanele usoare pot fi zburate precis cand eleroanele si palonierul sunt controlate cu degetele si nu cu pumnii. Toate modificarile de pozitie in planurile de tangaj si ruluu sau modificarile de putere trebuie sa fie efectuate treptat, daca este necesar, in etape, retrimmerandu-se la fiecare etapa. In general, se considera ca panoul limitat contine urmatoarele instrumente :

- a) vitezometrul;
- b) altimetrul;
- c) indicatorul de viraj si glisada;
- d) compasul magnetic.

In plus, la cele mai multe avioane este montat si un variometru, care la fel ca si vitezometru si altimetru, este un instrument de presiune.

Folosirea variometrului

Atunci cand este corect folosit variometrul furnizeaza informatii de tangaj. O mica deviere de la pozitia necesara pentru mentinerea inaltimii produce imediat la variometru o indicatie de urcare sau coborare desi pentru stabilirea instrumentului la o indicatie precisa sunt necesare cateva secunde. Schimbarile violente de pozitie in tangaj pot produce o indicatie inversa; se observa deci importanta efectuarii de schimbari de pozitie in trepte.

Vitezometrul

Se considera ca din punct de vedere practic nu exista intarzieri in indicatiile vitezometrului. Totusi, ca orice alt vehicul, avionul are nevoie de timp pentru accelerare si decelerare.

La zborul cu panou limitat vitezometrul reprezinta referinta principala pentru pozitia in tangaj. Acest lucru poate fi inteles mai bine daca ne amintim ca la orice greutate data a avionului, pentru o anumita viteza va corespunde un anumit unghi de atac. Din cauza inertiei, este necesar sa se lase un anumit timp la schimbarea de la o viteza la alta.

Altimetrul

Acest instrument se caracterizeaza prin intarzieri in indicatii, exceptie facand cazurile cand se folosesc rate mici de ucare sau coborare. Cand se zboara cu panou limitat nu se permit, in mod normal, coborari cu rate de coborare mai mari de 500 ft/min. Functiunea altimetrului, pe timpul zborului cu panou limitat, ramane identic cu cea de pe timpul zborului la vedere sau zborul instrumental normal. Folosirea inteligenta a variometrului ajuta la mentinerea unei altitudini constante de croaziera.

Compasul magnetic

Erorile principale sunt :

Cand se zboara pe capuri spre N sau S. Exista eroare laterala de nivel care este maxima pe N sau S. Orice manevra prin care se inclina sistemul magnetic (de exemplu un viraj sau o glisada) face ca pozitia "nord" de pe cadranul compasului sa se deplaseze catre aripa care se afla mai jos, de aceea, cand se verifica un cap spre N sau S este necesar a se verifica ca aripile sa fie la orizontala. Eroarea se aplica in directie inversa in emisfera sudica.

Cand se zboara pe capuri spre E sau V. Exista o eroare de acceleratie/deceleratie care este maxima spre E sau V. O acceleratie va face ca pozitia N de pe cadranul compasului sa se duca catre botul avionului, iar o deceleratie va face sa se duca catre coada. Deci inainte de a se verifica un cap spre E sau V la compasul magnetic, trebuie sa se vada daca viteza avionului este constanta. Eroarea se aplica in directie inversa in emisfera sudica.

Folosirea indicatorului de viraj si glisada

Fiind singurul instrument giro de pe un panou limitat, el are o importanta deosebita. Cand este folosit in mod corect el asigura urmatoarele informatii :

- a) nivelul lateral;
- b) echilibrare si giratie;
- c) rata de viraj.

Tehnica de zbor se bazeaza pe principiul ca directia este controlata cu ajutorul eleroanelor, deci acul indicator de viraj este controlat de catre eleroane.

Chiar la zborul cu panou complet, pilotii care invata zborul instrumental de obicei intampina dificultati in mentinerea directiei din cauza ca nu acorda suficienta atentie pentru mentinerea aripilor la orizontala; chiar daca unghiul de inclinare are o valoare de unul sau doua grade avionul va incepe un viraj usor. Daca nivelul lateral are o importanta vitala pentru mentinerea directiei cu panou complet, atunci cand se zboara dupa indicatii de turbulenta compasul magnetic poate oferi indicatii precise de cap numai pe timpul unor perioade scurte de zbor la orizontala cu o viteza constanta, indicatorul de viraj si glisada va fi folosit pentru mentinerea capului astfel :

- a) cu avionul trimerat corect si cu bila la mijloc se urmareste acul indicator de viraj;

- b) dacă acul deviază, să zicem, spre stânga, se acționează eleroanele pentru a se produce o deviere similară spre dreapta;
- c) se menține înclinarea pe dreapta, aceeași durată de timp cât a stat acul în stânga, după care se aduce acul la centru.

Interpretări pe timpul vriei sau spiralei în picaj

Dacă pilotul posedă un anumit grad de stabilitate, numai o turbulență foarte puternică sau o manevră deliberată incorectă va face ca avionul să intre pe neașteptate în vrie sau în spirală în picaj. Când se întâmplă acest lucru diferența dintre indicațiile instrumentelor este următoarea :

	VRIE	SPIRALA ÎN PICAJ
Viteza	Scazută și probabil cu fluctuații	Accelerându-se rapid
Indicatorul de viraj și glisadă	Rată mare de viraj bila indicând derapare	Rată mare de viraj bila indicând echilibru

În ambele cazuri altimetrul și variometrul arată o rată mare de coborâre.

Defectarea instrumentelor de presiune

Dacă avionul nu este prevăzut cu încălzire tub pitot, givrajul poate provoca pierderea următoarelor instrumente care lucrează cu presiune :

- a) vitezometrul;
- b) altimetrul;
- c) variometrul.

La unele avioane moderne mici există pe fuselaj orificii de statică, de rezervă. În situația când givrează tubul pitot, vitezometrul nu va mai lucra dar altimetrul și variometrul vor continua să funcționeze.

În cazul când ambele surse de presiune statică vor fi givrate, altimetrul ar putea fi făcut să funcționeze prin spargerea geamului de la variometru, care apoi va continua să dea indicații dar în sens invers.

Măsuri ce trebuie luate în cazul defectării vitezometrului

- a) se va folosi altimetrul în mod normal pentru determinarea înălțimii de siguranță deasupra terenului, și eventual, apropierea față de suprafața de aterizare;
- b) se va folosi giroorizontul pentru menținerea poziției de rulare și tangaj a avionului, cu puterea reglată la valoarea cunoscută care dă viteza necesară;

- c) presupunand ca a fost spart geanul de la variometru (pentru a se stabili functionarea altimetrului) se va citi “sus” cand acul indica in jos si “jos” cand indica in sus.

Concluzii

Pesimistul ar fi tentat sa intrebe “ce ar trebui sa fac daca giro mi se da peste cap, iar vitezometrul inceteaza sa mai functioneze?”

La aceasta intrebare ar fi corect sa se raspunda “fara speranta nu ar exista viata”.

Defectarea instrumentelor de orice fel este rara si de obicei se limiteaza ori la cele electrice, ori la cele cu vacuum, ori la givrare (instrumentele de presiune). O combinatie de defectari impune desigur sa se aterizeze cat mai curand posibil, iar atunci cand nu exista sparturi in nori prin care sa se coboare, problema este intr-adevar serioasa. Chiar in aceasta situatie, cu practica, avionul poate fi controlat cu indicatorul de viraj si glisada, altimetrul si compasul magnetic, cu conditia ca avionul sa fie corect trimarat iar turajul sa fie reglat la valorile cunoscute (deci pentru urcare, zbor orizontal in linie dreapta, coborare).

Zborul unui avion dupa aceste instrumente constituie o practica valoroasa, dupa care zborul cu panoul limitat nu va prezenta nici o dificultate.

BIBLIOGRAFIE

1. Traian Costachescu, 1979 – Tehnica zborului in aviatie;
2. Curs elementar de aerodinamica 1952;
3. Iosif Silimon 1971 – Zborul planorului;
4. V Gavrilu, M. Andrei, 1985 – Pilotajul avionului si acrobatia elementara;
5. Gheorghe Cucu, 1981 – Teoria si tehnica pilotarii planoarelor;
6. Dumitru Popovici, 2003 / Manualul pilotului planorist.
7. Manualul avionului AN2
8. Manual de zbor pentru avion foarte usor IAR – 46S
9. Oxford – Aeroplane performance.

Pagină lăsată goală