

AEROCLUBUL ROMÂNIEI



NOTE DE CURS

CUNOAȘTEREA GENERALĂ A AERONAVEI

AVION

Aceste Note de Curs sunt proprietatea AEROCLUBULUI ROMÂNIEI și sunt dedicate folosirii exclusiv de către personalul AEROCLUBULUI ROMÂNIEI.

Nici o parte și nici o informație din aceste Note de Curs nu poate fi reprodusă sau transmisă cu nici un scop și sub nici o formă persoanelor neautorizate fără acordul scris al AEROCLUBULUI ROMÂNIEI.

SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT



Lista de evidență a amendamentelor

Versiune amendament	Pagini afectate	Data introducerii	Numele/Semnătura

CUPRINS

1. CELULA.....	9
1.1 PREZENTARE GENERALĂ	9
1.1.1. IAR 46S	9
1.1.2. Zlin 142.....	9
2. TIPURI DE STRUCTURI	13
2.1. FUZELAJUL	13
2.1.1. Structura tip: semi-monococă.....	15
2.1.2. Avioanele cu aripi monoplan în consolă.....	16
2.1.3. Monoplan cu aripă în consolă poziționată jos	16
2.1.4. Monoplan cu aripă în consolă poziționată sus.....	17
2.1.5. Monoplane cu aripă în consolă poziționată median.....	17
2.1.6. Biplane	18
2.1.7. Monoplan cu aripă susținută de hobane	18
3. MATERIALE DE CONSTRUCȚIE UTILIZATE ÎN AVIAȚIE.....	21
3.1. MATERIALE DE AVIAȚIE	21
3.2. ÎNCĂRCĂRI APLICATE PE STRUCTURA CELULEI AERONAVEI	28
3.3. ASAMBLĂRI DE AVIAȚIE	30
3.4. TRATAMENTE TERMICE	39
3.5. ACOPERIRI DE SUPRAFAȚĂ	39
3.6. CONSTRUCȚIA ARIPII ÎN CONSOLĂ.....	40
3.6.1. Învelișul	40
3.6.2. Lisele (grinzi longitudinale)	40
3.6.3. Nervurile.....	40
4. AMPENAJUL.....	43
4.1. SUPRAFEȚE DE CONTROL	47
5. TRENUL DE ATERIZARE.....	61
5.1. FUNCȚIILE TRENULUI DE ATERIZARE.....	61
5.2. ROATA DE BOT	65
5.3. TRENUL DE ATERIZARE ESCAMOTABIL	67
5.4. ANVELOPE.....	68
5.5. ACVAPLANAREA.....	71
5.6. SISTEMUL DE FRÂNARE.....	72
5.6.1. Elemente de hidraulică.....	72
6. MOTOARE – PREZENTARE GENERALĂ	79
6.2. MOTORUL CU ARDERE INTERNĂ CU PISTON ÎN 4 TIMPI.....	79
6.2.1. Construcția generală.....	80
6.2.2. Compresia motorului	84
6.2.3. Supapele și distribuția.....	85
6.2.4. Aprinderea și Arderea	86
6.2.5. Sistemul de evacuare	88
6.2.6. Sistemul de răcire al motorului	88
6.2.7. Ventilarea cabinei, sistemul de încălzire	92

6.2.8.	Sisteme de ungere.....	95
6.2.9.	Carburatorul motorului.....	108
6.2.10.	Tipuri de combustibili.....	121
7.	ELICEA.....	131
7.2.	PRINCIPIU DE FUNCȚIONARE.....	132
7.3.	PASUL GEOMETRIC AL ELICEI	136
7.4.	PASUL ADEVĂRAT AL ELICEI	136
7.5.	MOMENTE ȘI FORTE GENERATE DE ELICE.....	137
7.5.1.	Cuplul motor	137
7.5.2.	Efectul giroscopic	138
7.6.	TIPURI DE ELICE ÎN FUNCȚIE DE PAS.....	141
7.6.1.	Elicea cu pas fix.....	141
7.6.2.	Elicea cu pas variabil.....	142
8.	SISTEMELE AERONAVEI	147
8.1.	SISTEMUL ELECTRIC	147
8.1.1.	Introducere.....	147
8.1.2.	Bara colectoare	148
8.1.3.	Bateria.....	148
8.1.4.	Alternatorul și generatorul	151
8.1.5.	Energia statică	152
8.1.6.	Ampermetrul.....	154
8.1.7.	Alarmer, disjunctorer și siguranțe	156
8.2.	SISTEMUL DE VACUUM.....	161
8.2.1.	Pompa de vacuum.....	161
9.	INSTRUMENTELE AERONAVEI	163
9.1.	INSTRUMENTE ȘI SISTEME DE INDICARE.....	163
9.2.	INSTRUMENTE PENTRU MĂSURAREA PRESIUNII.....	163
9.2.1.	Indicatorul de presiune al uleiului	163
9.2.2.	Manometru de presiune în galeria de admisie	164
9.2.3.	Indicatorul de presiune combustibil	165
9.3.	INSTRUMENTE MONITORIZARE TEMPERATURĂ	165
9.3.1.	Indicatorul de temperatură a uleiului	165
9.3.2.	Indicatorul temperaturii chiulaselor cilindrilor (CHT).....	166
9.3.3.	Temperatura gazelor de evacuare (EGT)	166
9.4.	SISTEMUL DE MĂSURARE A COMBUSTIBILULUI	167
9.4.1.	Litrometre.....	167
9.4.2.	Debitmetrul de combustibil (fuel flow)	167
9.5.	ECHIPAMENTE DE TRANSMITERE A POZIȚIEI AERONAVEI SAU TRANSPONDER	168
9.6.	INDICATOR RPM	169
9.7.	MĂSURAREA PRESIUNII	169
9.7.1.	Sistemul static și tubul pitot.....	170
9.7.2.	Măsurarea temperaturii	172
9.8.	ALTIMETRUL	173
9.9.	INDICATORUL DE VITEZĂ VERTICALĂ	175
9.9.1.	Indicator de viteză verticală instantanee.....	176
9.10.	INDICATORUL DE VITEZĂ A AERULUI (VITEZOMETRUL).....	178
9.10.1.	Viteza indicată (IAS) și Viteza adevărată (TAS).....	180



10.	MAGNETISM ȘI BUSOLE	183
10.1.	CÂMPUL MAGNETIC AL PĂMÂNTULUI	183
10.2.	BUSOLA MAGNETICĂ CU CITIRE DIRECTĂ	184
11.	INSTRUMENTE GIROSCOPICE	187
11.1.1.	<i>Indicator de viraj și glisadă</i>	<i>188</i>
11.1.2.	<i>Giroorizont</i>	<i>189</i>
11.1.3.	<i>Girodirecțional</i>	<i>190</i>
12.	SISTEME DE COMUNICARE	193
12.1	<i>Moduri de transmisie:</i>	<i>193</i>
12.1.1.	<i>VHF, HF și SATCOM</i>	<i>193</i>
13.	ECHIPAMENTE DE RADIO NAVIGAȚIE.....	195
14.	SISTEME DE ALERTĂ ȘI SISTEME DE PROXIMITATE	197
14.1.1.	<i>Sisteme de avertizare în zbor</i>	<i>197</i>
	AVERTIZARE DE VITEZĂ LIMITĂ	198
	BIBLIOGRAFIE	200

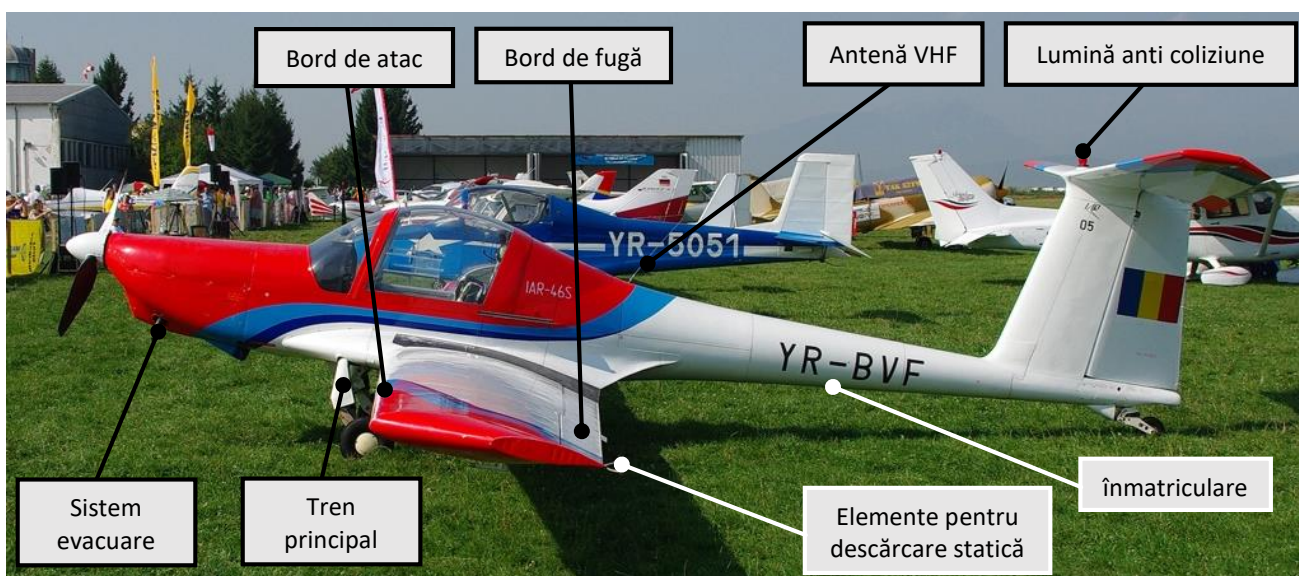
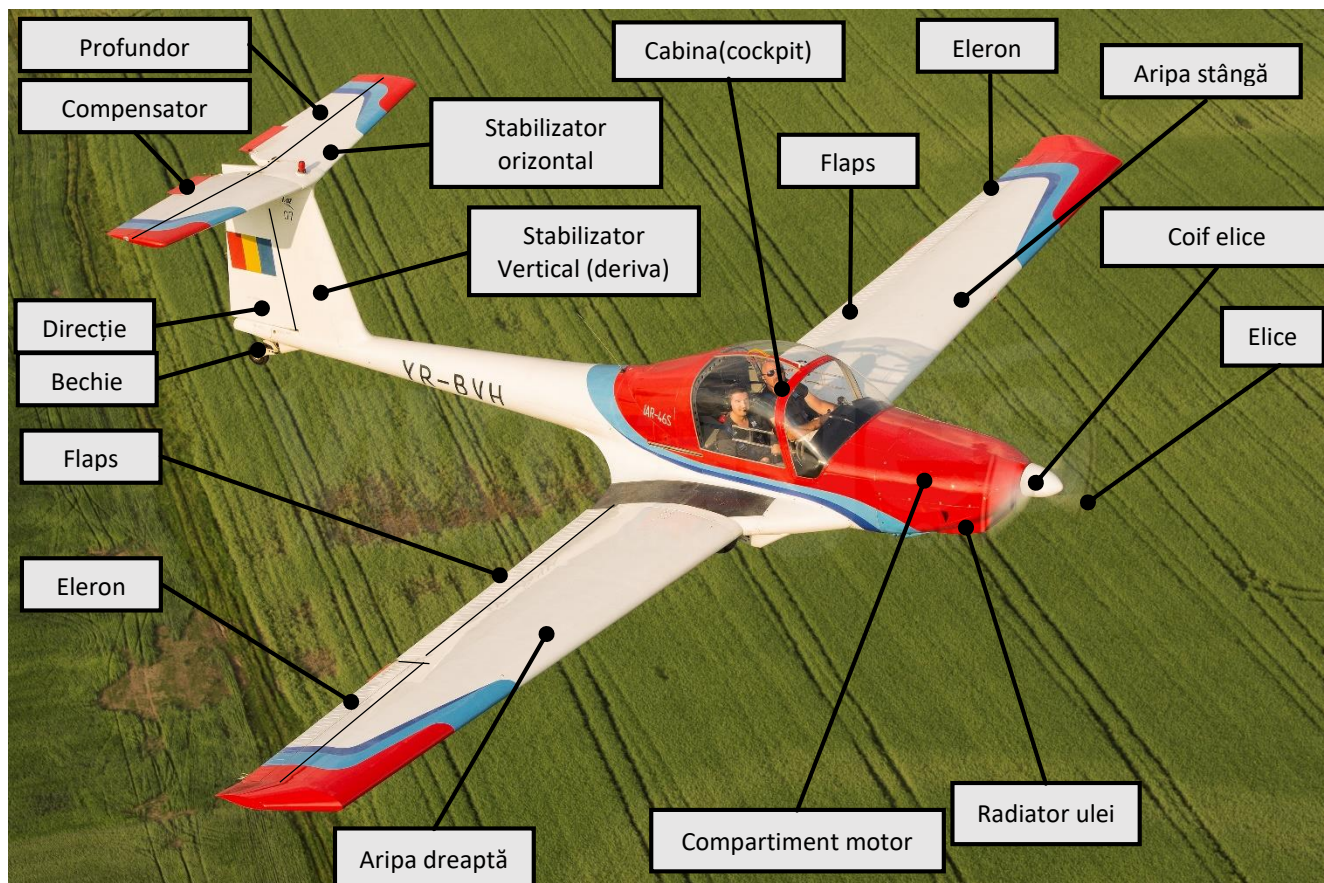


SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT

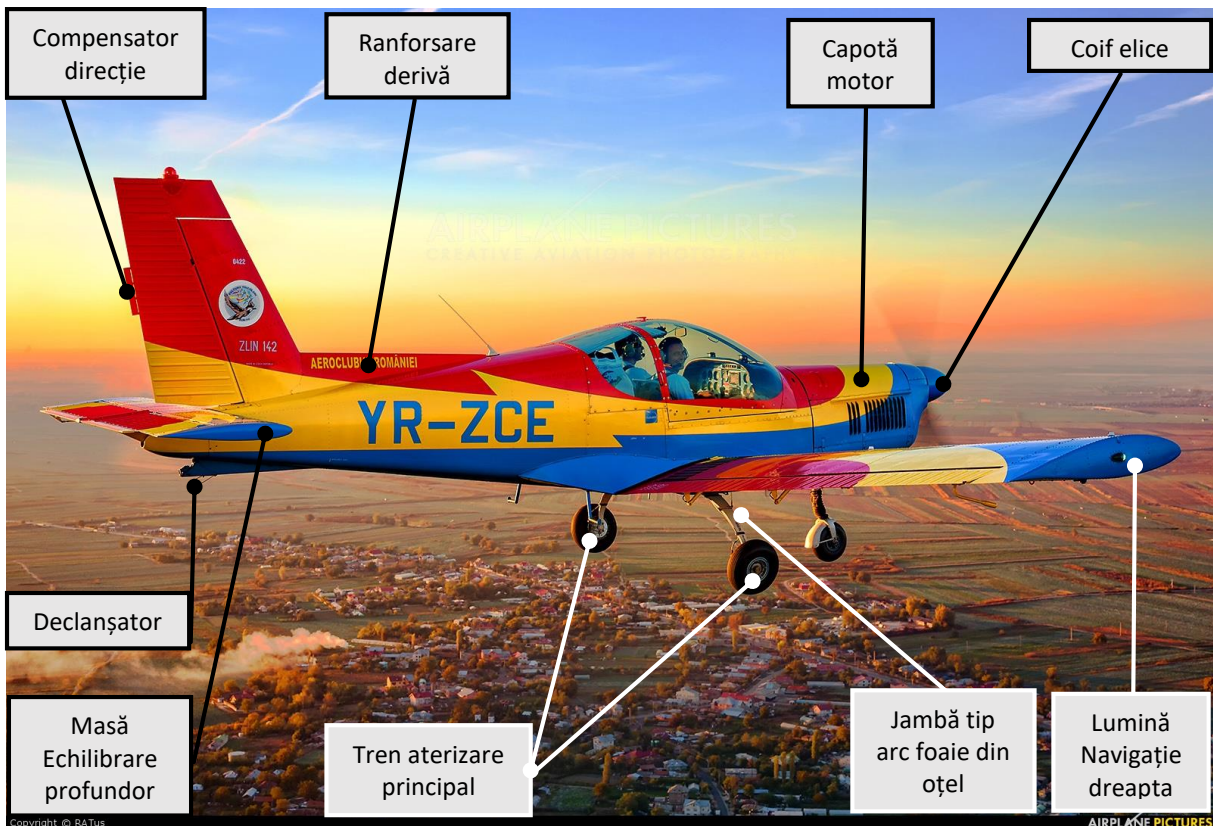
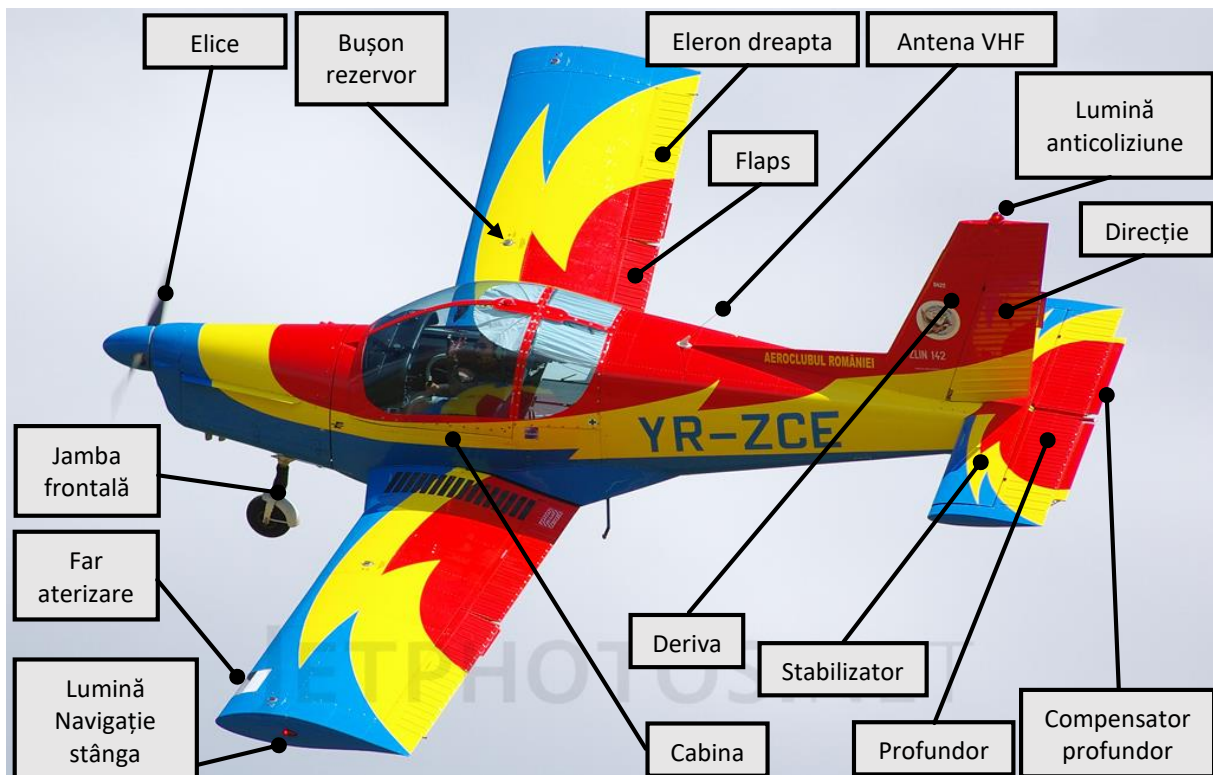
1. Celula

1.1 Prezentare generală

1.1.1. IAR 46S



1.1.2. Zlin 142





Componentele principale ale unui avion:

- fuzelajul
- planurile
- ampenajele: orizontal respectiv vertical (coada)
- suprafețele de comandă
- trenul de aterizare
- motorul și elicea.



SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT

2. Tipuri de structuri

Celula este compusă din elementele structurale care preiau sarcinile la care este supusă aeronava în zbor și la sol. Componentele principale ale unei celule sunt fuzelajul, aripile, ampenajele și suprafețele de control.

2.1. Fuzelajul.



Reprezintă structura principală sau corpul aeronavei care adăpostește în condiții confortabile pasagerii, echipajul și bagajele.

Totodată furnizează spațiu pentru diferite elemente de control, accesorii și alte echipamente. Acesta transferă încărcările spre și de la aripi, ampenaje, trenul de aterizare și în anumite condiții, motoare.

Există 3 moduri de construcție al fuzelajului:

1. Structură tip grindă cu zăbrele sau cadru, (Fig. 1.1) care este folosită în general la avioanele ușoare, nepresurizate;
2. Structură tip monococă (Fig. 1.2) ce a fost utilizată pe scară largă la începutul secolului 20;
3. Structură semi-monococă (Fig. 1.3) ce este utilizată în mod curent la cele mai multe aeronave, mai puțin cele presurizate.

Ultimele 2 tipuri de structuri - monococă și semi-monococă - sunt în general numite construcții cu înveliș în tensiune.

Un fuzelaj tip grindă cu zăbrele este compus din țevi ușoare din oțel cu o grosime minimală a peretelui care sunt sudate împreună pentru a forma o structura compusă din forme triunghiulare, aceasta oferind cea mai mare rigiditate față de alte forme geometrice.

Fiecare zăbrea suportă o anumită încărcare, a cărei magnitudine depinde dacă avionul este în zbor sau la sol. Această soluție tehnică este solidă, ușor de construit și poate fi aranjată sub diferite moduri, în funcție de necesități. În mod normal întreaga structură este acoperită cu pânză de aviație sau tablă din aliaj de aluminiu pentru a forma un compartiment închis și eficient din punct de vedere aerodinamic, neavând însă niciun rol structural.

Exemple de avioane care au această structură: Piper Cub, avionul de acrobație Extra 300, Zlin 526/726, motoplanorul Falke SF25 sau în general avioanele mai vechi.

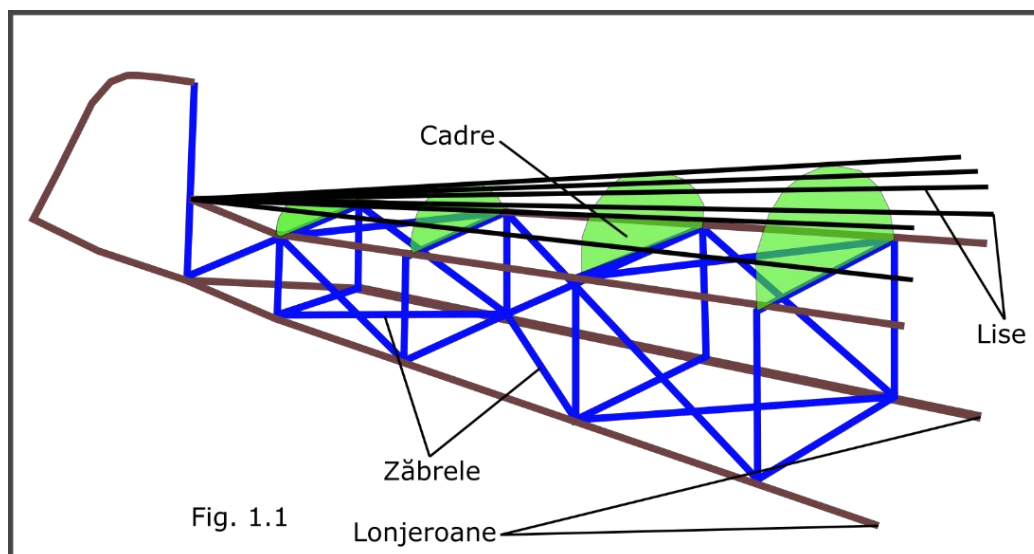


Fig. 1.1. Structură tip grindă cu zăbrele sau cadru

Cuvântul monococă provine din limba franceză (monocoque) și înseamnă o singură celulă, ceea ce înseamnă că toate încărcările sunt preluate de un înveliș în tensiune care conține câteva cadre interne sau forme care să-i dea forma în spațiu.

O astfel de structură se realizează în prezent din materiale compozite ușoare dar foarte rezistente iar toate eforturile la care este solicitată structura în timpul evoluțiilor sunt preluate de acest înveliș, care se poate fi asemuită unei coji de ou.

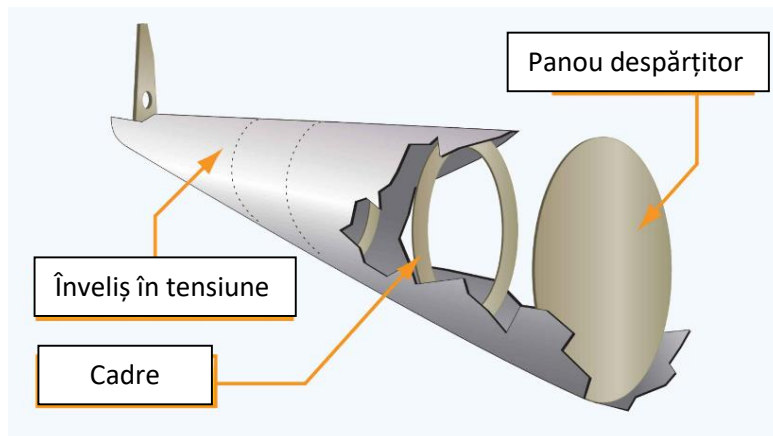
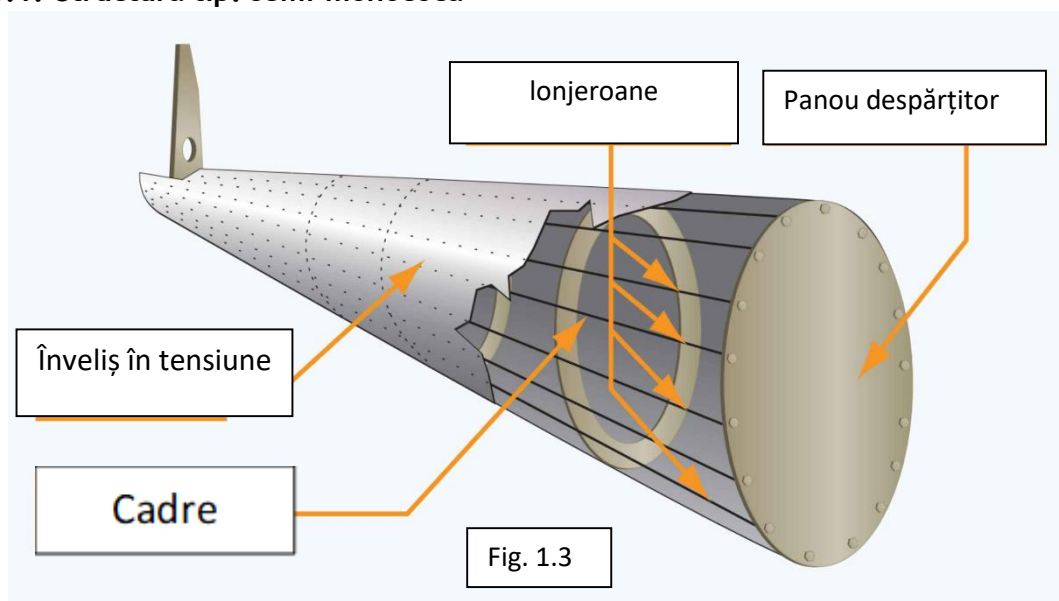
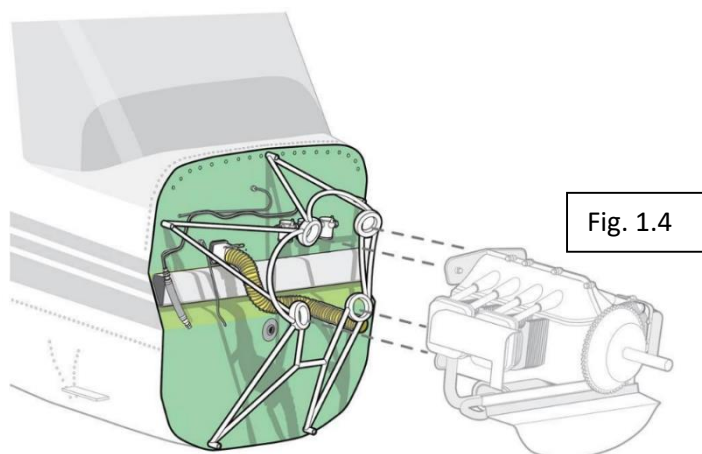


Fig. 1.2

2.1.1. Structura tip: semi-monococă



Pe măsură ce avioanele au devenit tot mai mari și încărcările mai grele, s-a dovedit că structura tip monococă are limitările sale și nu a fost suficient de solidă pentru noile caracteristici ale aeronavelor. Prin urmare, au fost adăugate elemente noi în structură cum ar fi: lonjeroanele de-a lungul fuzelajului pentru a uni cadrele între ele. Apoi s-a adăugat învelișul subțire din aliaj prin nituire sau lipire. Astfel cadrele și lonjeroanele întăresc învelișul iar în timpul zborului forțele sunt distribuite între înveliș și structura internă.



În figura 1.5 este ilustrat panoul despărțitor dintre compartimentul motor și cabină. Aceste panouri sunt utilizate pentru a despărți diferite secțiuni ale fuzelajului tip semi-monococă. Aceste panouri au aceeași formă de bază ca și cadrele dar izolează aproape complet compartimentele fuzelajului unele de celelalte. Nu pot izola complet deoarece sunt necesare orificii în ele prin care trec diferite cabluri sau comenzi care străbat fuzelajul.

În general aceste panouri despărțitoare sunt construite mai solid decât cadrele întrucât sunt supuse la încărcări mai mari. De exemplu panoul dintre motor și cabină este conceput pentru a împiedica un eventual incendiu să pătrundă spre aceasta din urmă. De aceea mai este numit panou parafoc.

Aripile

Aripile sau planurile principale generează forța portantă necesară decolării avionului iar în zborul orizontal suportă toată masa avionului. În timpul anumitor manevre (spre exemplu în viraje, figuri acrobatică) sau solicitări survenite spontan (turbulențe) din timpul zborului, aripile vor trebui să genereze forță portantă ce pot fi de câteva ori mai mari comparativ cu masa avionului, prin urmare acestea trebuie să fie suficient de puternice și rigide pentru a face față încărcărilor de suprasarcină.

În funcție de cerințele date de regimul de exploatare al aeronavei, grosimea aripii și tipul construcției depind mai ales de regimul de viteză al avionului. În general, avioanele care vor zbura la regimuri de viteze mici (mai mici de 200 KIAS) vor avea aripi cu profil mai gros, iar cele care evoluează la viteze superioare (regimuri transonice și supersonice) vor avea profile speciale și mai subțiri.

Privitor la poziția aripilor în raport cu fuzelajul, deosebim următoarele variante constructive: monoplan în consolă, biplan și monoplan cu hobane.

2.1.2. Avioanele cu aripi monoplan în consolă

La astfel de avioane aripile sunt susținute la un singur capăt. Majoritatea avioanelor moderne sunt construite astfel. Aripile în consolă trebuie să suporte încărcările cauzate de forța portantă și rezistența la înaintare dar și propria lor masă când avionul este la sol.

Utilizând o astfel de construcție, deosebim 3 tipuri de avioane în funcție de poziția aripilor față de fuzelaj, și anume avioane cu: aripa jos (Fig. 1.5), aripa sus (Fig. 1.6) și aripa mediană (Fig. 1.7).

2.1.3. Monoplan cu aripă în consolă poziționată jos

Astfel de construcții sunt preferate datorită avantajului de a se îmbina armonios cu fuzelajul rezultând o rezistență minimă la înaintare și astfel sunt folosite la avioanele unde se dorește viteză mare de zbor, cum sunt de exemplu avioanele de pasageri și majoritatea avioanelor din categoria aviație generală, de ex: Cirrus SR22, Socata TB10, Piper Cherokee etc.

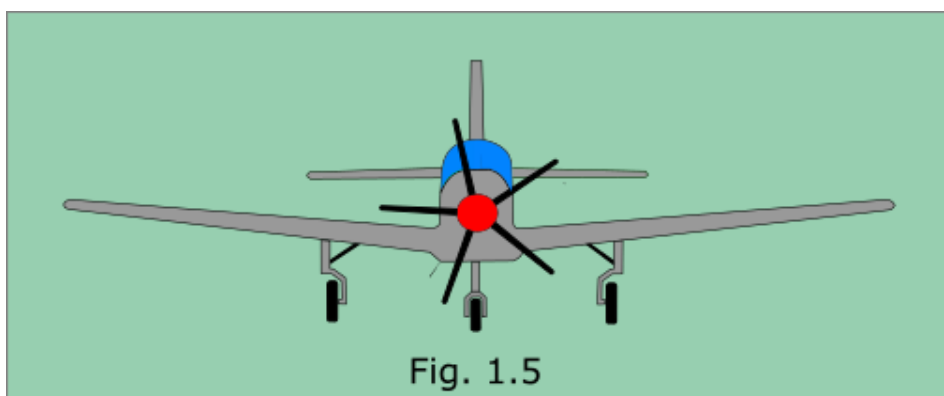
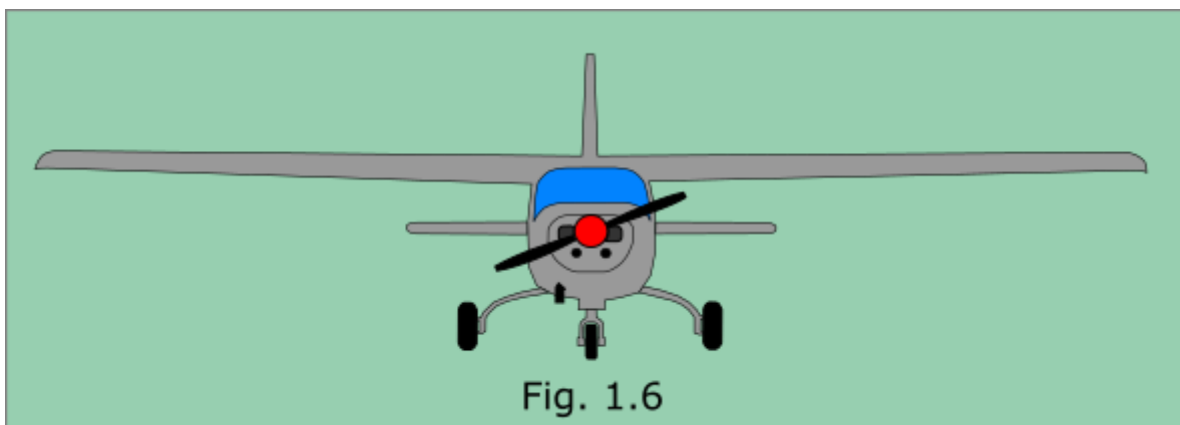


Fig. 1.5

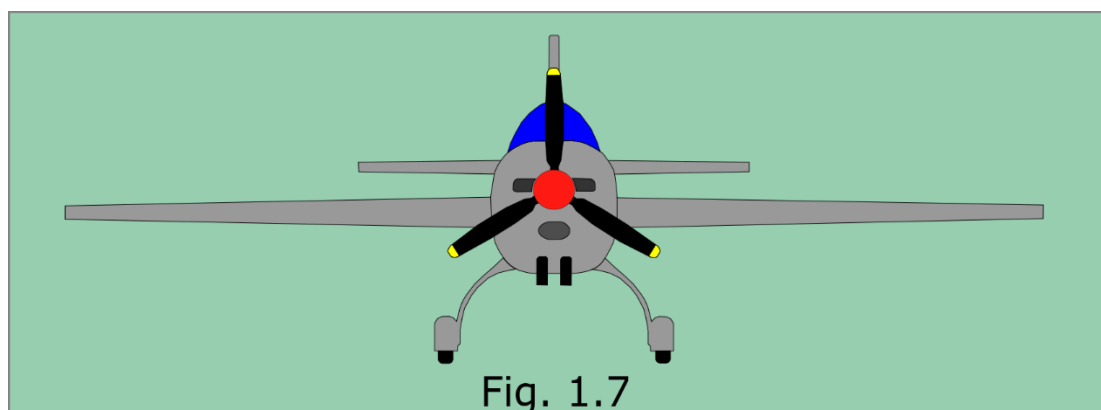
2.1.4. Monoplan cu aripă în consolă poziționată sus

Această soluție de aranjare a aripii se preferă mai ales la avioanele utilitare sau de școală, unde se dorește o stabilitate mare, întrucât centrul de greutate este sub aripă. Un alt avantaj îl reprezintă riscul minim de a lovi aripa la aterizarea pe terenurile neamenajate. Avioane din această categorie: Cessna 177, Pilatus Porter, ATR 72, Piper Cub etc.



2.1.5. Monoplane cu aripă în consolă poziționată median

Configurația cu aripă mediană este intens utilizată la avioanele de acrobație pentru ca centrul de greutate să fie cât mai aproape de axa longitudinală a avionului, astfel încât să fie foarte manevrabil, mai ales ca viteză de rotație în jurul axei longitudinale, dar se regăsește și pe alte tipuri de avioane. Exemple de avioane cu aripă mediană: Extra 300, Piper 601P.



2.1.6. Biplane

Biplanele au fost foarte intens dezvoltate și folosite pe durata Primului Război Mondial întrucât ofereau o rezistență structurală mare, raportat la materialele disponibile pe vremea aceea și a cerințelor noilor manevre din zbor permisibile datorită motoarelor din ce în ce mai puternice. Cele două lonjeroane (superior și inferior) unite între ele cu stâlpi și zăbrele din cabluri de oțel oferă o structură foarte rezistentă la încovoiere și torsionare. Un mare dezavantaj îl reprezintă rezistența mare la înaintare cauzată de elementele structurale mai-sus enumerate, ceea ce limitează viteza de zbor a avionului. Vizibilitatea în biplane este de asemenea redusă din cauza poziționării aripilor atât deasupra cât și dedesubtul postului de pilotaj. Un avantaj ar exista totuși în cazul capotajului la aterizare, posibilitatea rănirii pilotului fiind diminuată.

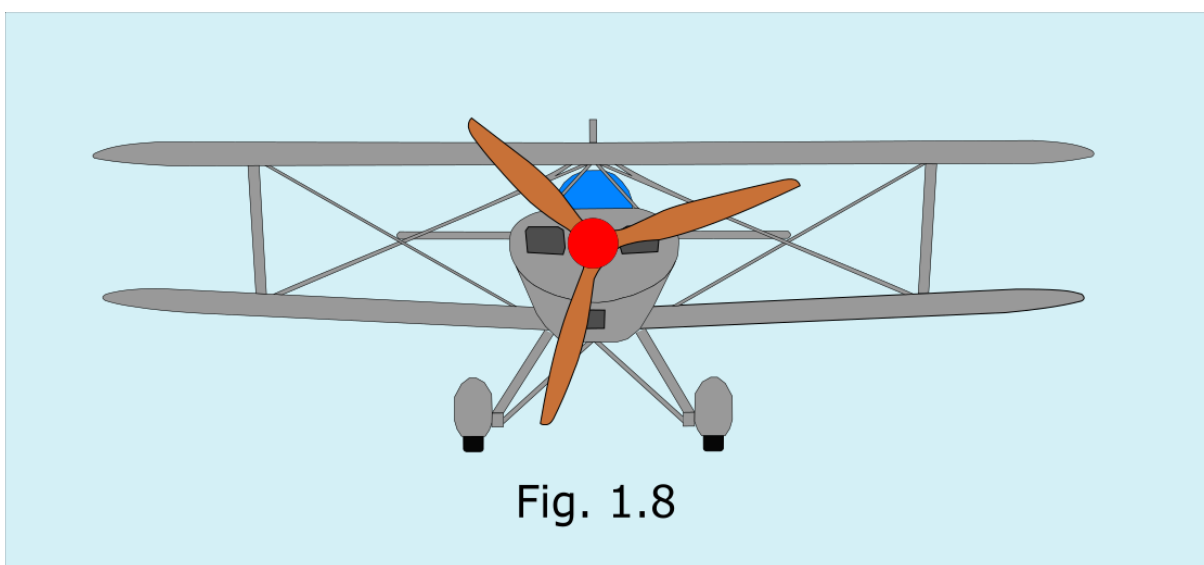


Fig. 1.8

Acest design este folosit în general la avioanele de viteză mică sau sarcină utilă mare. Considerând experiența acumulată în timpul Primului Război Mondial, relativa ușurință și rapiditate în utilizare ca materii de bază a lemnului, a pânzei și a oțelului în formă de grindă cu zăbrele sudat cu flacăra oxiacetilenică, au fost concepute și construite extraordinare avioane de acrobație precum Bukker Jungmeister, Pitts Special. De asemenea merită menționat biplanul din dotarea A.R. și anume AN2-ul. Spre deosebire de cele amintite mai sus acesta are fuzelajul din aluminiu cu construcție monococă și aripile cu structura de duraluminiu asamblate prin nituire și împânzite.

2.1.7. Monoplan cu aripă susținută de hobane

Acest design este utilizat în general la avioanele de viteză mică. Într-o astfel de construcție aripile sunt susținute de hobane externe care ajută la diminuarea sau chiar eliminarea momentului de încovoiere asupra lonjeronului aripilor în zbor sau la sol.

Hobanele pot fi rigide care pot fi supuse atât tensiunii cât și compresiei, sau sub formă de cabluri de oțel care pot fi supuse doar forței de tensiune.

Și în acest caz aripile pot fi:

- montate sus și susținute de hobane rigide, acestea acționând sub tensiune cât avionul se află în zbor, iar după revenirea sa la sol hobanele sunt supuse forței de compresiune cauzată de gravitație (Fig. 1.9) De ex: Cessna 172, Spirit of St. Louis;



shutterstock.com • 147456515

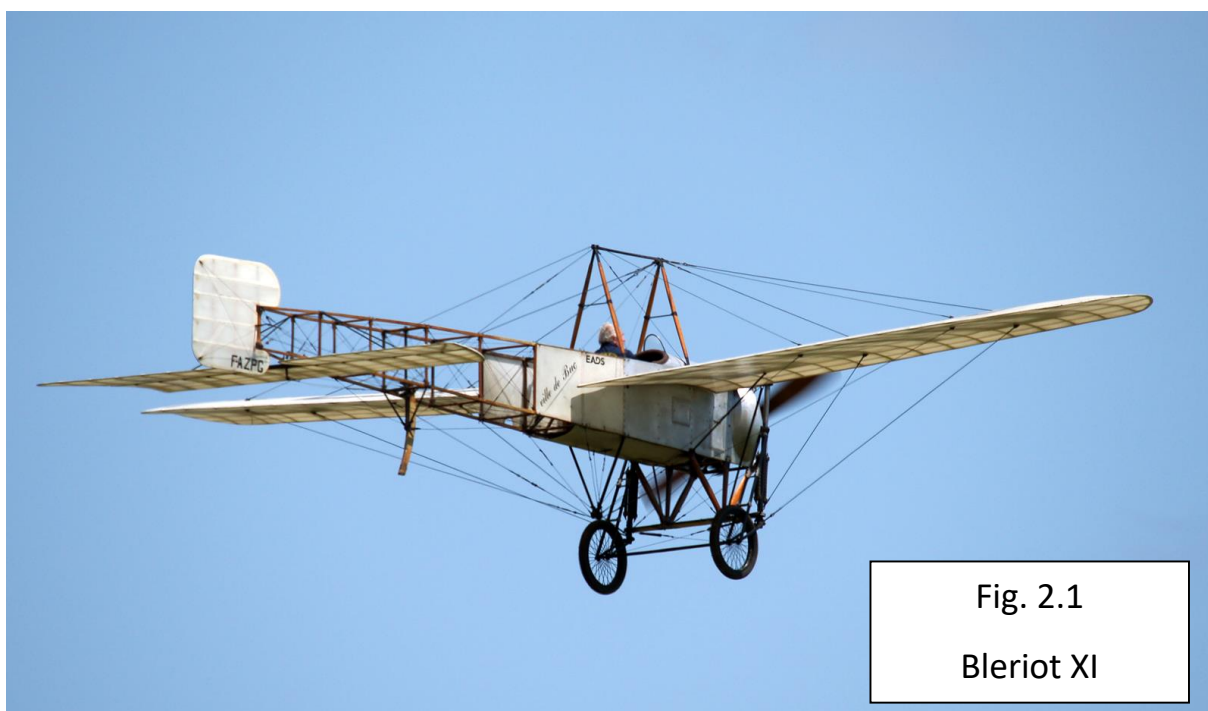
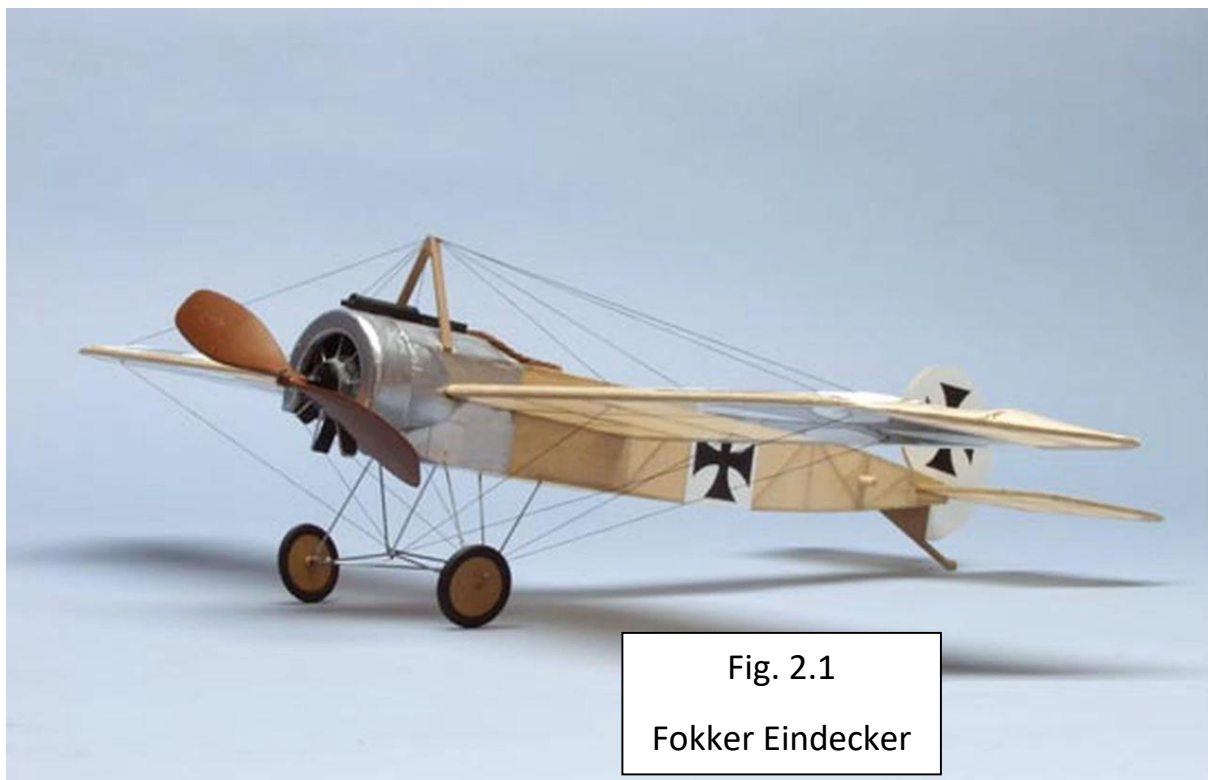
Fig. 1.9

- aripă jos și hobane rigide care diminuează momentul de încovoiere când avionul se află în zbor sau la sol, hobanele acționând ca în cazul exemplificat mai sus. (Fig. 2.0) De. Ex: Piper Pawnee;



Fig. 2.0

- aripă mediană și cabluri de susținere pe intrados și extrados (Fig. 2.1); un astfel de design fiind folosit la începuturile aviației întrucât structurile nu erau suficient de rezistente iar toate cablurile lucrau în tensiune anulând astfel momentele de încovoiere de la îmbinarea aripilor cu fuzelajul.



3. Materiale de construcție utilizate în aviație

3.1. Materiale de aviație

Acestea se împart în mai multe categorii, în funcție de aplicațiile specifice precum și de modul în care pot fi obținute. Avem astfel **materiale naturale** - care odată cu avansarea tehnologiei au fost înlocuite sau scoase din uzul curent, cum ar fi lemnul sau țesturile din fibre naturale și **cele artificiale** - obținute prin prelucrări fizico-chimice a materiei prime brute:

- **materialele metalice** (oțelurile, duraluminiul, titanul, cuprul, etc.),
- **materiale amorf-necristalizate** (sticla),
- **materialele compozite** (fibra de sticlă sau de carbon),
- **materialele termoplastice** (plastic, cauciuc).

Pentru a fi corespunzătoare în construcția structurii avionului, materialele trebuie să îndeplinească următoarele condiții minimale, în ordinea importanței:

- să aibă sarcinile mecanice corespunzătoare elementului component al avionului;
- să aibă un raport rezistență / greutate cât mai mare;
- să nu fie inflamabile;
- să aibă stabilitate mecanică și chimică îndelungată la variația condițiilor climatice (temperatură, umiditate, diverși agenți corozivi, cum ar fi spre exemplu aerul marin cu salinitate mai ridicată de lângă litoral, etc.);
- să fie ușor prelucrabile;
- să aibă un preț mic (deci să existe resurse suficiente).

Tipul structurii moleculare a materialului și prelucrările ulterioare vor dicta comportamentul acestuia la diferitele solicitări la care va fi supus. Distingem așadar **materiale anizotrope** (lemnul, materialele compozite), acele substanțe care prezintă caracteristici fizice variate în funcție de direcția de măsurare și de observare, respectiv **materiale izotrope** (sticla, metalele) despre care se presupune ca prezintă aceleași proprietăți (mecanice, etc.) în orice punct al materialului, invariabil de direcția de măsurare. Trebuie menționate și **materialele ortotropice** care prezintă aceleași proprietăți pe două sau mai multe axe de simetrie perpendiculare între ele.

Lemnul

Primul material folosit în construcția avioanelor a fost lemnul.

Putem spune despre el că este un material compozit natural, cu proprietăți deosebite care atunci când este ales și utilizat în mod corespunzător poate da naștere unor adevărate opere de artă zburătoare (DeHavilland Mosquito, CAP232).

Acesta corespunde și depășește de cele mai multe ori majoritatea condițiilor de rezistență impuse având însă câteva dezavantaje notabile:

- este inflamabil;
- este sensibil la medii umede;
- lipirea cu cleiuri clasice (clei de oase, cazeină, etc.) nu are stabilitate în timp și este influențată de factorii atmosferici.

Pentru a-i îmbunătăți calitățile și a elimina aceste dezavantaje s-au impus următoarele:

- tratarea lemnului cu materiale ignifuge;
- uscarea controlată și protecția cu lacuri stabile în timp;
- înclieirea folosind rășini epoxidice, stabile în timp.

Cu aceste îmbunătățiri, lemnul este folosit și astăzi în construcția avioanelor sau a altor componente, fiind alese diferite esențe după destinația acestora: bradul de rezonanță-pentru elemente de structură, fagul, carpenul, bambusul sau ulmul-pentru elemente de rezistență, balsa-pentru umpleri sau acoperiri de suprafețe portante, teiul-pentru piese cu forme complexe (fiecare esență având avantaje și dezavantaje specifice).



Ca **materiale metalice** utilizate frecvent în construcțiile aeronautice putem enumera:

Oțelurile

Oțelurile sunt aliaje fier-carbon în diverse proporții bine stabilite în funcție de domeniul de aplicabilitate.

$$\sigma = 1000 - 1400 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 7,8 \text{ kg/dm}^3$$

Se pot alia cu Ni, Cr, Mo (INOX), precum și cu Mn, W, Va.

Oțelurile înalt aliate folosite pentru fabricarea pieselor de înaltă rezistență (bolțuri sau feruri de prindere a semiplanurilor aripilor, ampenajelor, sistemului de propulsie sau trenului de aterizare pe fuzelaj).

Oțelurile slab aliate sub formă de țevi sudabile se folosesc pentru structuri tip "grindă cu zăbrele" (folosite la construcția fuzelajului, cadrului de montare a motorului sau a trenului de aterizare).

Aliajele de aluminiu

$$\sigma = 250 - 420 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 2,7 \text{ kg/dm}^3$$

Utilizarea aluminiului și a aliajelor sale a cunoscut și cunoaște o dezvoltare continuă în diferitele industrii existente și reprezintă una dintre cele mai importante categorii de materiale utilizate în tehnica modernă, datorită avantajelor legate de greutatea specifică mică, rezistența la coroziune bună, caracteristici mecanice apreciabile, prelucrabilitate ușoară, etc. Produsele pe bază de aluminiu ocupă al doilea loc pe plan mondial, după oțel, cu toate că istoria cunoașterii acestui metal este de aproximativ două secole. Proprietățile sale, precum legătura între rezistență și greutate, împreună cu durabilitatea, ductilitatea și maleabilitatea fac ca aluminiul să fie o alegere foarte bună în industria în industria aeronautică.

Elementele de structură se fabrică din aliaje tip DURAL (se adaugă în principal Cupru, dar și Si, Mg, Mn), sub formă de bare sau profile complexe extrudate, formate la rece sau cald, plăci, tablă sau elemente de asamblare (nituri).

Piese componente pentru motor se fabrică din aliaje de turnare de tip SILUMIN (aliat cu Si, Mn).

Structură din duraluminu - Electra 10 (sursa: Miami Herald)



Magneziul

$$\sigma = 180 - 250 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 1,7 \text{ kg/dm}^3$$

Magneziul este metalul cu cel mai mare raport rezistență / greutate. Totuși având în vedere dezavantajul că este foarte inflamabil, nu mai este folosit decât în aliaje ale aluminiului.

Titanul

$$\sigma = 350 - 800 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 4,5 \text{ kg/dm}^3$$

Se aliază cu Al, Mo, Va, Mn, Cr etc.

Titanul este următorul după aluminiu ca raport rezistență / greutate, dar are caracteristici mecanice comparabile cu cele ale oțelurilor mediu aliate.

Este folosit la piesele de medie și înaltă rezistență (joncțiuni, piese ale trenului de aterizare), dar și la piesele de motoare turboreactoare sau la structuri destinate avioanelor supersonice, menținându-și proprietățile pe o plajă largă de temperaturi, în special la cele ridicate. Are dezavantajul că este un metal rar, greu de obținut și uzinat, deci relativ scump.

Materiale compozite

Utilizarea compozitelor în construcția de aeronave poate fi datată încă din timpul Celui de-al Doilea Război Mondial atunci când elemente din fuzelajul bombardierelor B-29 au fost fabricate din fibră de sticlă ranforsată pentru a crește încărcătura utilă.

La sfârșitul anilor 1950, în Europa, producătorii de hidroavioane performante foloseau deja fibră de sticlă pentru realizarea de structuri primare. În 1965, FAA a eliberat primul certificat de tip în categoria Normală pentru un hidroavion elvețian din fibră de sticlă numit Diamant HBY. Câțiva ani mai târziu, tot FAA a certificat un avion numit Windecker Eagle cu un singur motor și patru locuri, tot în categoria Normală. Până în 2005, peste 35% din avioanele noi erau construite din materiale compozite.

Compozit este un termen larg și poate însemna materiale precum fibră de sticlă, pânză din fibră de carbon, pânză din Kevlar™ și amestecuri din toate cele de mai sus. Construcția compusă oferă două avantaje majore care conduc la reducerea rezistenței parazite și de formă: obținerea de suprafețe extrem de netede și capacitatea mult simplificată de a forma ușor structuri complexe.

Materialele compozite sunt sisteme matriciale armate cu fibre. Matricea este „lipiciul” folosit pentru a ține fibrele împreună, care după întărire dă piesei forma, iar fibrele sunt cele care transportă cea mai mare parte a sarcinii. Există diferite tipuri de fibre și sisteme matriciale în construcțiile de aeronave, cea mai comună matrice fiind rășina epoxidică,

care este un tip de plastic termorezistent. Comparativ cu alte tipuri cum ar fi rășina poliesterică, cea epoxidică este mai puternică și are un nivel mai ridicat de menținere a proprietăților cu creșterea temperaturii. La rândul lor, rășinile epoxidice sunt disponibile într-o varietate de tipuri, conferind o gamă largă de proprietăți structurale, având bineînțeles timpi, temperaturi de întărire și costuri diferite.

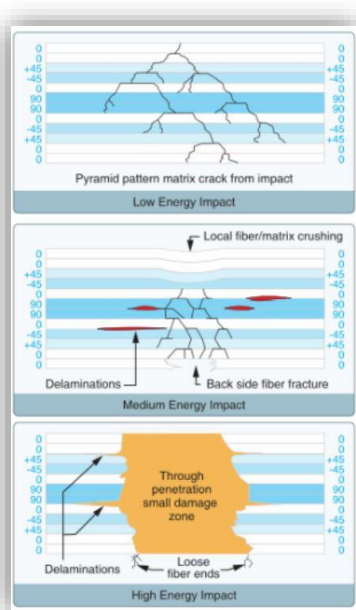
Materialele compozite sau fibrele ranforsate cu rășini sunt materiale folosite la construcția structurilor de aviație datorita avantajelor sale, care sunt:

- rezistență mecanică bună (compozitele nu suferă de oboseală precum și de creșterea fisurilor cum se întâmplă în cazul metalelor);
- stabilitate chimică foarte bună (lipsa coroziunii este un important avantaj al compozitelor);
- sunt neinflamabile;
- preț scăzut;
- tehnologie ieftină de fabricație a structurilor de aviație (SDV-istică ieftină).

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- vulnerabilitate la temperaturi mari sau la variații bruște de temperatură;
- fabricație în mediu foarte bine controlat (umiditate și mai ales temperatură);
- comportare rea antistatică (se încarcă cu energie electrică statică necesitând precauții la alimentarea cu combustibil).

Un alt dezavantaj al materialelor compozite este reprezentat de dificultatea în a identifica vizual eventualele zone deteriorate. Compozitele răspund diferit față de alte materiale structurale la impact și adesea nu există semne evidente de deteriorare. De exemplu, dacă o mașină în mers înapoi lovește un fuzelaj din aluminiu, acesta s-ar putea să se îndoie. Daunele sunt vizibile și se fac reparații. Dacă fuzelajul nu ar părea atins, nu există daune.



Într-o structură compozită, un impact cu energie redusă, cum ar fi o lovitură sau o cădere a unei scule, nu lăsa niciun semn vizibil al impactului pe suprafață. Sub locul impactului însă, poate exista o delaminare extinsă, răspândită în formă de con de la locul impactului către interior. Așadar, deteriorările din interior pot fi semnificative și extinse și mai ales pot fi ascunse vederii. Ori de câte ori cineva are motive să creadă că ar fi putut exista un impact, chiar și minor, cel mai bine este să apelezi un inspector familiarizat cu compozite pentru a examina structura respectivă. Apariția zonelor „albicioase” într-o structură din fibră de sticlă este un semn pentru faptul că delaminarea s-a produs ca urmare a fracturii fibrei.

Un impact energetic mediu are ca rezultat zdrobirea locală a suprafeței, care ar trebui să fie vizibilă cu ochiul liber. Zona deteriorată este mai mare decât zona vizibilă zdrobită și va trebui reparată. Un impact energetic ridicat, cum ar fi lovirea unei păsări sau grindina în timpul zborului, are ca rezultat o străpungere și o structură grav deteriorată. În

cazul impactului energetic mediu și ridicat, daunele sunt vizibile ochiului, dar impactul energetic scăzut este dificil de detectat.

Dacă un impact are ca rezultat delaminarea, zdrobirea suprafeței sau o perforare, atunci repararea este obligatorie. În așteptarea reparației, zona deteriorată trebuie acoperită și protejată de factori externi, în special de ploaie. Multe părți compozite sunt compuse din straturi metalice subțiri legate între ele printr-un miez de fagure, creând o structură „Sandwich”. Deși este excelentă din motive de rigiditate structurală, dar o astfel de structură este o țintă ușoară pentru infiltrarea apei, putând conduce la probleme ulterioare. O bucată de bandă adezivă peste locul afectat este o modalitate bună de a o proteja, dar este nu o reparație structurală. Utilizarea unui material de umplură pentru a acoperi daunele, în timp ce este acceptabilă în scopuri cosmetice, nu este în nici un caz o reparație structurală.



Construcția cu materiale compozite oferă mai multe avantaje față de metal, lemn sau țesătură, greutatea mai mică fiind cea mai frecvent citată. Greutatea mai mică nu este însă întotdeauna automată, depinzând de structură, precum și de tipul de compozit utilizat.

Materiale termoplastice

Materialele plastice sunt din ce în ce mai folosite în construcția avioanelor (pentru început la piese fără rol de preluare a sarcinilor mecanice, dar în ultimul timp se folosesc din ce în

ce mai mult și la realizarea de învelișuri a suprafețelor portante, piese de rezistență mecanică mică sau chiar a unor componente de motor), datorită avantajelor:

- stabilitate chimică foarte bună;
- prelucrabilitate foarte bună și ieftină;
- preț redus.

Prezintă următoarele dezavantaje:

- inflamabilitate mare;
- instabilitate la temperaturi mari.

Cauciucurile (elastomerii)

Cauciucurile sunt materiale utilizate la construcția diverselor componente ale avionului cum ar fi:

- anvelope și camere de aer;
- conducte flexibile (de combustibil, ulei, lichid hidraulic, aer, vacuum, oxigen etc.);
- garnituri de etanșare (inele "o"-ring, semeringuri, membrane, burdufuri etc.)
- elemente de amortizare (pufere, bușe elastice de montare ale diverselor subsansamble etc.)

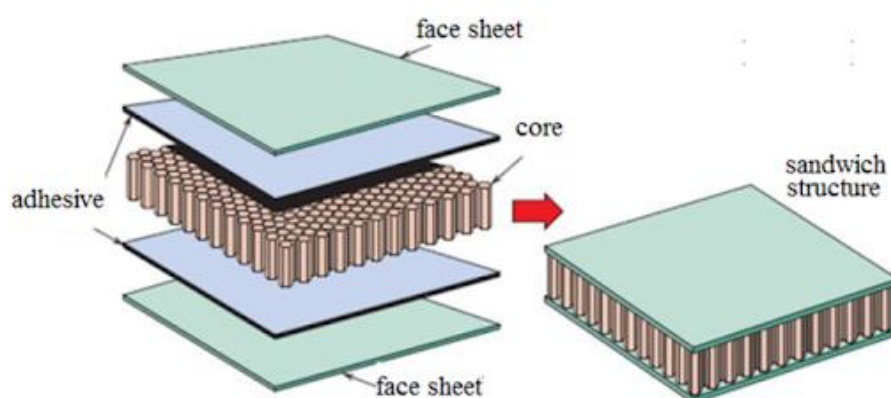
Acest material în timp își diminuează calitățile până la o anumită limită care odată atinsă și depășită ar putea avea consecințe periculoase. De aceea anumite componente vitale din cauciuc (diverse conducte, semeringuri etc.) se schimbă la intervale de timp prestabilite. Acest concept poartă denumirea de „Safe Life” care presupune înlocuirea unei părți sau întreg subansamblu după un anumit număr de ore/ani/cicluri de funcționare.

Trebuie avută în vedere vulnerabilitatea anumitor tipuri de cauciuc la uleiuri și grăsimi (anvelopele sau bușele elastice de montare ale motorului nu trebuie să fie contaminate cu uleiuri).

Materiale spongioase sau structuri de tip "fagure"

Materialele spongioase (spume poliuretanică) se folosesc la umplerea sau rigidizarea pieselor de structură. Acestea sunt foarte ușoare (conțin mult aer în structură) și se aplică foarte ușor (sub formă de spray). NU suportă încărcări punctuale.

Structurile de tip "fagure" au o greutate foarte mică prezentând însă rezistență mecanică foarte bună. Se folosesc la pereți despărțitori sau chiar la învelișuri portante.



Diverse alte materiale

- plexiglas-ul se folosește la construcția cupolei- este un material elastic(nu se folosește geamul de sticlă la avion, cu excepția aplicațiilor speciale, aceasta având elasticitate redusă, deci casantă);
- pânza se folosește la acoperirea totală sau parțială a fuselajului, aripilor și/sau a diferitelor suprafețe portante;
- lacurile se folosesc la lipirea și întinderea pânzei;
- vopsele, grunduri folosite pentru protecția și aspectul final al aeronavei.

3.2. Încărcări aplicate pe structura celulei aeronavei

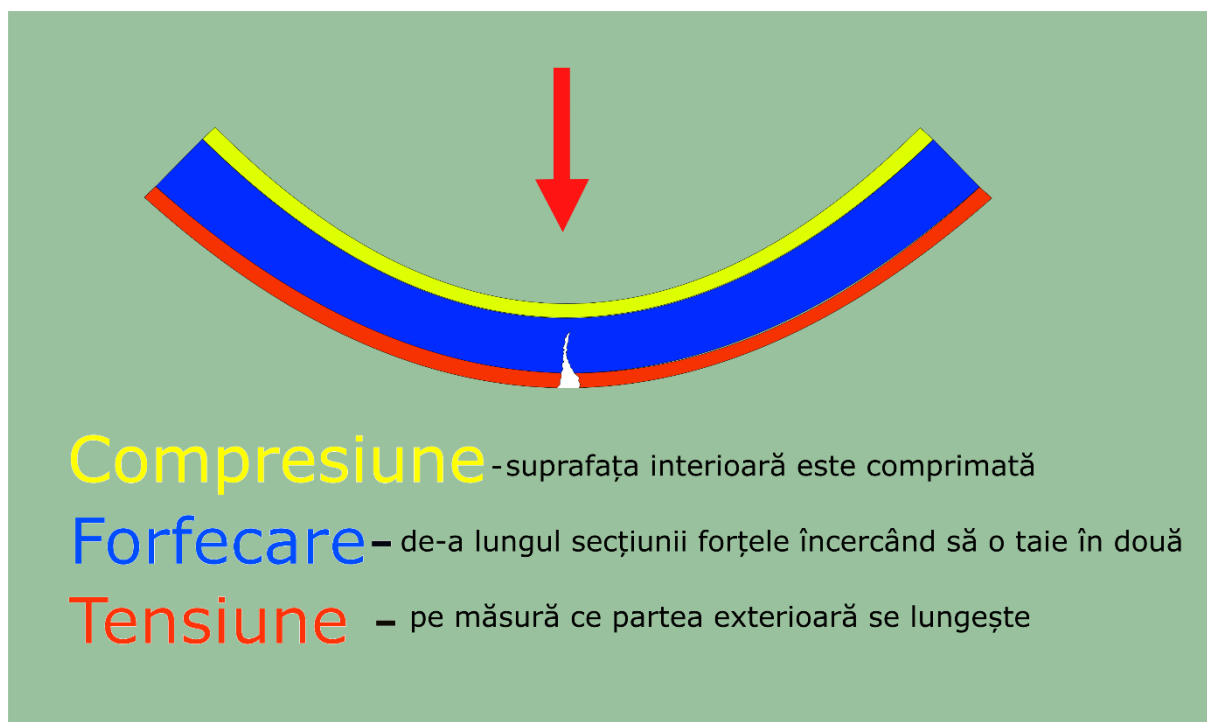
Încărcările se concretizează pentru elementele structurii în solicitări care produc eforturi, care la rândul lor se pot descompune în eforturi unitare. Condiția pentru ca o structură să rămână „întreagă“ este ca eforturile unitare, rezultate ca urmare a acțiunilor, să fie mai mici decât eforturile unitare capabile.

Încărcările de pe structură sunt compuse din mai multe tipuri de forțe și anume:

Forța de tensiune - aceasta tinde să alungească componenta structurii. Componentele proiectate să reziste la tensiune, se numesc tiranți.

Forțele de compresiune sunt opuse celor de întindere și tind să scurteze elementele structurale. Elementele structurale proiectate să reziste forțelor de compresiune se numesc montanți.

Forța de forfecare tinde să „împartă” materialul prin 2 planuri care se mișcă în sensuri opuse. De exemplu îmbinările realizate cu nituri sunt supuse forțelor de forfecare.

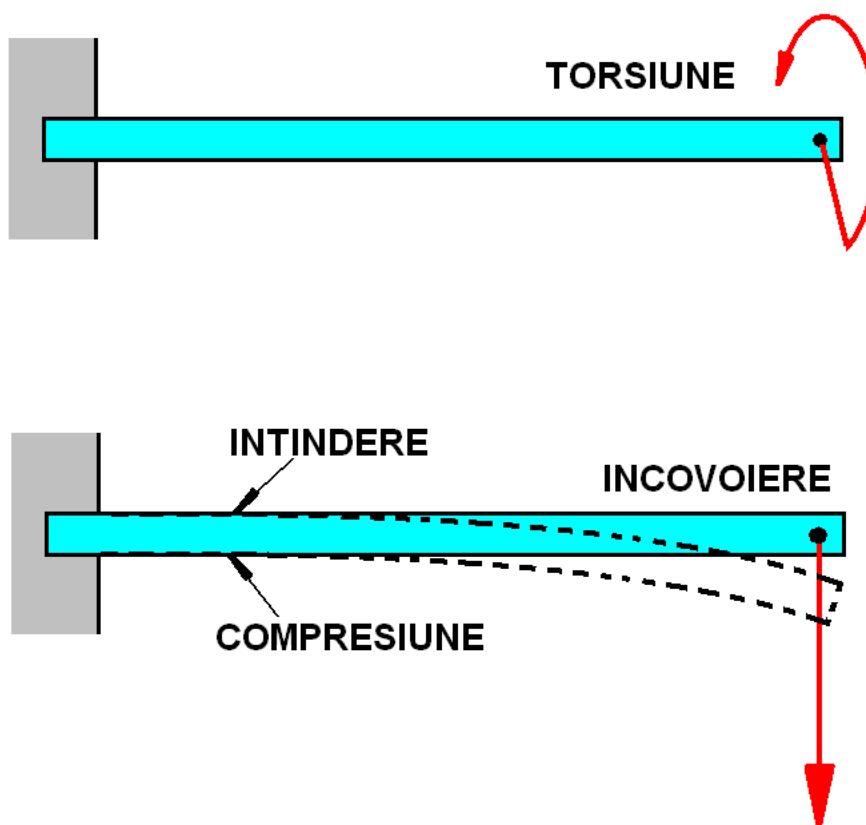


Forțele de torsiune sau răsucire produc tensiune pe marginea elementului, compresiune în centru și forfecare de-a lungul secțiunii acestuia. Toate părțile celulei sunt supuse torsiunii în zbor.

La sol diferitele tipuri de încărcări la care avionul este supus, sunt inversate. Când avionul este staționar pe sol, o aripă în consolă este supusă solicitării de tensiune pe extrados și compresiune pe intrados.

Flambajul poate apărea în învelișul unei aripi și/sau fuzelaj când au fost supuse la forțe compresive excesive și astfel apar deformări ale elementelor. Flambajul e un semn sigur că un avion a fost suprasolicitat.

Încovoierea este solicitarea barei de către o forță ce acționează perpendicular pe lungimea sa, forță ce generează un moment de încovoiere față de încastrare. Acest tip de solicitare asupra barei constă într-o compresiune a materialului pe partea opusă acțiunii forței și printr-o întindere pe partea pe care aceasta este exercitată. Compresiunea și întinderea sunt cu atât mai accentuate cu cât ne îndepărtăm de centrul de încovoiere al barei (o linie situată aproximativ la mijlocul grosimii barei în care materialul nu este nici comprimat și nici întins). Încovoierea generează, totodată și forfecare.

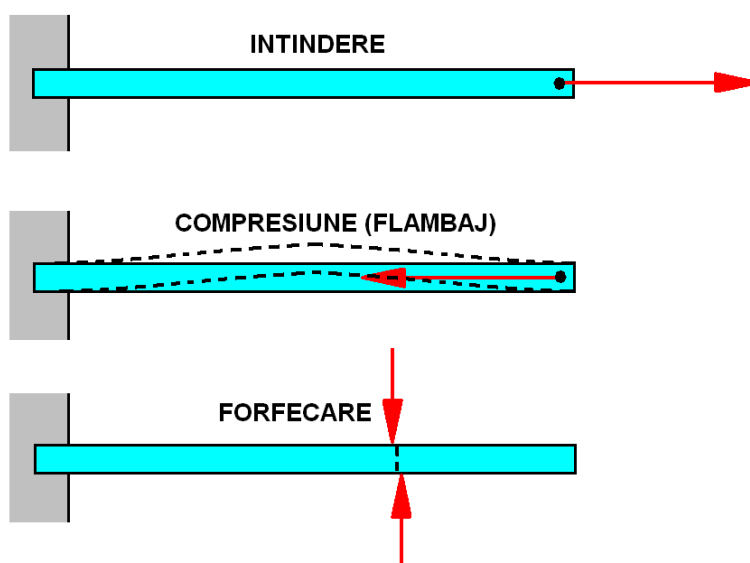


În general, **solicitările** sunt **compuse**, astfel putem combina încovoierea cu forfecarea și torsiunea de exemplu.

Aceste solicitări de bază pot apărea și în cazul plăcilor sau tablelor precum și a pieselor masive.

Suplimentar, mai avem:

- Solicitarea prin **șoc**. În cazul șocului, forța acționează într-un interval de timp foarte scurt dar foarte intens.
- Solicitarea la **oboseală**. În acest caz, piesa este supusă unei acțiuni ciclice (ciclu regulat sau aleatoriu), caz în care poate apărea ruperea la solicitări mult mai mici decât limita de rezistență a materialului piesei.
- Solicitarea de **strivire**. Strivirea este o deformare sau curgere a materialului la contactul între două piese ce sunt presate una asupra celeilalte.



Factorul de siguranță

Încărcarea pe care proiectantul o estimează că va acționa asupra structurii în timpul utilizării se numește Încărcare Limită Proiectată. Un factor de siguranță este aplicat pentru a compensa circumstanțe neașteptate ce pot conduce la depășirea acesteia.

Factorul minim de siguranță specificat în regulamentele de proiectare pentru avioane este de 1.5. Încărcarea limită proiectată multiplicată cu factorul de siguranță se numește Încărcare Maximă Admisibilă.

Structura aeronavei trebuie să susțină încărcarea limită proiectată fără să cedeze și fără a produce deformări severe în structura avionului. Peste încărcarea maximă admisibilă structura avionului poate ceda ducând la consecințe catastrofale.

3.3. Asamblări de aviație

Asamblările de aviație se pot împărți în două categorii:

- asamblări nedemontabile, la care pentru a le desface, trebuie să distrugem elementele de asamblare;

- asamblări demontabile, la care pentru a le desface, elementul de asamblare poate să rămână nedeteriorat, eventual refolosibil.

Asamblări nedemontabile

Pentru fiecare tip de asamblare se vor enumera o serie de avantaje și dezavantaje.

Asamblări nituite

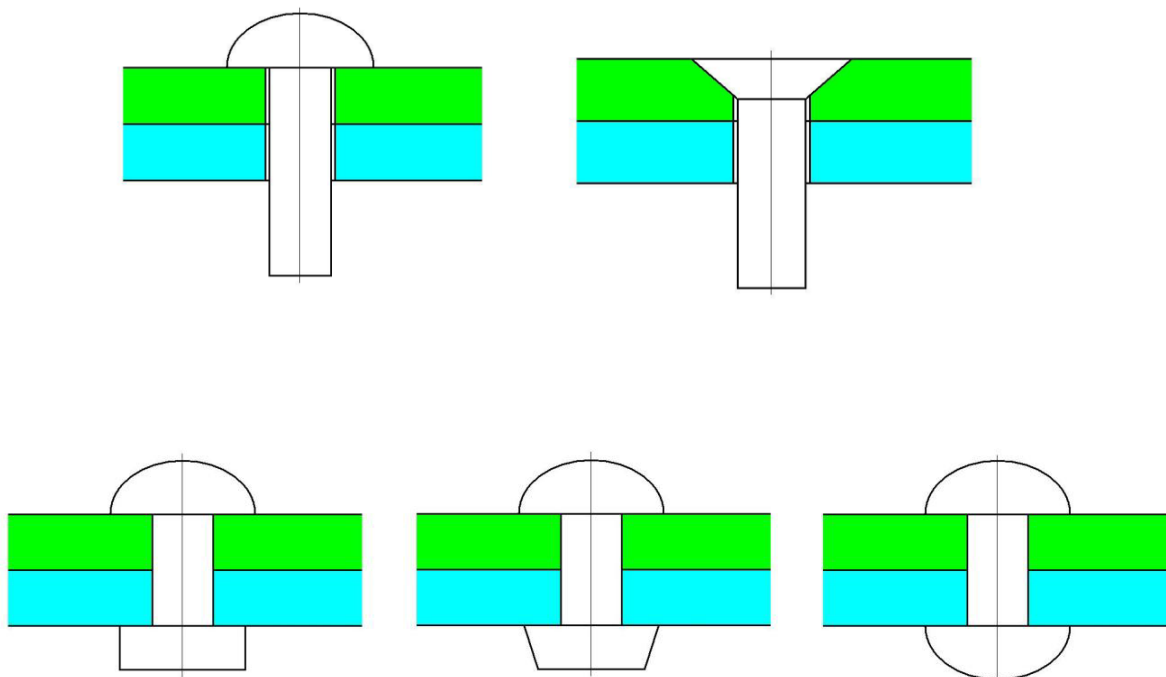
Nitul este o piesă de asamblare care are un capăt preformat (uzinat), cealaltă extremitate urmând a fi deformată plastic pentru realizarea îmbinării.

Capătul preformat poate fi bombat sau înecat (zenk).

Capătul prelucrat pentru asamblare poate fi cilindric, tronconic, bombat (semisferic) sau înecat.

Pentru realizarea îmbinării se folosesc o pereche de scule numite căpuitor și contra-căpuitor.

Asamblarea se poate face manual (cu ciocanul) sau mecanic (folosind mașini de nituit cu percuție, hidraulice, explozive, etc.). Fig. 1.7.



Avantaje ale asamblării nituite:

- nu creează tensiuni interne între piesele asamblate, deci nu necesită tratamente termice ulterioare de detensionare;
- distribuie foarte bine efortul pe mai multe elemente de asamblare (nituri);
- Dezavantaje ale asamblării nituite: necesită SDV-istică scumpă (gabarite de asamblare cu rigiditate mare, mașini de nituit, etc);
- nu poate fi aplicată în orice configurație, din acest motiv încă din faza de proiectare trebuie stabilită o ordine strictă de asamblare (trebuie să avem acces la ambele capete ale nitului);

Există și nituri care se pot aplica pe o singură parte (nit pop) sau care se pot nitui prin detonarea unei mici cantități de exploziv, dar acestea nu sunt folosite la asamblări de rezistență.

Asamblări sudate

La asamblarea sudată, metalul din care sunt fabricate piesele precum și cel de adaos unde este cazul sunt aduse în stare lichidă (topire) cu ajutorul unei surse concentrate de energie (flacăra oxiacetilenică, arc electric, fascicule de laser sau electroni etc.), metalul lichid difuzând între piese.

Înainte de sudare, suprafețele pieselor de lucru vor fi pregătite prin procedee specifice - mecanice și/sau chimice - pentru a asigura aderența și a elimina incluziunile care ar putea diminua calitatea și rezistența îmbinării astfel realizate.

Sudura poate fi concavă (fără material de adaos) sau convexă (cu material de adaos).

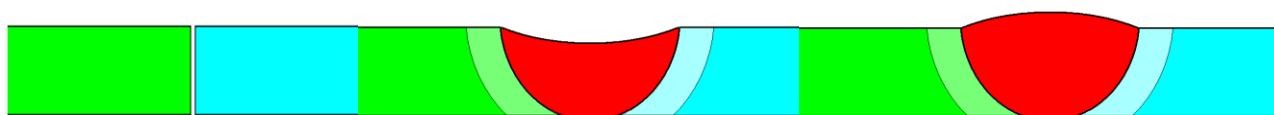


Fig. 1.8.

Avantajele asamblării sudate:

- nu necesită utilaje și SDV-istică scumpă;
- se poate aplica în locuri cu acces dificil;

Dezavantajele asamblării sudate:

- creează tensiuni în piesele sudate din cauza influenței termice locale din timpul topirii materialului pieselor, așadar după sudare, pieselor li se va aplica un tratament termic de detensionare (se încălzește până la o temperatură prestabilită, se menține un anumit interval de timp la acea temperatură, după care piesa sudată se răcește controlat - într-un interval de timp prestabilit);
- metalele ce urmează a fi sudate trebuie să fie compatibile (trebuie să aibă aceiași parametri fizici, cum ar fi temperatura de topire, compoziția, densitatea etc.) și materialele să fie sudabile (nu orice metal se poate suda);
- controlul dificil al imperfecțiunilor de asamblare (incluziuni nemetalice în sudură, cum ar fi zgura, grăsimi, etc. ce slăbesc rezistența sudurii). Controlul trebuie făcut la toate asamblările sudate prin metode nedistructive, care nu slăbesc la rândul lor asamblarea (cum ar fi, cu raze X, magnetic, ultrasonic etc.);

Asamblări lipite

Asamblările lipite sunt asamblări în care între piesele metalice de asamblat se interpune un metal ușor fuzibil (cu temperatură de topire mai mică decât a celor două piese ce se assemblează), în stare topită ce aderă la metalul celor două piese.

Asamblările lipite sunt:



- lipiri tari (brazare), în care metalul de lipire este de obicei alama (aliaj Cu-Zn) se mai numește popular și alămire;
- lipiri moi, în care metalul de lipire este un aliaj de cositor (Sn) și plumb (Pb) sau cositoriri;

Condiția ca două piese să poată fi lipite este ca metalul de lipire să adere la metalul celor două piese (acestea înainte de lipire se vor degresa și se vor curăța de oxidul de metal existent).

Lipirea este o asamblare de mică rezistență și nu se folosește la asamblări vitale.

Asamblări încleiate

Asamblările încleiate sunt asamblări în care între subansamblele viitoarelor piese se interpune un adeziv sau un clei nemetalic (există și adeziv de tip "metal fluid"). Cleiul poate fi mono component atunci când întărirea se face în prezența aerului sau bi/multi-component, la care întărirea se face printr-o reacție chimică între componentii cleiului (adezivi de tipul rășinilor epoxidice).

Asamblările încleiate au avantajul că se pot folosi între diverse tipuri de materiale metalice sau nemetalice. În general, adezivii au o aderență bună la orice material (cu excepția unor tipuri de materiale plastice).

Asamblările încleiate au dezavantajul că sunt de foarte mică rezistență.

Asamblări demontabile

Asamblări cu filet

Asamblarea cu filet se bazează pe o pereche de șanțuri elicoidale practicate în piesele de formă cilindrică ce urmează a fi asamblate, piesa cuprinsă numindu-se șurub, iar piesa cuprinzătoare numindu-se piuliță.

Asamblarea poate avea piese distincte (eventual cu șaibe ce previn strivirile de material pe fețele de așezare) sau una din elementele de asamblare este parte din una din piesele ce urmează a fi asamblate (șurubul poate fi prezon sau este prelucrat din materialul uneia din piese sau piulița este o gaură filetată într-una din piese).

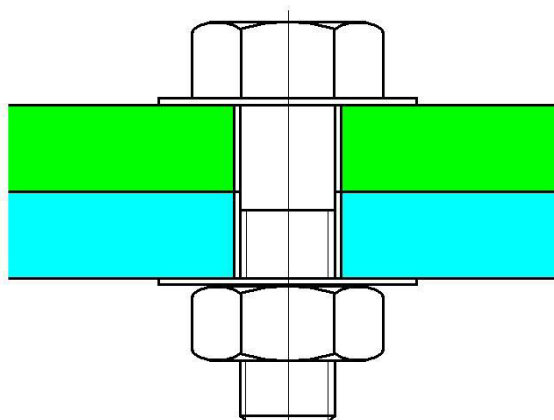


Fig. 1.9.

Asamblări cu element deformabil (cu șlint)

La acest tip de asamblare se folosește un știft sau bolț cu o gaură sau găuri practicate perpendicular pe axa în care se montează un șlint (cui spintecat) care se deformează pentru siguranță.

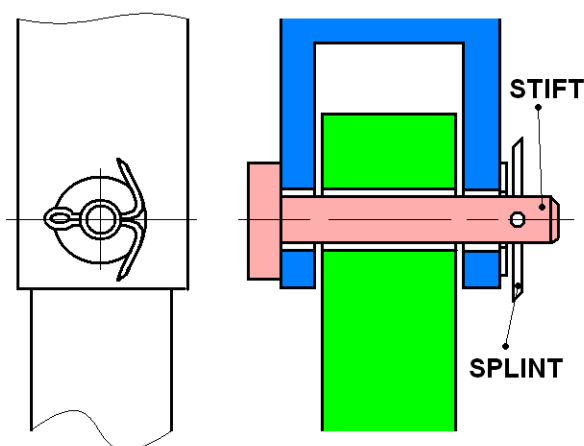


Fig. 1.10.

Asamblări cu element elastic (cu arc)

Asamblările cu element elastic sunt asemănătoare cu cele cu șplint, numai că în loc de șplint se folosește o agrafă din oțel arc.

Asamblările cu arc sunt asamblări rapide (care se assemblează și se dezassemblează des).

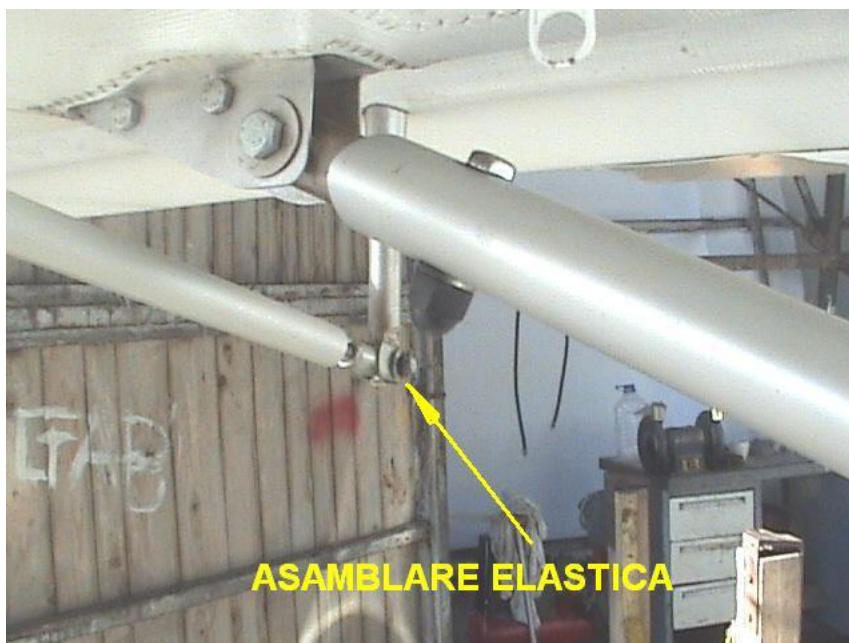
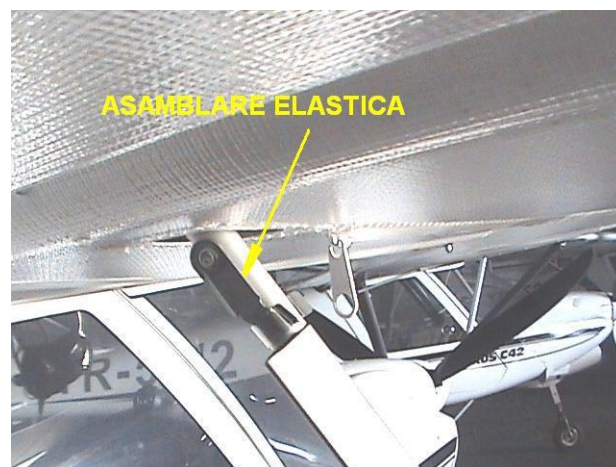


Fig. 1.11.



Siguranța asamblărilor filetate

Pentru a se asigura împotriva auto deșurubării din cauza vibrațiilor avionului, toate asamblările filetate ale avionului sunt asigurate sau sigurate (cu excepția unor asamblări lipsite de importanță cum ar fi elementele de tapițerie interioară, ornamente etc.).



Fig. 1.12.

După tipul elementului de siguranță, acestea pot fi:

- cu sârma;



Fig. 1.13.

- cu șplint;

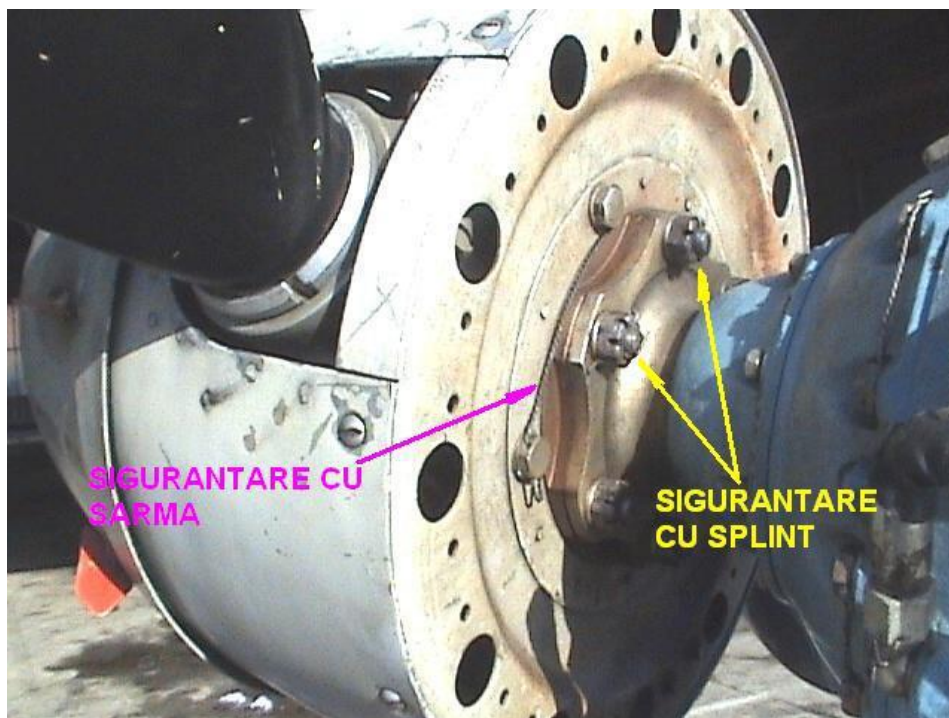


Fig. 1.14.

- cu șaibe de siguranță deformabile:

a) plate simple cu asigurare laterală;

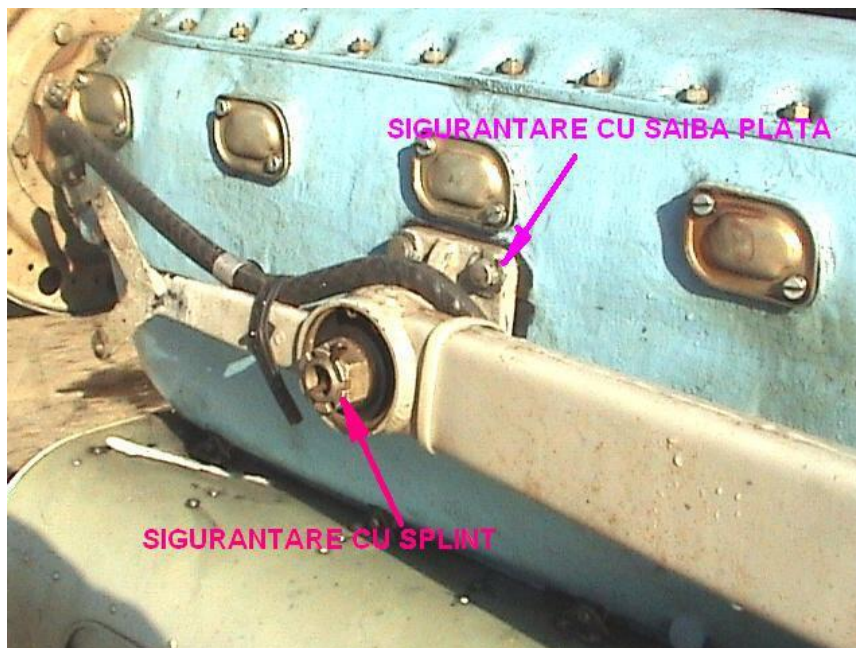


Fig. 1.15.

b) plate în pereche;



Fig. 1.16.

c) tip "oală" (pentru piulițe "olandeze");

- cu deformarea materialului;

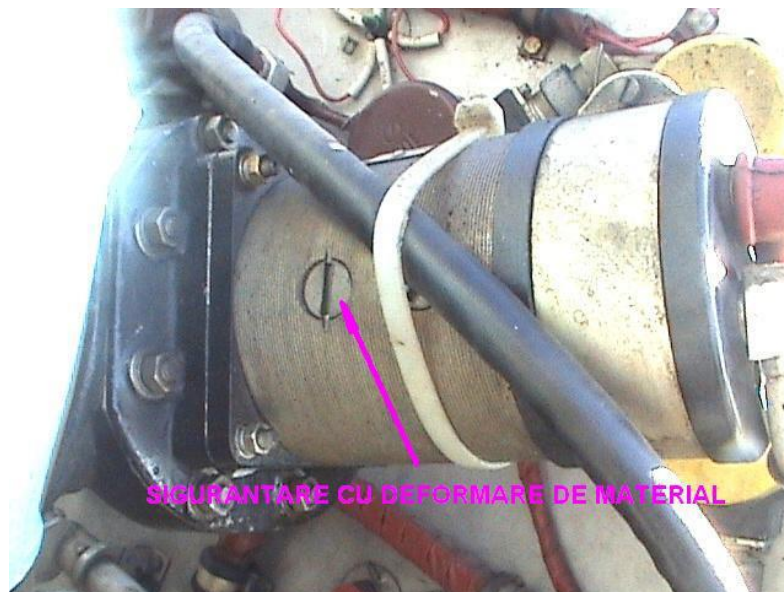


Fig. 1.17.

- cu piuliță cu element de blocare din material plastic;

- cu element elastic care pot fi:

a) cu șaibă Grower;

b) cu arc.



Fig. 1.18.

3.4. Tratamente termice

Tratamentele termice se aplică pieselor în vederea îmbunătățirii calităților mecanice ale materialului din care sunt confecționate (tratamente termice de călire sau de modificare a structurii stratului superficial cum ar fi tratamentele termice de cementare sau nitrurare urmate de călire etc.), de "îmbătrânire" (pentru piesele din aliaje de aluminiu) sau de detensionare în urma asamblării prin sudare.

3.5. Acoperiri de suprafață

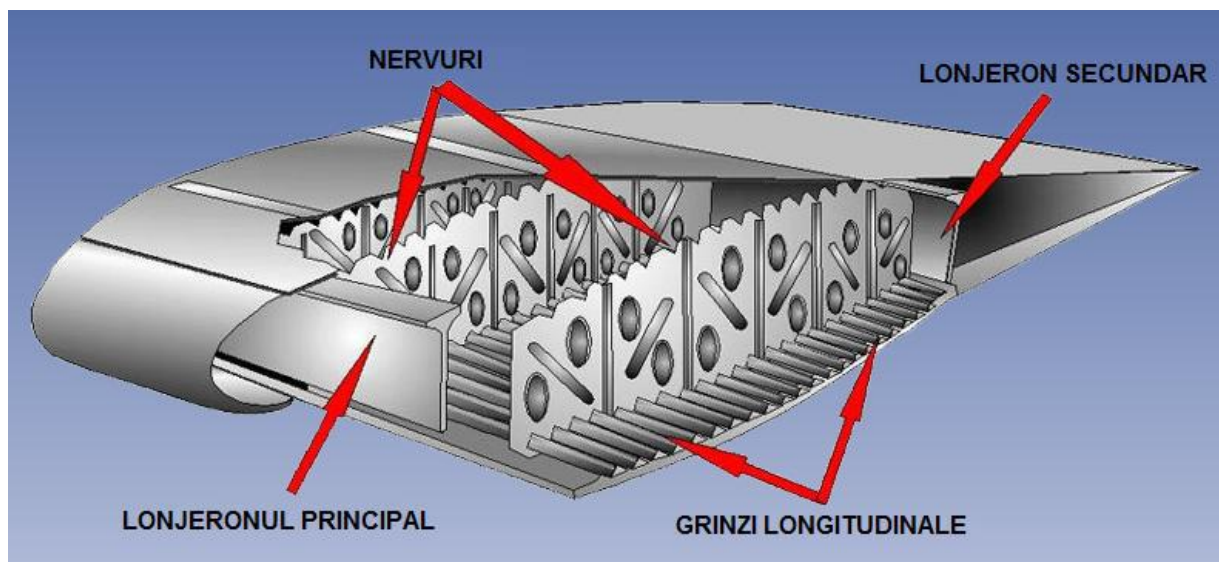
Acoperirile de suprafață se fac în scopul de a proteja piesele împotriva coroziunii sau, mai rar, pentru a mări rezistența la suprafața materialului piesei (acoperiri galvanice cu crom (Cr) sau nichel (Ni)).

Acestea pot fi:

- modificări structurale de suprafață (de exemplu, eloxarea pieselor din aluminiu);
- metalizări de suprafață pentru protecție anticorozivă (cadmieri, zincări, cuprări, argintări etc.);
- vopsiri (acoperiri cu grunduri și/sau chituri și apoi vopsiri și/sau lăcuiri).

3.6. Construcția aripii în consolă

Capacitatea portantă a unei aripi în consolă este posibilă prin construirea aripii în jurul unuia sau mai multor elemente suport cunoscute drept lonjeroane, care sunt construite astfel încât să preia solicitările de încovoiere în jos la sol și în sus, în spate și solicitări de răsucire în zbor.



În general componentele structurale majore ale unei aripi în consolă sunt fabricate din aliaje din aluminiu, iar materialele compozite ca plastic ranforsat cu fibră de sticlă sau fibră de carbon și structuri tip fagure sunt folosite la suprafețele de control, flapsuri etc.

Diminuarea parțială a momentului de încovoiere în zbor se poate realiza prin amplasarea rezervoarelor de combustibil în aripă.

Aripile în consolă pot fi cu un singur lonjeroan, două lonjeroane sau multi-lonjeroan. O construcție convențională constă dintr-un lonjeroan anterior principal și unul posterior secundar, cu învelișul metalic atașat de nervuri pentru a forma o structură tip cutie care rezistă forțelor de torsiune.

3.6.1. Învelișul

Învelișul unei aripi în consolă ajută la distribuirea forțelor. Generează solicitări în lungul lonjeroanului și rezistă torsiunii.

3.6.2. Lisele (grinzi longitudinale)

Lisele sunt elemente de-a lungul aripii care dau rigiditate acestora prin rigidizarea învelișului la compresiune.

3.6.3. Nervurile

Sunt elementele care dau forma aripii în spațiu, mențin lonjeroanele, lisele și învelișul împotriva flambajului și distribuie forțele concentrate de la motoare, tren de aterizare și suprafețe de control către înveliș și lonjeroane.



Suprafețe de stabilizare

Suprafețele de stabilizare în planul de rotație și tangaj (direcție și profunzime) sunt proiectate astfel încât avionul să revină la zborul echilibrat după ce avionul a fost destabilizat de o forță perturbatoare din zborul stabil, rectiliniu.

La avioanele convenționale suprafețele de stabilizare sunt **deriva**-în plan vertical (partea din față, dispusă anterior direcției) și **stabilizatorul**-în plan orizontal (partea fixă din fața profundorului).



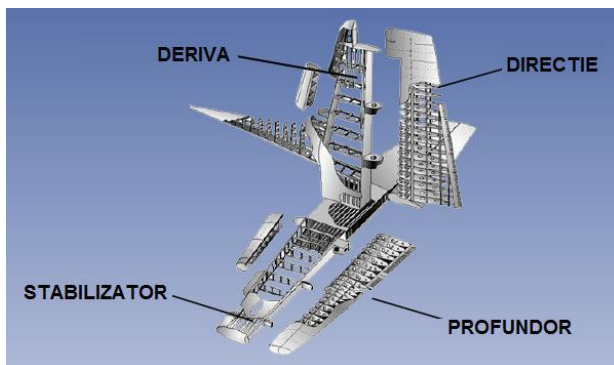
SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT

4. Ampenajul

Ansamblul de elemente ce formează coada avionului se mai numește și ampenaj. Acest ansamblu poate consta în diferite forme și anume:

- ampenaj convențional (clasic)
- ampenaj în T
- ampenaj în H
- ampenaj în V

Ampenaj clasic



Ampenaj în T (IAR 46)



Ampenaj tip H (C-45)



Ampenaj în V Beechcraft Bonanza 35



Elementele ce formează coada avionului oferă stabilitate transversală(în profunzime) și direcțională(de girație, în jurul axei verticale).

La unele avioane unde anumite caracteristici constructive ar conduce la comportamente nedorite în diverse stadii ale zborului sau acolo unde se dorește sporirea artificială a manevrabilității (cu precădere în fazele critice, a se vedea zborul în limită de viteză) stabilitatea și controlul transversal este asigurat de suprafețe dispuse frontal, așa-numitele **aripi-canard**. În funcție de modul de instalare, poate fi o suprafață fixă, mobilă sau cu geometrie variabilă și poate încorpora sau nu suprafețe de control.

Când aripa canard este fixă, aceasta are rol de a genera portanță pozitivă suplimentară, pe lângă cea creată de aripile principale, fiind opusă deci forței portante negative generată de stabilizator. Aceasta ar putea conduce la folosirea de aripi cu anvergură redusă, dar din rațiuni de comportament la angajare, acest lucru este nepractic. De asemenea, unghiul de atac al suprafețelor de acest tip este mai mare decât cel al aripilor principale astfel încât angajarea să apară întâi în partea din față, rezultând astfel căderea botului(comportament predictibil cu creștere de viteză), evitându-se astfel apariția fenomenului de „Super Stall”(angajare profundă)-aproape imposibil de contracarat prin manevre clasice) prin umbrirea profundului și stabilizatorului de curentul de aer turbionar produs de aripi la unghi critic mare(fenomen caracteristic avioanelor cu ampenaj de tip T și motoare dispuse sub aripi).

Piaggio Avanti



Velocity



Winglet-urile (aripioare) sunt structuri plasate la extremitățile suprafețelor portante principale ale avioanelor, care au rolul de a le spori calitățile aerodinamice. Formele și unghiurile acestor extremități joacă un rol important în aerodinamica aripilor, având funcția de a diminua valoarea rezistenței induse, datorată desprinderii fileurilor de aer sub forma unor vârtejuri dinspre intradosul spre extradrosul aripilor.(de la presiune mărită la presiune mai mică)(De la Wikipedia, enciclopedia liberă)

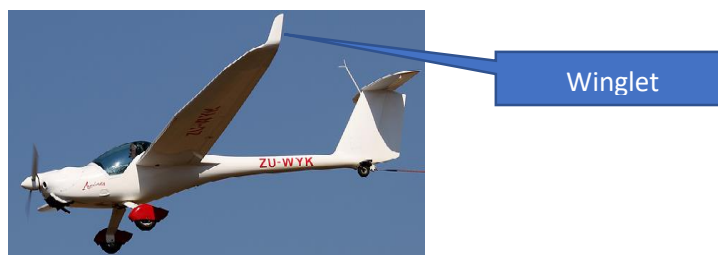




Photo Copyright © Kees Marijs

PLANESPOTTERS.NET

Stabilizatorul și profundorul pot forma o singură suprafață mobilă, care are rol atât de stabilizare cât și control în profunzime. De exemplu: Socata TB10

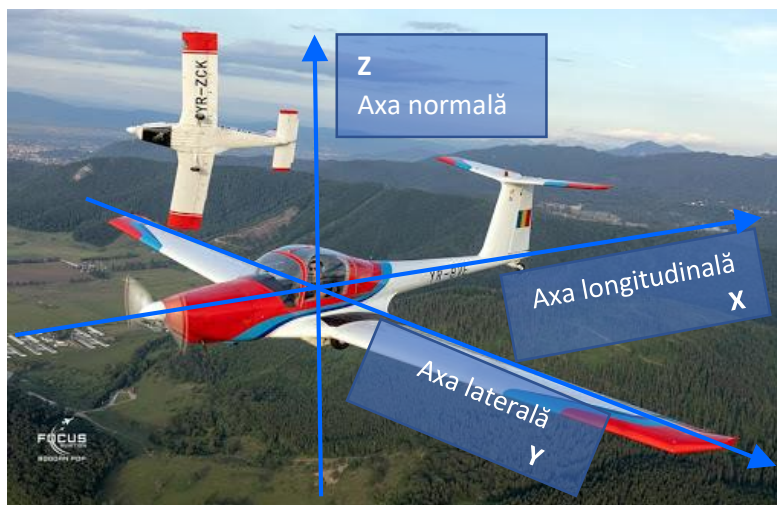
Stabilizatorul orizontal, partea fixă a cozii, oferă stabilitate transversală generând o forță portantă de echilibrare orientată în sens opus celei generate de aripi. De cele mai multe ori se poate spune că generează portanță negativă.

Structural, componentele cozii sunt identice ca mod de construcție ca și aripile, dar la dimensiuni mai mici și folosesc aceleași materiale enumerate anterior.

Deriva

Suprafața verticală fixă, numită derivă sau stabilizator vertical generează forțe laterale pentru a oferi stabilitate direcțională.

Axele avionului



Pentru a menține un zbor stabil, avionul trebuie să fie într-o stare de echilibru pe cele 3 axe. Suprafețele de stabilizare ajută la menținerea stării de echilibru. Suprafețele de control oferă posibilitatea de a manevra avionul în jurul celor 3 axe.

Axa longitudinală

Rotația în jurul axei longitudinale se numește ruliu. Ruliul este controlat de către eleroane, prin mișcarea manșei lateral.

Axa transversală

Rotația în jurul axei laterale se numește tangaj (profundzime). Tangajul este controlat de către profundor sau de toată suprafața stabilizatoare în cazul avioanelor cu stabilizator pendular, prin mișcare manșei spre în față sau spate.

Axa verticală

Rotația în jurul axei verticale se numește girație. Girația este controlată de către direcție acționând palonierele stânga sau dreapta.

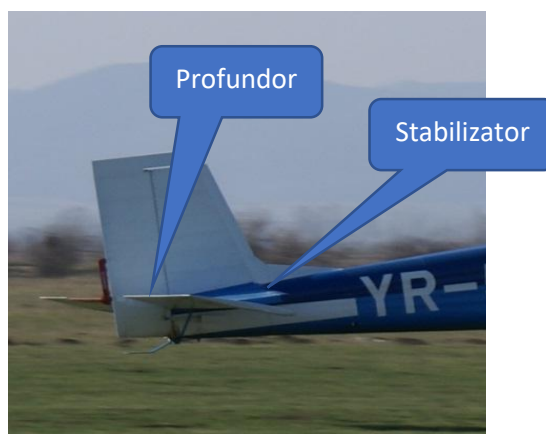
4.1. Suprafețe de control

Suprafețe de control primare

Suprafețele de control primare manevrează avionul în tangaj, ruliu și girație. Mișcarea suprafețelor de control ca răspuns al acționării comenzilor din carlingă se realizează direct, lanțul cinematic fiind unul mecanic în cazul avioanelor mici. Asta înseamnă că suprafețele de control sunt conectate la comenzile din carlingă printr-un sistem de cabluri, tije, scripeți, leviere.

Controlul tangajului

Este obținut prin folosirea profundorului, stabilizatorului pendular sau canard. Pentru scopul acestui capitol vom presupune că avionul în discuție are stabilizator și profundor. Profundorul este controlat de mișcarea manșei în față sau în spate. Mișcarea manșei spre spate produce acționarea profundorului în sus care face ca botul avionului să urce respectiv să coboare la împingerea manșei către înainte.



Controlul ruliului

Este obținut prin mișcarea eleroanelor. Mișcarea manșei spre dreapta produce acționarea eleronului drept în sus și cel stâng în jos, inducând astfel un moment de rotație spre dreapta și invers la acționarea manșei spre stânga. La bracara eleroanelor aripa care urcă va crea mai multă portanță, cea care coboară mai puțină. Trebuie avut în vedere și efectul advers de moment negativ-adverse yaw- generat de portanța și automat de rezistența la înaintare inegală care apare la comanda de ruluu. Să presupunem că se dorește introducerea aeronavei în viraj și acționăm doar manșa lateral dreapta. Dacă vom observa traiectoria botului, acesta va desena pe linia orizontului un arc de cerc imaginar descendent (ca un zâmbet) în direcția opusă mișcării inițiate cu manșa. Avionul va expune astfel o suprafață portantă mai mare curentului de aer și va începe să urce. Toate aceste efecte nedorite se întâmplă dacă acționarea comenzii de manșă nu este coordonată cu cea de palonier apăsat pe partea pe care se execută virajul și prin menținerea ulterioară în viraj cu ajutorul profundorului.

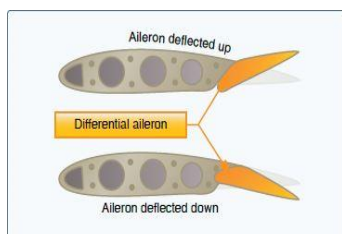


Pentru diminuarea efectului de rotație inversă se folosesc diferite soluții constructive.

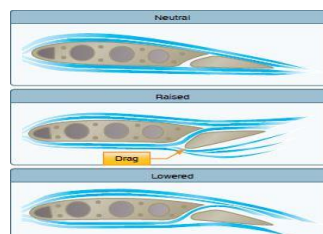
Putem avea **eleroane diferențiale**, atunci când eleronul are un unghi de bracaj mai mare în poziția superioară (către extradados) decât atunci când coboară către poziția

inferioară(către intrados). Acest lucru produce o creștere a rezistenței la înaintare pe aripa descendentă frânând-o, rezultând diminuarea girației inverse.

O altă soluție constructivă o reprezintă folosirea **eleroanelor tip Frise** . Acestea au axa de rotație deplasată, în așa fel încât prin acționarea manșei sau a coloanei de control eleronul care urcă va pivota oarecum excentric față de balama expunând curentului de aer de pe intradosul planului bordul său de atac, crescând rezistența la înaintare pe aripa care coboară. Astfel efectul de girație inversă va fi micșorat.



Eleroane diferențiale



Eleroane tip Frise

Controlul girației

Este obținut prin acționarea palonierelor. Apăsând palonierul drept spre înainte, bordul de fugă al direcției va fi deplasat spre dreapta, mărind astfel componenta de pe partea stângă a portanței generate de ampenajul vertical, mutând astfel botul avionului în jurul axei verticale tot spre dreapta, respectiv în sens opus la apăsarea palonierului stâng.

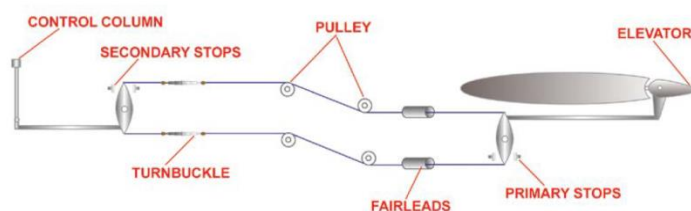


Limitele de mișcare ale suprafețelor de control

Deflectarea suprafețelor de control în fiecare parte față de axa neutră este stabilită de către proiectantul aeronavei astfel încât controlul necesar să fie obținut în toată gama de condiții de operare.

Deflectarea nu este neapărat identică în fiecare parte a axei neutre. De exemplu profundorul are de obicei un unghi de bracaj în sus mai mare decât în jos. Limita este asigurată de opritoare mecanice. Rolul opritoarelor mecanice este de a preveni bracarea excesivă a suprafețelor de control care pot cauza supra solicitarea structurii aeronavei în condiții normale de operare.

Rezonanța suprafețelor de control (Flutter)



Flutterul reprezintă oscilațiile rapide și necontrolate ale unei suprafețe de comandă (sau a suprafeței de care este atașată) care apare ca rezultat a unei suprafețe de comandă neechilibrată. Flutterul este cauzat de interacțiunea dintre forțele aerodinamice, cu forțele inerțiale și proprietățile elastice ale structurii suprafeței de comandă și poate duce la cedarea catastrofică a structurii.

Problemele de aeroelasticitate pot fi prevenite prin ajustarea masei, a rigidității sau a aerodinamicii structurilor. Acestea pot fi determinate și verificate prin utilizarea calculelor, testelor de vibrații la sol și testelor de flutter în zbor.

Flutterul suprafețelor de control este de obicei eliminat prin balansarea masică suprafeței de comandă. De regulă, se realizează prin adăugarea unei mase de echilibrare suplimentare (bob-weight) în fața balamalei sau mutarea acesteia în interiorul suprafeței de comandă înseși, fapt care conduce la reducerea momentului de inerție al suprafeței și a perioadei de vibrație. vibrație.



Flutterul nu trebuie să apară în condiții normale de operare ale avionului. Întreținerea precară, mai ales în privința jocului în articulațiile lanțului cinematic de control al suprafețelor de comandă sau flexibilității lor, favorizează apariția acestui fenomen mult sub viteza specificată de fabricant.

Compensatoarele de efort

Compensatoarele de efort sunt mici suprafețe (le vom numi clapete) plasate de obicei pe bordul de fugă al suprafețelor de comandă principale. Scopul lor este compensarea momentelor necesare pentru bracarea suprafețelor principale. În principiu, ele sunt bracate invers față de suprafața principală (v. figura de mai jos). Ele creează forțe aerodinamice relativ mici, dar brațul acestor forțe față de articulația suprafeței principale este mare, astfel că pot compensa total sau parțial momentul forțelor generate de suprafețele principale. La avioanele foarte mari, comenzile brachează doar compensatoarele, iar suprafețele principale de comandă se poziționează automat prin echilibrarea momentelor forțelor aerodinamice generate de suprafețe însele și compensatoarele lor.

Astfel de reglaje se fac pentru a stabili asietă avionului în funcție de încărcătură, condiții meteo sau evoluția dorită. Când un avion este compensat el își va menține atitudinea și viteza fără ca pilotul să acționeze comenzile. Dacă este necesar ca o suprafață de control să fie acționată pentru a menține avionul în echilibru, pilotul va fi nevoit să aplice o forță comenzii pentru a menține suprafața de comandă în poziția necesară respectivei evoluții. Această forță poate fi redusă la zero prin operarea suprafețelor compensatoare montate pe bordul de fugă ale suprafețelor de comandă pentru a le menține pe acestea din urmă în poziția bracată.

Poate fi nevoie ca avionul să fie compensat în profunzime ca rezultat al schimbărilor de atitudine și viteză, schimbări ale regimului de putere sau variația poziției centrului de

greutate (odată cu consumul de combustibil din rezervoare, spre exemplu). Un compensator de profundor este ilustrat în imaginea de mai jos.

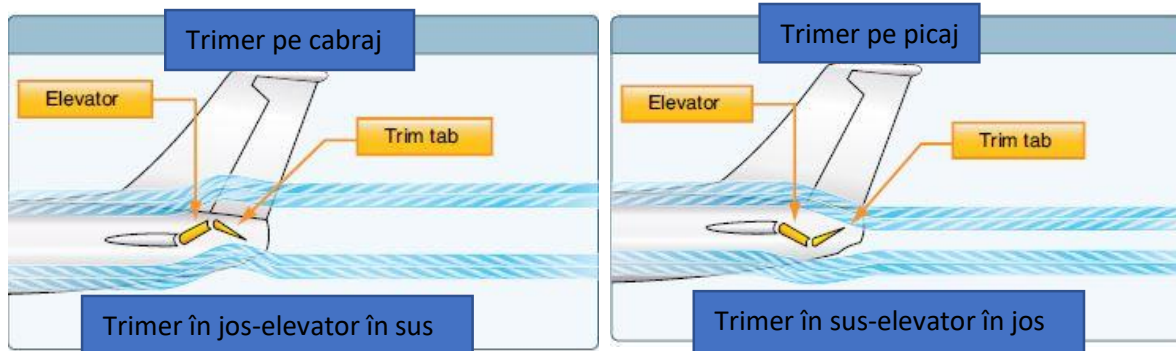
Distingem mai multe tipuri de compensatoare:

Cel mai simplu și uzual este **trimerul**. Poate fi operat manual sau electric din cabina pilotului. Se mișcă în sens invers suprafeței de comandă. Așadar, plasând comanda trimerului pe picaj complet, plăcuța trimerului se va muta în poziție complet sus. Va fi expusă curentului de aer și va acționa asupra întregii suprafețe de comandă forțând-o să coboare. Astfel ia naștere momentul de picaj al botului



Compensator aerodinamic profundor

În pofida faptului că trimerul se mișcă (cumva contra-intuitiv) în sens opus direcției suprafeței de comandă, operarea este pentru pilot foarte facilă și logică. Dacă se execută o urcare prelungită, va fi nevoie de a menține un efort continuu de tragere de manșă. Pentru a diminua această presiune, se va acționa roțița sau levierul trimerului către înapoi până când avionul nu va mai fi greu de bot.



Compensatorul balansier

Se folosește în general la aeronavele la care forțele aerodinamice, în special la viteze superioare, tind să devină excesiv de mari. Sunt similare în aparență și funcționare cu trimerul clasic, diferența majoră rezultând din faptul că acest tip de compensator este conectat direct la comenzile primare, astfel încât dacă manșa se mișcă într-o direcție, acesta o va face automat în sens opus. Se va contrabalansa astfel o parte din forța aerodinamică ușurând munca pilotului. Acest tip de compensatoare pot fi ele însele

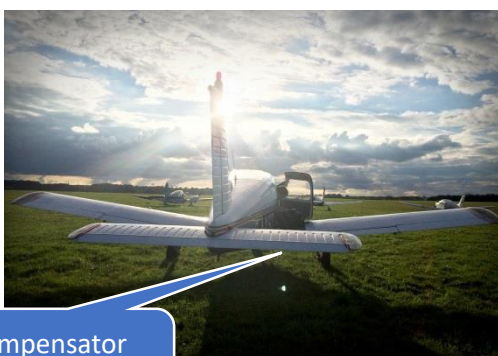
ajustabile sau pot lucra împreună cu un trimer clasic. În cadrul Aeroclubului României acest sistem este întâlnit la avioanele ZLIN 142/242.



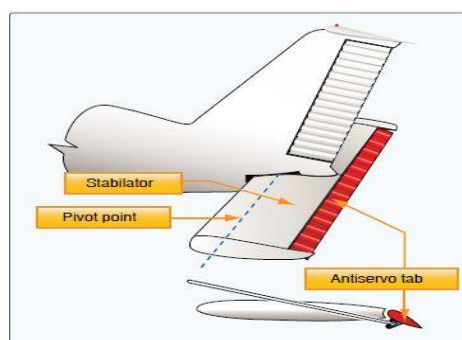
Compensator de
balansare

Compensatorul contra-balansier

Acesta are același principiu de funcționare ca și cel descris anterior. Diferența majoră rezidă din faptul că în cazul său, mișcarea de compensare se face în același sens cu bordul de fugă al suprafeței de comandă afectate, mărind astfel efectul pe manșă. Practic cu o cantitate mai mică de mișcare a acesteia vom obține efectul de picaj sau cabraj dorit. Se folosește la acele avioane la care prin acționarea manșei s-ar depăși cu ușurință factorii de sarcină maxim admiși, fapt ce poate duce la apariția de deformări structurale. Un exemplu de avion care utilizează acest tip de aranjament este avionul Piper Cherokee.



Compensator
contra-balansier



Compensarea pe axa de rotație este necesară la schimbări în cuplul elicei sau dacă apare o cedare de motor la un avion multi-motor.



Compensator aerodinamic direcție

Compensarea pe axa de ruluu este rar întâlnită, dar va fi necesară dacă centrul de greutate a fost deplasat în lateral: de exemplu dacă devine inegală cantitatea de combustibil din aripi. Cel mai adesea compensatoarele de eleroane sunt fixe, reglabile la sol și destinate să corecteze o compensare permanentă a unui avion neechilibrat pe axa de ruluu.



Compensator aerodinamic fix eleron

Suprafețe secundare (de hipersustentație)

Flapsurile

În anumite faze ale zborului este necesar ca avionul să poată genera o forță portantă mai mare la viteze mici, pentru a reduce distanțele de decolare și aterizare și pentru a permite apropieri cu pantă mare pentru aterizare, de exemplu pentru terenurile scurte și obstacolate.

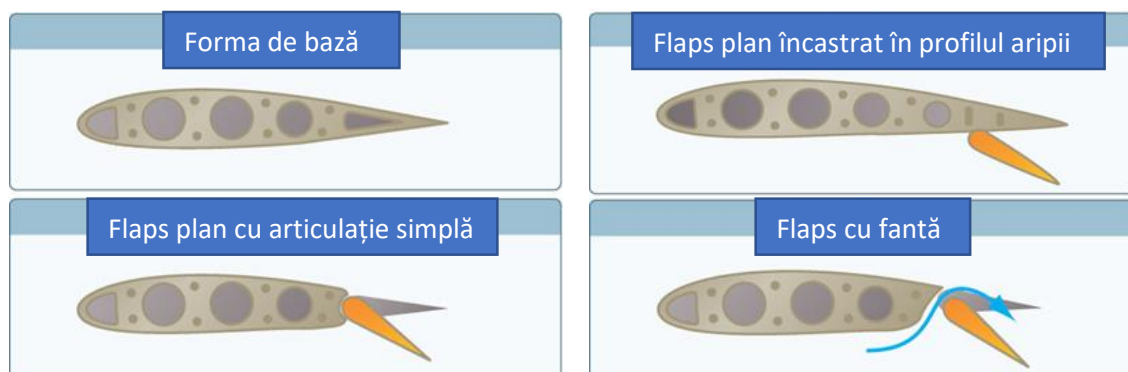
Aceste suprafețe se numesc flapsuri. Un flaps este de fapt o porțiune a bordului de fugă al aripii, prevăzută cu o articulație care poate fi deplasată în jos pentru a mări astfel curbura aripii și implicit creșterea forței portante.

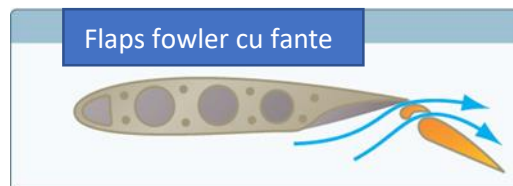
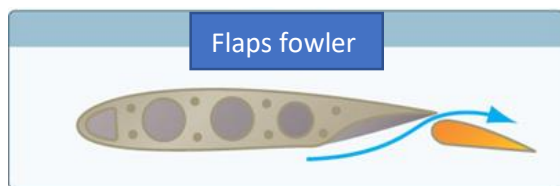
Deosebim mai multe tipuri de flapsuri, dar toate produc o creștere a portanței și a rezistenței la înaintare. Cel mai utilizat tip de flaps la avioanele ușoare este flapsul plan de bord de fugă.



Coborârea flapsului va mări atât portanța cât și rezistența la înaintare dar nu în aceeași proporție, creșterea portanței va fi mai mare. Acționarea flapsului va produce și o schimbare a atitudinii (pantei) avionului. Schimbarea atitudinii este influențată de tipul flapsului, poziția aripii și poziția ampenajului.

Alte tipuri de flapsuri:





Comanda din cabină a flapsului la avionul Ikarus C-42



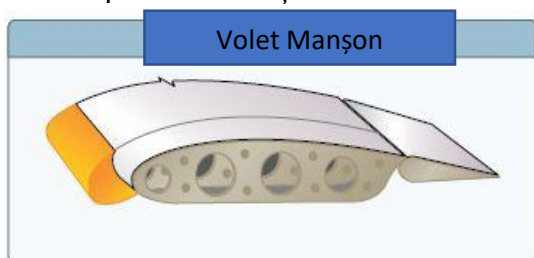
Comanda din cabină a flapsului - Aerostar Festival

Voleții de bord de atac

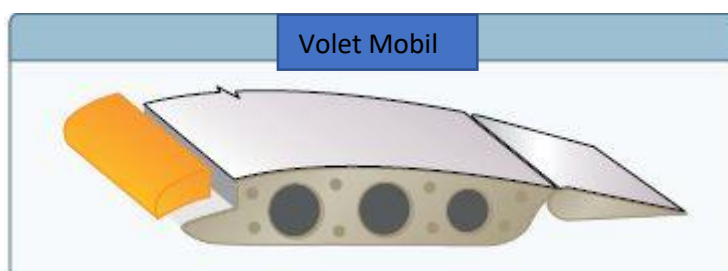
Dispozitive de hiper-sustentație pot de asemenea să fie montate la bordul de atac al aripii. Cele mai comune tipuri sunt voleții ficși, mobili și tip manșon. Acestea reprezintă de cele mai multe ori o extensie spre în față a suprafeței aripii. Folosirea lor îmbunătățește caracteristicile privind decolarea și aterizarea scurtă, dar compromise performanțele la viteze mari



Voleții ficși direcționează fluxul de aer către extradors printr-o fantă, re-energizează astfel stratul limită și întârzie apariția angajării la viteze mici sau unghi de atac(critic) mai mare. Nu modifică profilul aripii și deci distribuția presiunii. Aceștia se poate întinde pe toată suprafață bordului de atac al aripii sau doar pe o porțiune al acestuia-caz în care poartă denumirea de “Dinte de câine”, tradus din englezescul “Dogtooth” și poate reprezenta, fizic, extensia acelei porțiuni de aripa sau poate fi separat de aripa, creând astfel o fantă între corpul voletului și bordul de atac al aripii-vezi mai sus avionul Wilga-35A.



În aceeași categorie putem încadra și **voletul tip manșon** care reprezintă o extensie a bordului de atac aplecată în jos și spre în față care modifică profilul aerodinamic și crește eficiența aripii la viteze mici fără a avea un efect advers semnificativ la viteze mari. Putem întâlni acest tip de aranjament la avioanele mici gen AA-1 Yankee.



Voleții mobili(numiți slats în engleză) pot fi automați sau comandați de către pilot sau computer de zbor în diferite stadii ale zborului. Sunt constituiți din segmente ale bordului de atac care se mișcă pe ghidaje.

Cele automate se extind la viteze mici cu ajutorul forțelor aerodinamice și a unor mecanisme cu resorturi. Sunt întâlnite la avioanele mici de școală(Morane Saulnier MS.880 spre exemplu). La unghiuri mici de atac(viteze mari), vor fi parte integrantă a aripii fiind menținute în această poziție de presiunea mare a aerului. Cu cât viteza scade și unghiul de atac crește pentru a menține avionul în zbor, presiunea ridicată se va muta către în spate și intrados, permițând extinderea lor. Prezintă aceeași funcționalitate ca și cele fixe având în plus avantajul de a nu crea rezistență la înaintare la viteze mari.

NOTĂ: Trebuie menționat faptul că, în cazul brăcării accidentale pe poziții diferite a flapsului se va crea un moment de ruluu aproape imposibil de contracarat cu eleroanele acționate în sens invers. În cazul voleților, la bracare diferențială defectuoasă, avionul se va roti inițial în jurul axei de rotație, amplitudinea mișcării putând totuși fi contracarată prin apăsarea palonierului în sens opus.

Frânele aerodinamice



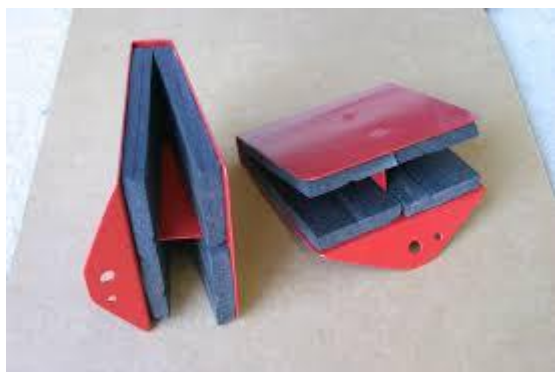
Montate pe aeronavele cu aripă fixă, dispozitivele de mărire a rezistenței la înaintare sunt extinse din aripi pentru a perturba curentul de aer laminar, reducând portanța. La planoare, se folosesc cel mai des pentru a controla rata de coborâre în vederea aterizărilor de precizie. Pe alte aeronave spoilerile se folosesc în controlul ruliului, având posibilitatea de a fi extinse pe fiecare aripă în parte. În acest caz, avionului i se va micșora portanța pe planul afectat și va începe să vireze coordonat, eliminându-se astfel efectul de rotație inversă amintit mai sus.

Extinderea lor pe ambele aripi va permite coborârea fără câștig suplimentar de viteză. Folosirea frânelor aerodinamice la aterizare are ca efect de asemenea reducerea distanței de rulaj după contactul cu solul, deoarece reducând portanța, se va transfera greutate suplimentară pe roțile trenului de aterizare, îmbunătățind eficiența frânării.

Blocaje ale suprafețelor de comandă

Trebuie menționat că avioanele de școală folosite de Aeroclubul României sunt dotate cu comenzi clasice, la care există legătură directă (lanț cinematic mecanic) între cabina de pilotaj și suprafețele de comandă. Acestea poartă denumirea de **comenzi reversibile**. Cu alte cuvinte, greutatea manșei va fi direct proporțională cu magnitudinea forțelor aerodinamice (adică a presiunii dinamice indicate de vitezometru, IAS).

Dacă sunt lăsate libere, vor fi acționate de mișcarea aerului din jurul aeronavei. Atunci când avionul este parcat în spațiu deschis, vântul este puternic sau în rafale, acesta poate deflecta suprafețele de control peste limitările lor mecanice și pot cauza defecte permanente. Pentru a preveni astfel de accidente, se montează blocaje care opresc mișcarea eleroanelor, profundorului, direcției. Dacă blocajele sunt montate în cabină, sunt astfel proiectate astfel încât să nu se poată accelera motorul până nu se scot blocajele.



Blocaje externe



Blocaje interne



SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT

5. Trenul de aterizare



5.1. Funcțiile trenului de aterizare

Funcția principală a trenului de aterizare este de a face posibilă manevrarea avionului la sol, de a suporta masa avionului la o înălțime suficientă pentru a lăsa spațiu liber între sol și elice, flapsuri etc. și de a absorbi energia cinetică în timpul aterizării.



După decolare trenul de aterizare nu mai are niciun rol util și este masă în plus. Ideal ar fi să putem înlocui trenul de aterizare cu un echipament de sol folosit la decolarea avionului. Deși este posibil să susținem și să manevrăm avionul cu echipament de sol, totuși nu există

o soluție viabilă pentru absorbirea energiei cinetice la aterizare și controlarea decelerării. Din acest motiv, se studiază intens la proiectarea unui tren de aterizare cât mai rezistent, ușor și cu un volum mic ocupat după escamotare.

Trenul de aterizare, în funcție de configurație poate fi:

- **Convențional (tren principal față și roată de coadă-bechie);**
- **Triciclu - tren principal și roată de bot**
- **Tandem** - Disponerea în tandem sau configurație tip bicicletă așa cum este construit motoplanorul Scheibe Falke SF 25-A/B care are o singură roată principală și bechie, respectiv câte o roată mai mică sub fiecare aripă.



Trenul de aterizare indiferent de configurație poate fi fix sau escamotabil

Construcția cel mai des întâlnită este sub formă de triciclu (cu roată de bot). Majoritatea avioanelor cu tren de aterizare triciclu au un sistem de orientare al roții de bot, acționat concomitent cu direcția, prin intermediul palonierelor. Roțile principale susțin cea mai mare parte din greutate atunci când avionul este la sol, îndeosebi în timpul decolării și aterizării, de aceea sunt mai robuste comparativ cu roata de bot. Ele sunt de obicei atașate de structura principală a avionului. Majoritatea avioanelor au sistem de frânare pe roțile trenului principal. Trenul de aterizare fix se folosește în general la avioanele de viteză mică sau de școală, unde performanțele în minus cauzate de acest tren nu sunt mai importante decât costul de achiziție, exploatare simplificată și robustețe.

Exista trei tipuri de sisteme ale trenului de aterizare:



Arcuri de oțel tip foi



Foaie de arc din otel sau fibră de sticlă (Zlin 142, Extra 330SC);

Arcurile tip foi sunt prinse de partea inferioară a fuzelajului, prin bolțuri iar partea inferioară a brațului se termină cu un ax pe care este fixată roata și sistemul de frânare. Brațele consistă dintr-un tub sau mai multe straturi de arcuri din oțel sau din materiale compozite.

Bare echipate cu amortizor pneumatic (aer sau azot) (Ikarus C 42);

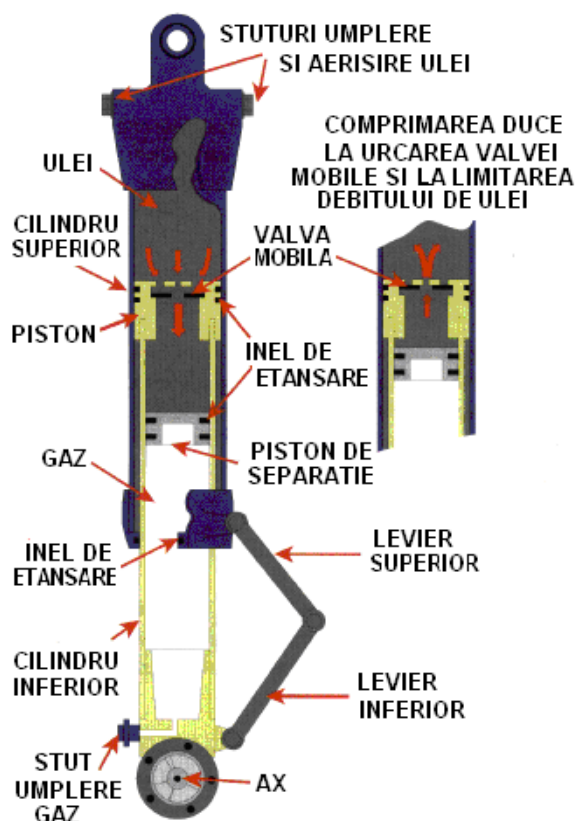


La trenul principal avem amortizor pneumatic, iar la roata de bot inele suprapuse de cauciuc (suspensie pe elastomeri similară ca principiu cu furcile de bicicletă) care prin proprietățile elastice ale materialului absorb șocurile la aterizare sau din timpul rulajului.

Unitate oleo-pneumatică (Zlin 526F - semi-escamotabil).



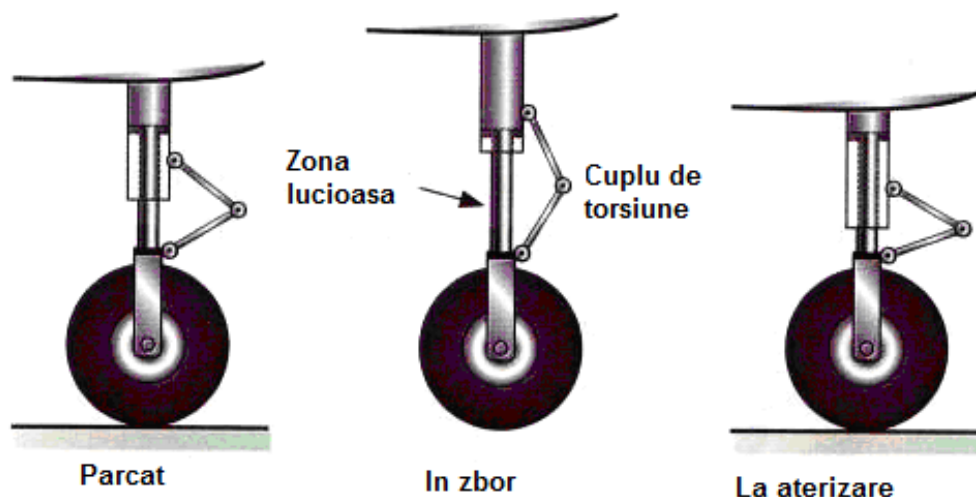
Unitatea oleo-pneumatică este construită telescopic, cu un piston care se deplasează în interiorul unui cilindru, opus unei presiuni de aer comprimat.



Este folosit un ulei special ca agent de amortizare cu rol de a preveni mișcările oscilante înăuntrul și în afară unității oleo-pneumatice pentru amortizarea șocurilor. Când avionul este parcat, o anumită lungime din cursa amortizorului hidraulic ar trebui să fie vizibilă (depinzând într-o anumită măsură de încărcarea avionului) și acest aspect ar trebui verificat la inspecția externă dinaintea zborului.

Detaliile care trebuie urmărite în timpul inspecției la sol:

- un amortizor în stare normală de funcționare nu va fi complet comprimat, trebuie să fie vizibilă o parte din tija care culisează, cât exact este specificat în manualul fiecărui avion;
- secțiunea culisantă a amortizorului trebuie să fie curată și să nu prezinte urme de coroziune sau scurgeri de lichid.



Ediția 2 Revizia 0 / Februarie 2024

Unele trenuri de aterizare fixe pot fi prevăzute cu “cochilii” confecționate din materiale compozite care acoperă mare parte din roată, cu rol aerodinamic (pentru a scădea rezistența la înaintare). Acestea se numesc carenaje.



5.2. Roata de bot

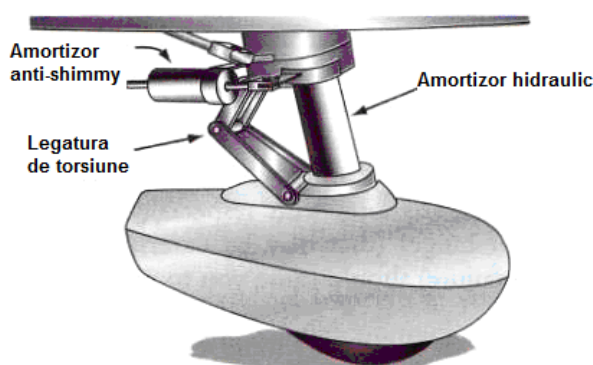
Roata de bot constă de regulă dintr-o structură mai ușoară decât trenul principal deoarece suportă o încărcare mai mică și este supusă doar solicitărilor de compresiune directă.

Aceasta trebuie să se poată braca liber atunci se folosește frâna diferențială la roțile trenului principal. Această cerință era valabilă cu mult timp în urmă, când pentru a face viraje pe sol, se frâneau roțile principale diferențiat iar roata de bot se mișca liber pentru a permite rotirea avionului, în prezent roata de bot la majoritatea avioanelor este bracată direct de paloniere.

Pentru ca roata să fie aliniată corect, este utilizată o articulație care nu permite rotirea (bracarea) necontrolată a roții în timpul rulajului, ci preia comanda dată de paloniere.

Unele avioane au comanda roții de bot corelată cu mișcarea direcției, permițând astfel un control direcțional mai mare când se rulează pe pistă.

O oscilație rapidă, sinusoidală și instabilă (cunoscută ca shimmy) poate să apară la roțile ghidate ale trenului de aterizare, din cauza flexibilității pneurilor și ca însumare a tuturor micilor deplasări din ansamblurile mecanice care în final permit roții această oscilație, sau din cauza uzurii rulmenților sau bucșelor.



Această mișcare în exces, în special la viteze mari, se poate transmite și structurii aeronavei, fapt ce poate deveni periculos. Atât uzura lagărelor roților cât și presiunea inegală din roți pot crește tendința de a vibra. Pentru a preveni acest lucru, majoritatea ansamblurilor roților de bot conțin un amortizor de oscilație, format dintr-o mică unitate cilindru-piston care reduce oscilațiile și previne vibrațiile.

Roata de coadă (bechia)

Această configurație are anumite avantaje fiind folosită cu precădere acolo unde natura operațiunilor în care este implicat avionul o cere. O roată de coadă (bechie) suportă o încărcare mult mai redusă comparativ cu o roată de bot, așadar va fi mai mică și mai ușoară, rezultând atât o diminuare a rezistenței parazite cât și un mod de construcție simplificat. Dacă bechia cedează la aterizare, avariile produse avionului sunt minime, pe când la aeronavele cu roată de bot, se poate avaria elicea, motorul, avionul putând chiar capota.

Avioanele cu bechie au o distanță mai mare între elice și sol, palele elicelor fiind astfel mai puțin afectate de pietre sau corpuri străine. De aceea sunt preferate pentru zborurile de pe terenuri neamenajate.

În schimb, avioanele cu roată de coadă necesită o experiență mai mare în controlul avionului pe sol, întrucât acestea sunt mai instabile în timpul aterizării sau rulajului decât cele cu roată de bot, din cauză că direcționarea se face din spatele centrului de greutate, iar vizibilitatea în față este de cele mai multe ori redusă în poziția de rulaj pe trei puncte (de aceea rulajul se va executa șerpuit cu o asemenea aeronavă).





Bechie acționată de paloniere - avion Pitts Special

5.3. Trenul de aterizare escamotabil

Majoritatea avioanelor de școală, de viteze mici sau la care nu este foarte importantă o performanță înaltă, autonomie și viteze mari au trenul fix.

În schimb pentru avioanele la care se doresc performanțe mari, viteză mare de croazieră și distanță mare de acoperit, nu se poate obține asta decât dacă se reduce masa și rezistența la înaintare iar unu element neutilizat în zbor și care produce o rezistență mare la înaintare, este trenul de aterizare care acționează ca o frână ce dă naștere așa numitei rezistențe parazite. Astfel că pentru avioanele performante se optează pentru varianta cu tren escamotabil și astfel se obține o aeronavă aerodinamică, cu linii curate, fluente.

În mod normal mecanismul de escamotare al trenului este hidraulic, dar mai regăsim și pneumatic sau electric.



În unele cazuri este folosită puterea mecanică doar pentru escamotarea trenului de aterizare, coborârea lui se poate face gravitațional sau ajutat de fileurile de aer.

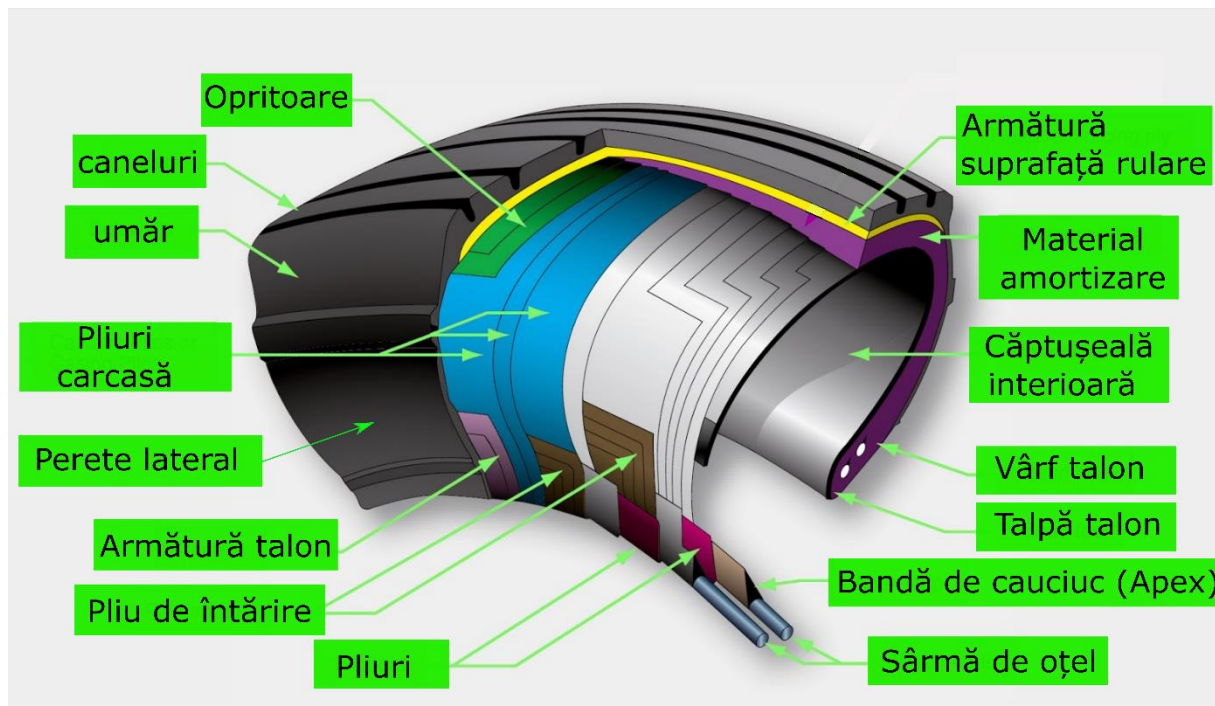
Orice tren de aterizare escamotabil este prevăzut cu blocaje mecanice pentru a asigura zăvorârea sa în poziția coborât sau escamotat și sunt echipate cu indicatori de bord care arată poziția fiecărui membru al trenului de aterizare. De asemenea mai este prevăzut cu o soluție de urgență în care trenul poate fi coborât chiar dacă nu se dispune de o sursă de energie.



5.4. Anvelope

Roțile avioanelor sunt echipate cu anvelope umplute cu aer sau azot sub presiune. De obicei roata este compusă din jantă ce oferă suport pentru anvelopă (cauciuc) iar între jantă și anvelopă se află camera care susține presiunea gazului. Rolul anvelopei fiind de a proteja camera interioară cu aer de a fi supusă uzurii, menține forma în spațiu și transmite forța de frânare de la roată la suprafața de rulare.

Din ce în ce mai des sunt întâlnite anvelopele fără camere, unde anvelopa poartă și rolul de a susține presiunea gazului interior, exploatarea fiind simplificată și masa roții mai mică.



Structura generală a unui pneu (anvelopă) de aviație

Anvelopa constă dintr-o carcasă din cauciuc ce este ranforsat cu fibre din bumbac, viscoză sau coarde din nylon.

Corzile nu sunt împletite ci dispuse paralel în straturi singulare și ținute în poziție de un film subțire din cauciuc care previne corzile adiacente să se taie una pe alta când anvelopa flexează în timpul utilizării.

Producătorii de anvelope inscripționează valoarea rezistenței anvelopei, la umflare și capacitatea portantă.

Pentru a prelua și distribui șocurile, dar și pentru a proteja carcasa împotriva înțepăturilor cauzate de obiecte mici, 2 pliuri înguste îmbrăcate în straturi groase de cauciuc sunt dispuse între carcasă și suprafața de rulare, aceste pliuri se numesc benzi opritoare, ilustrate prin culoarea verde pe desen.

Carcasa anvelopei este susținută pe jantă prin îmbinarea pliurilor interioare în jurul unor sârme groase din oțel. Această porțiune din jurul sârmei se numește talon.

Suprafața de rulare a anvelopei este situată între coroană și umeri. Coroana este partea centrală a suprafeței de rulare. Suprafața de rulare poate fi netedă, să prezinte caneluri sau alte forme pentru evacuarea apei.

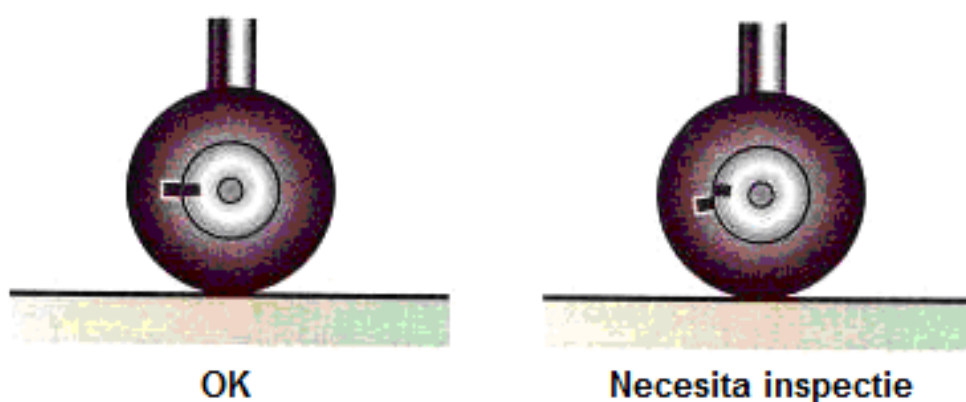
Cea mai populară textură a suprafeței de rulare prezintă caneluri pe toată circumferința anvelopei, după cum este ilustrat în imaginea de mai sus.

Mărimea anvelopei este marcată pe peretele lateral și include diametrul exterior, diametrul interior și lățimea anvelopei, toate în inch.

Când cauciucurile sunt montate pe jantă pentru prima dată, au tendința de a se roti față de aceasta, alunecă. În acest stadiu este considerat normal, dar această mișcare ar trebui să înceteze după ce anvelopa se așază corespunzător pe jantă.

În timpul utilizării normale anvelopa poate continua să se rotească pe jantă iar dacă aceasta este echipată cu cameră, va putea secționa valva și va face ca anvelopa să piardă brusc presiunea.

Această problemă este minimală în cazul anvelopelor fără cameră, atât timp cât suprafața care intră în contact cu janta este în stare bună iar scăderea de presiune este în limitele admise.



Pentru a putea verifica în timp prezența fenomenului, se trasează două semne, unul pe jantă și unul pe anvelopă. Când se montează pe jantă, se aliniaza cele două semne dar din mai multe motive, incluzând aterizări dure sau presiune mică în anvelopă, aceasta se va roti pe jantă iar asta se va observa prin deplasarea celor doi martori unul față de altul.

Dacă cele două semne sunt depărtate complet între ele, anvelopa trebuie demontată și inspectată împreună cu janta.

În timpul inspecției dinaintea zborului, anvelopele trebuie examinate pentru posibila prezență a unor tăieturi, umflături, pietre încastate în suprafața materialului, bucăți de metal sau sticlă, semne de uzură excesivă, etc.

Tăieturi în suprafața anvelopei care au penetrat până la corzile de armare, o vor face inutilizabilă din punct de vedere tehnic. Corzile din armătura anvelopei sunt recunoscute ca un material fibros alb încastate în cauciucul anvelopei.

Umflătura poate indica o cedare parțială a carcasei. Dacă țesătura interioară este ruptă, anvelopa trebuie schimbată.

5.5. Acvoplanarea

Este un fenomen cauzat de un film de apă ce se acumulează în fața și sub suprafața de rulare a anvelopei și întrerupe contactul acesteia cu solul. Prin urmare se pierde complet aderența și capacitatea de control sau frânare prin intermediul roților.

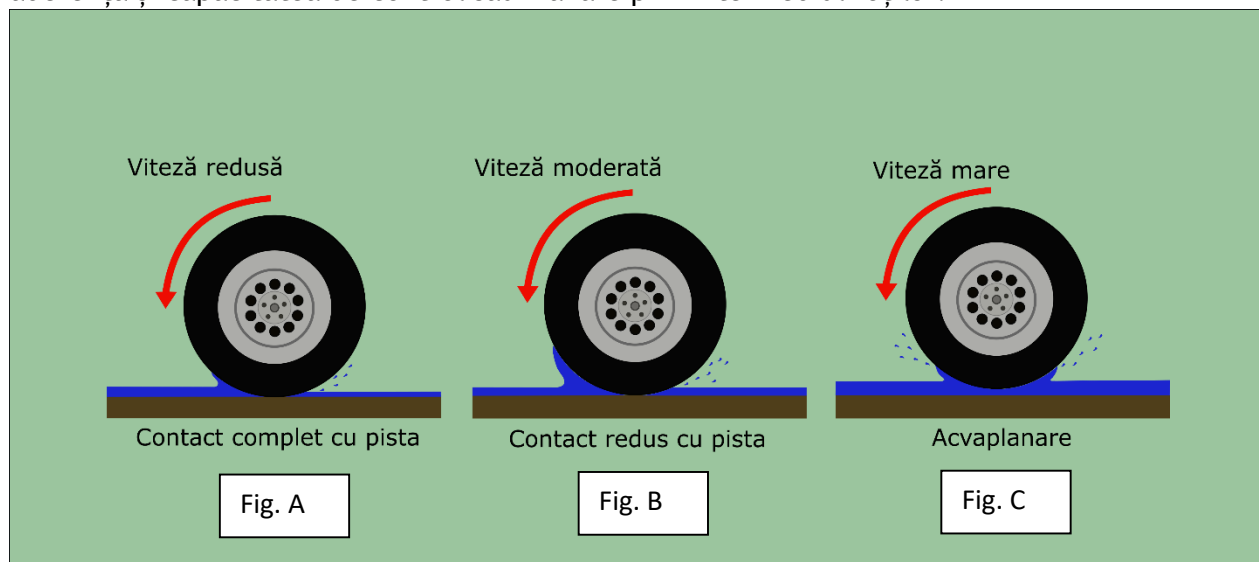


Fig. A ilustrează o anvelopă deplasându-se cu o viteză mai mică decât viteza de acvoplanare. O suprafață mare din anvelopă este în contact cu solul, asigurând o bună aderență.

În Fig. B se observă că filmul format din apă începe să-și mărească dimensiunea și în același timp scade suprafața de contact a anvelopei cu solul. În acest stadiu, deși suprafața de contact a scăzut, încă mai există suficientă aderență pentru menținerea controlului.

Ultima figură ilustrează pierderea contactului anvelopei cu solul, la viteza de acvoplanare. Apa formată de apă a ridicat complet anvelopa de la sol și nu mai există aderență deloc.

Viteza de acvoplanare reprezintă viteza la care anvelopa pierde contactul cu suprafața pistei. Aceasta poate fi calculată cu următoarea formulă:

$$\text{Viteza de acvoplanare} = 9\sqrt{P} \quad (\text{unde } P = \text{presiunea anvelopei în lb/in}^2)$$

Sau

$$\text{Viteza de acvoplanare} = 34\sqrt{P} \quad (\text{unde } P = \text{presiunea anvelopei în kg/cm}^2)$$

*Anvelopă avariată la
reluarea contactului cu
solul după acvoplanare.*



5.6. Sistemul de frânare

5.6.1. Elemente de hidraulică

Hidraulica se ocupă cu studiul fenomenelor și interacțiunilor ce se produc în medii fluide (lichide sau gazoase). Hidraulica se poate clasifica în hidrostatică, ce studiază fenomenele și interacțiunile într-un fluid ce nu este în mișcare, și hidrodinamica ce studiază fenomenele și interacțiunile într-un fluid ce este în mișcare.

O mărime folosită în hidraulică, este presiunea fluidului. Presiunea reprezintă forța exercitată de fluid pe unitatea de suprafață, adică

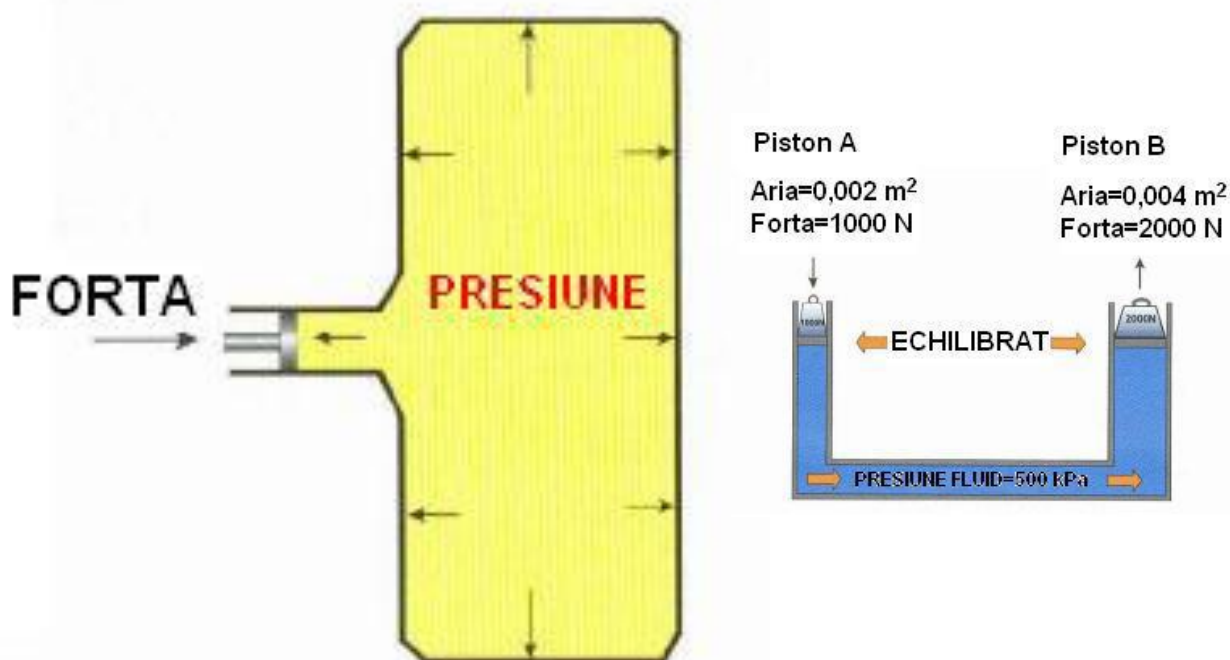
$$p = F/A$$

Presiunea, în Sistemul Internațional se măsoară în Pascal

$$(1 \text{ Pascal} = 1 \text{ Newton} / 1 \text{ m}^2).$$

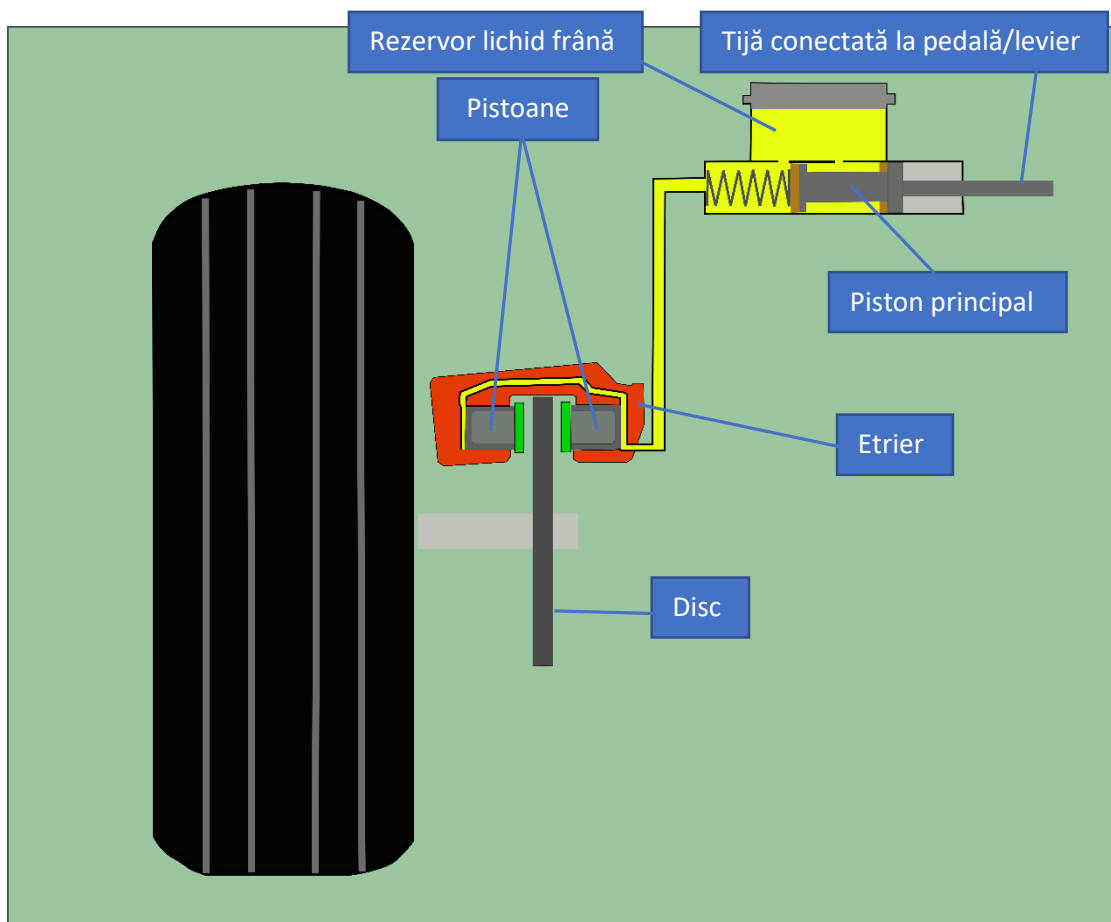
Se pot folosi, în funcție de circumstanțe și alte unități de măsură pentru presiune cum ar fi: barr, torr, atmosfera, mmHg, inHg, kgf/cm², pound/square inch (psi), precum și multipli ai acestor mărimi.

Legea lui Pascal stabilește faptul că presiunea în interiorul unui fluid este aceeași în orice direcție.



Ca primă aplicație a Legii lui Pascal, avem sistemul amplificatorului de forță hidrostatică, care conform Legii lui Bramah, stabilește ca forța pe un piston este proporțională cu aria pistonului, iar lucrul mecanic efectuat de pistoane este același, în cazul unui sistem hidraulic (hidrostatic) echilibrat.

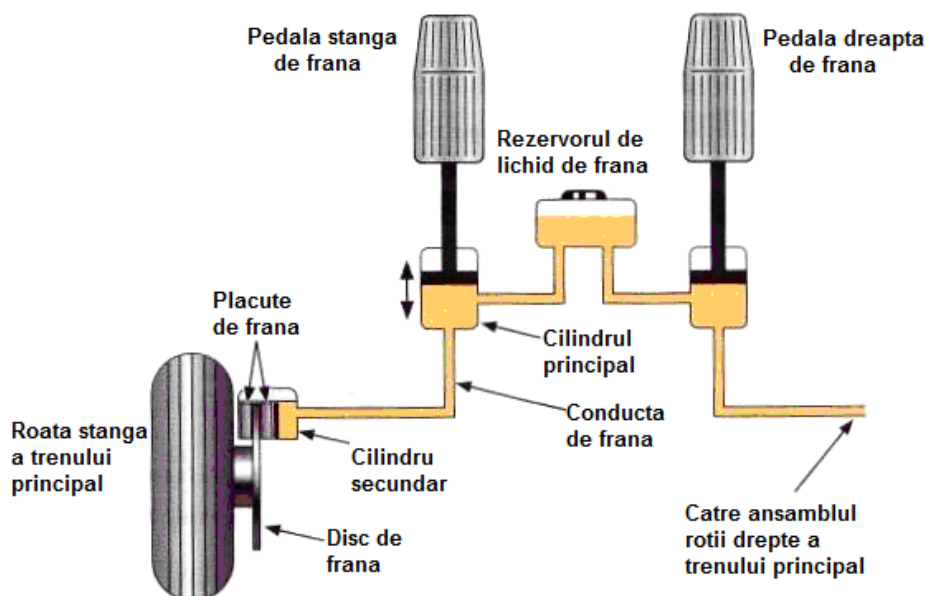
Pe acest principiu se bazează funcționarea sistemului hidraulic de frânare, folosit cu preponderență pentru avioanele de mici dimensiuni.



Majoritatea avioanelor de antrenament dispun de frâne pe disc montate la roțile trenului principal. Acestea sunt acționate hidraulic de pedale situate deasupra comenzilor direcției. Presarea frânei de la piciorul stâng va încetini roata principală stângă și apăsarea frânei de la piciorul drept va încetini roata principală dreapta. Folosite separat, oferă frânări diferențiale, utilizate pentru manevre la sol; folosite împreună, oferă o frânare normală.



Un sistem tipic implică lichid hidraulic și un cilindru principal separat pentru fiecare frână. Când este apăsată frâna de pe o singură parte, această presiune este transmisă de fluidul hidraulic la un cilindru inferior care acționează plăcuțele de frână pe disc. Acesta, care aparține ansamblului roții, își micșorează numărul de rotații, încetinind astfel aeronava.



Majoritatea avioanelor au o frână de parcare (de obicei manevrată manual, uneori împreună cu frâna principală) care va menține presiunea asupra frânelor roților și poate fi folosită când avionul este parcat.

În timpul inspecției de dinaintea zborului, trebuie verificate frânele pentru a vă asigura de funcționarea lor:

- să nu existe scurgeri de lichid hidraulic;
- discurile frânei să nu prezinte defecte vizibile (crăpături, oxidare inegală sau excesivă);
- plăcuțele de frână să nu fie uzate;
- ansamblul de frânare să fie ferm atașat.

Un disc sever ruginit sau vâluit va cauza o uzură rapidă a plăcuțelor de frână și reducerea eficienței acestora. În cazuri de uzură extremă, discul se poate chiar dezintegra la acționarea pedalelor. Scurgerile lichide de la oricare component al sistemului de frână indică probleme care pot să diminueze eficiența. Orice probleme de acest fel trebuie identificate și rectificate înaintea zborului.

Chiar dacă inspecția externă este satisfăcătoare, trebuie verificată funcționarea corespunzătoare a frânelor imediat după ce avionul se pune în mișcare prima dată. Uzura poate fi micșorată prin folosirea rațională a frânelor în timpul manevrelor la sol. Acționarea frânelor pentru decelerarea roților este recomandată sub o anumită viteză, diferită pentru fiecare tip de aeronavă în parte.

Pentru o funcționare sigură și eficientă a sistemelor ce folosesc lichide hidraulice și pentru a elimina riscul de coroziune sau avariarea elementelor non metalice, trebuie folosit

lichidul corect pentru acel sistem. Tipul de lichid ce trebuie folosit este specificat de către fabricant și de asemenea inscripționat pe capacul rezervorului de umplere.

Există 3 tipuri principale de lichide hidraulice:

1. Minerale;
2. Sintetice (polialfaoleină);
3. Fosfați esterici.

Fluidele minerale

Lichidul hidraulic mineral (MIL-H -5606) este cel mai vechi, fiind folosit încă din anii 1940 și este utilizat acolo unde riscul de incendiu este minim. Acest lichid este o formă procesată a petrolului. Are mirosul uleiului de foraj și culoare roșiatică. Este folosit împreună cu garnituri din cauciuc sintetic.

Fluidele sintetice (polialfaoleine)

MIL-H- 83282 este un lichid pe bază de polialfaoleină hidrogenată și a fost conceput pentru a combate flotabilitatea ridicată a lichidelor minerale. Acest lichid are o mare rezistență la foc, dar are o vâscozitate ridicată la temperaturi mici, fiind în general limitat la -40°C . Poate fi folosit în același sistem și cu aceleași garnituri cu lichidul MIL-H -5606.

Versiunea anticorozivă a lui MIL-H- 83282 este MIL-H-46170.

Avioanele mici folosesc în general lichidul de tip MIL-H -5606, dar unele au trecut la standardul MIL-H- 83282 dacă exploatarea nu presupune zborul la temperaturi mici și implicit vâscozitate mare.

Fluidele pe bază de fosfați esterici

Aceste lichide sunt folosite în special la avioanele de transport comercial și au o înaltă rezistență la foc, dar nu sunt complet ignifuge existând circumstanțe care pot conduce la aprinderea acestora.

Prima generație de astfel de lichid a fost concepută după al doilea război mondial din cauza multiplelor incendii ce apăreau la sistemele de frânare și au crescut îngrijorarea în ce privește zborurile comerciale.

În prezent se folosesc lichide de tipul V și IV. Există două clase distincte de lichid tip IV:

Clasa 1 cu densitate scăzută și clasa 2 cu densitate standard. Clasa V de fluide hidraulice este în dezvoltare datorită cererilor de performanțe înalte, și anume stabilitate termică la temperaturi de operare mari. Acest lichid va fi mult mai rezistent la degradarea electrolitică și oxidativă la temperaturi mari, comparativ cu cel de tip IV.

Amestecarea fluidelor:

Din cauza diferenței compoziției fiecărui fluid, cele bazate pe fosfați esterici și petrol nu se vor amesteca.

Sistemele hidraulice necesită utilizarea de accesorii și piese special destinate fiecărui tip de fluid. În cazul în care sistemul unui avion a fost încărcat din eroare cu tipul greșit de fluid, se va drena imediat tot sistemul, se va spăla și se va încărca cu lichidul specificat în manualul aeronavei.

De-a lungul timpului s-a observat că problemele într-un sistem hidraulic sunt inevitabile dacă se permite ca lichidul să fie contaminat.

Natura problemei, fie că este o simplă nefuncționare corespunzătoare sau distrugerea unei componente, depinde de tipul contaminării. Se deosebesc în general două tipuri de contaminări:

1. Abrazive, ce includ particule ca nisip, pilitură de la suduri, rugină.
2. Non abrazive, ce includ resturile rezultate de la ruperea garniturilor și alte elemente organice sau mai ales oxidarea lichidului.

Verificarea regulată a sistemului hidraulic:

Control de rutină: Un lichid hidraulic va trebui verificat cel puțin odată pe an, la 3000 de ore de zbor sau la specificațiile fabricantului;

Control neprogramat: atunci când o defecțiune are drept cauză fluidul hidraulic;

Suspiciune de contaminare: dacă este suspectă contaminarea, fluidul va trebui drenat și înlocuit, cu mostre luate înainte și după înlocuire.

Sisteme anti givraj

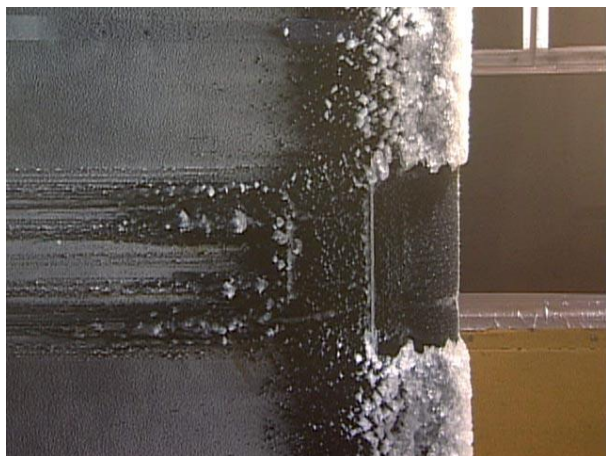
Sistemele anti givraj sunt proiectate să fie pornite înainte de intrarea în zonele ce prezintă condiții de givraj, pentru a preveni formarea gheții.

Cele mai multe sisteme anti givraj se bazează pe căldură pentru a evapora apa lichidă când întâlnește suprafața protejată. La avioanele cu turbină, aerul cald de la motoare este folosit pentru a furniza acea căldură.

La avioanele cu motoare cu piston de obicei sistemul anti givraj este electric sau la unele cum este de exemplu Socata TB20, bordurile de atac ale suprafețelor ce trebuie protejate prezintă multe găuri de diametru mic prin care este eliberat un lichid anti givraj.

Dacă nu este căldură suficientă, picăturile de apă care lovesc suprafața aripilor după bordul de atac, nu se vor evapora, apa va curge în continuarea profilului până întâlnește suprafața neîncălzită a profilului aripilor și apoi va îngheța. Acest fenomen se numește „runback” icing.

Avioanele care folosesc aer cald de la motor au de obicei un sistem care informează pilotul dacă nu este disponibil suficient aer cald. Aceasta are loc uneori când motorul funcționează la regim de ralanti, în zbor de coborâre cu motorul redus sau pentru zonă de așteptare, așadar reducându-se volumul și/sau temperatura aerului cald furnizat de motor.



Recomandare către piloți:

Dacă: o punte din gheață se formează în spatele zonei încălzite

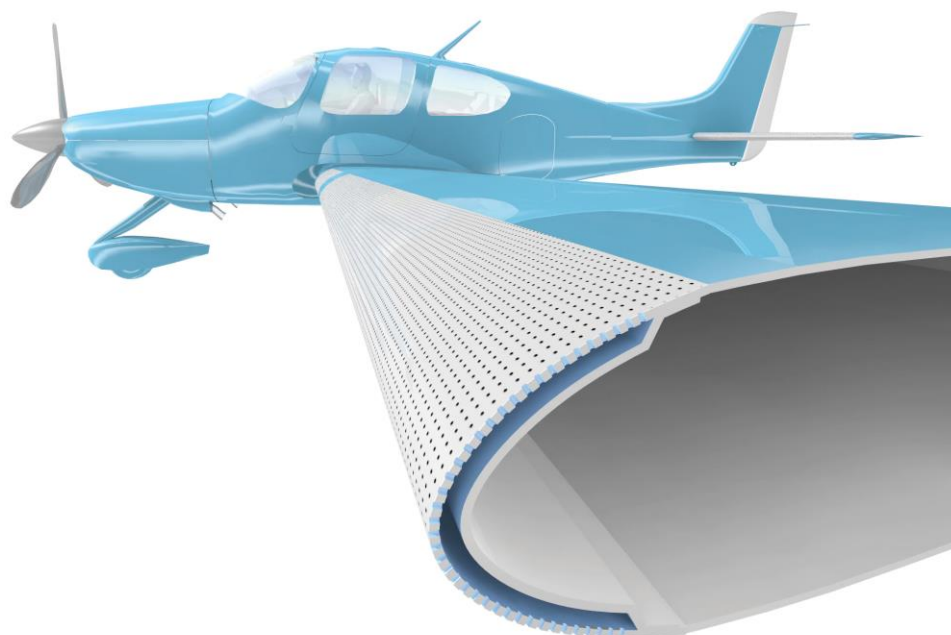
Acțiune: Trebuie ieșit din zona cu givraj imediat și se zboară către o zonă sau altitudine unde gheața de tip runback poate fi sublimată sau topită.

Indicii: Apa curge după suprafața încălzită și îngheață; o punte de gheață se formează imediat după porțiunea încălzită.

Odată ce gheața s-a format în spatele acestei zone, sistemul anti givraj nu o poate îndepărta.

Deși mai puțin comun, un sistem anti givraj cu eliberare de lichid prin învelișul profilului este folosit cu succes. Aceste sisteme elimină prin pori fini un lichid, de obicei pe bază de glicol, care curge dinspre bordul de atac peste suprafața profilului. Lichidul împiedică apariția gheții, pentru că amestecul de apă și lichid anti givraj are temperatura de îngheț mai mică decât a apei simple. Sisteme similare pot fi utilizate pentru a preveni apariția gheții pe palele elicelor sau parbriz.





Sistemele anti-givraj descrise mai sus se aplică pe bordurile de atac ale elicelor, aripilor, stabilizatoarelor verticale și orizontale, parbrizelor, dar și tuburilor pitot (gheața nu apare doar pe aripi, ci și pe acestea, deoarece sunt expuse aceluiași condiții ca și restul elementelor frontale ale aeronavei).

Mod de prevenire:

Înainte unui zbor cu potențiale condiții de givraj pe rută, trebuie să vă fi informat în privința vremii observate și a prognozei de-a lungul traseului.

Planul de zbor trebuie conceput astfel încât să minimizeze pe cât posibil riscul formării unei gheți periculoase folosind rute sau altitudini alternative. Planificați cum ieșiți din astfel de condiții de givraj din orice punct de-a lungul rutei. Această ieșire va consta de obicei în urcarea sau coborârea către un aer mai cald și/sau uscat sau ieșind din zona activă cu nori cumulus.

Începeți examinarea meteo cu o prognoză zonală. O astfel de prognoză acoperă o suprafață mare de la nivelul solului până la 63.000 de picioare. Harta sinoptică descrie locația și mișcarea sistemelor de presiune, fronturile și alte fenomene meteo.

Din această prognoză ne putem da seama unde sunt fronturile și unde este umiditate vizibilă sub formă de nori sau precipitații.

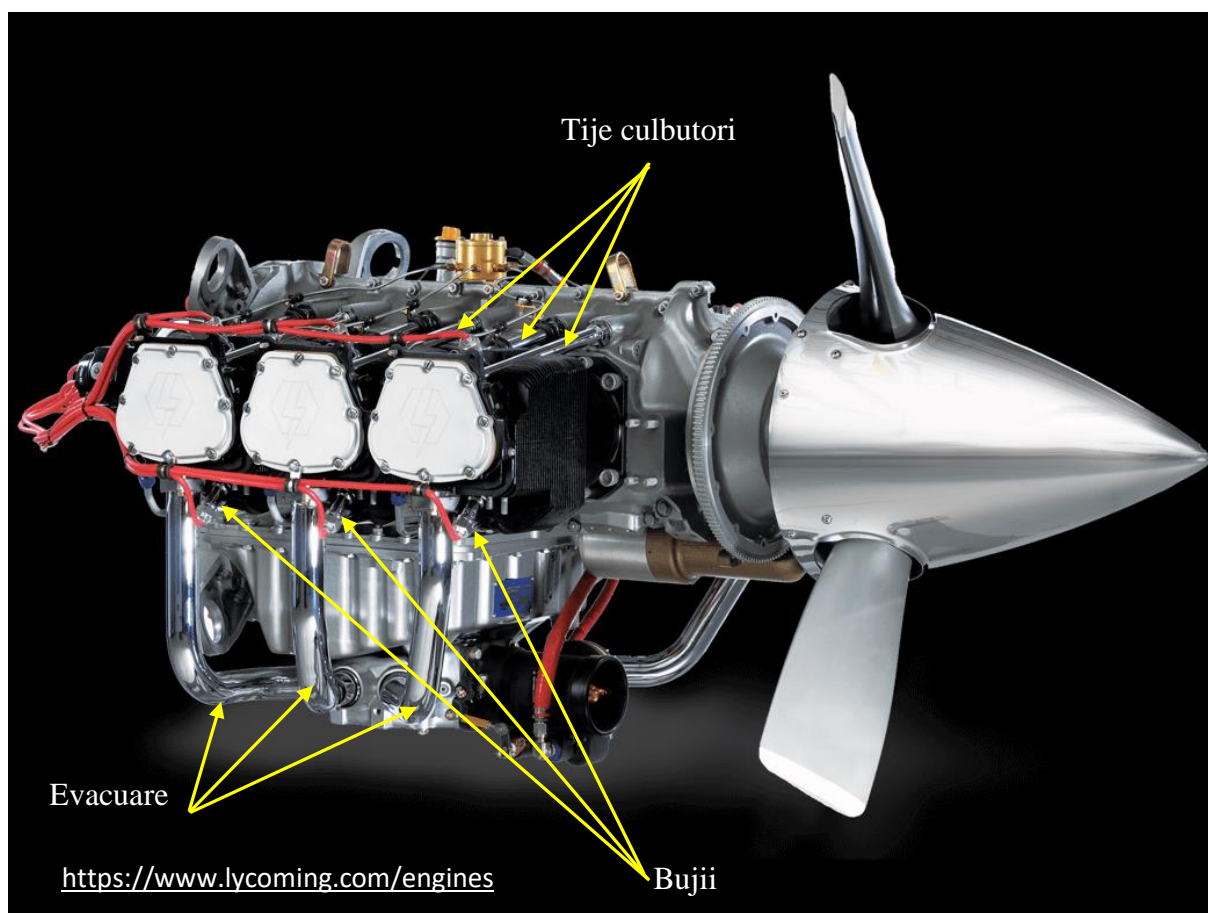
Verificați rapoartele AIRMET și SIGMET

6. Motoare - Prezentare generală

6.2. Motorul cu ardere internă cu piston în 4 timpi

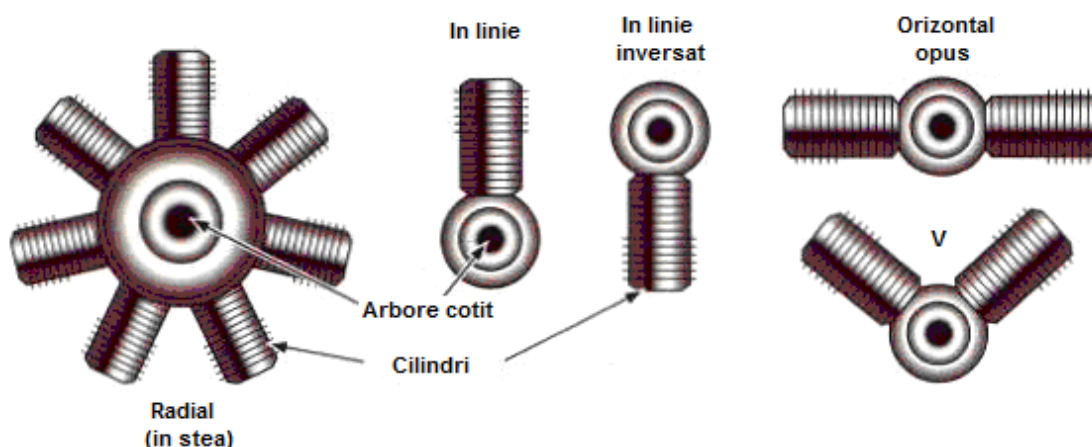
Avioanele din categoria aviației generale folosesc exclusiv motoare cu ardere internă cu piston. Un astfel de motor poate fi definit pe scurt ca fiind „un motor în care fluidul combustibil se dilată și acționează împotriva unui piston cu mișcare liniară ciclică”.

Având în vedere utilizarea acestor motoare în acest sector de aviație, ne vom referi în continuare la motorul cu ardere internă cu piston în 4 timpi, folosind benzina drept combustibil și aprindere cu bujie prin arc electric. (scânteie)



6.2.1. Construcția generală

Motorul cu piston cunoaște o multitudinea de variante constructive din care multe sunt proprii echipării avioanelor. Tipurile de motoare mai vechi aveau cilindrii dispusi radial în jurul arborelui cotit - ex: AN2. Motoarele radiale sau în stea, au un excelent raport putere/greutate, această caracteristică făcându-le ideale pentru operațiuni precum lucrul agricol sau acrobația aeriană.



Unele avioane au motoare în linie, la care cilindrii sunt dispusi în rând - același principiu de bază ca și în cazul majorității motoarelor auto. Câteva din primele modele de avioane au avut motoare în linie cu cilindrii dispusi vertical deasupra arborelui cotit, cu capetele cilindrilor deasupra motorului.

Ridicarea liniei de forță într-o poziție corespunzătoare din considerente de proiectare au poziționat cilindrii și implicit corpul motorului într-o poziție foarte înaltă. Acest fapt a obstrucționat vizibilitatea pilotului. Un alt dezavantaj la această variantă este garda foarte mică a elicei față de sol, fapt care a determinat necesitatea utilizării unor gambe foarte lungi. Cea mai simplă soluție în rezolvarea acestor probleme a fost inversarea cilindrilor astfel încât arborele cotit să fie așezat deasupra acestora.

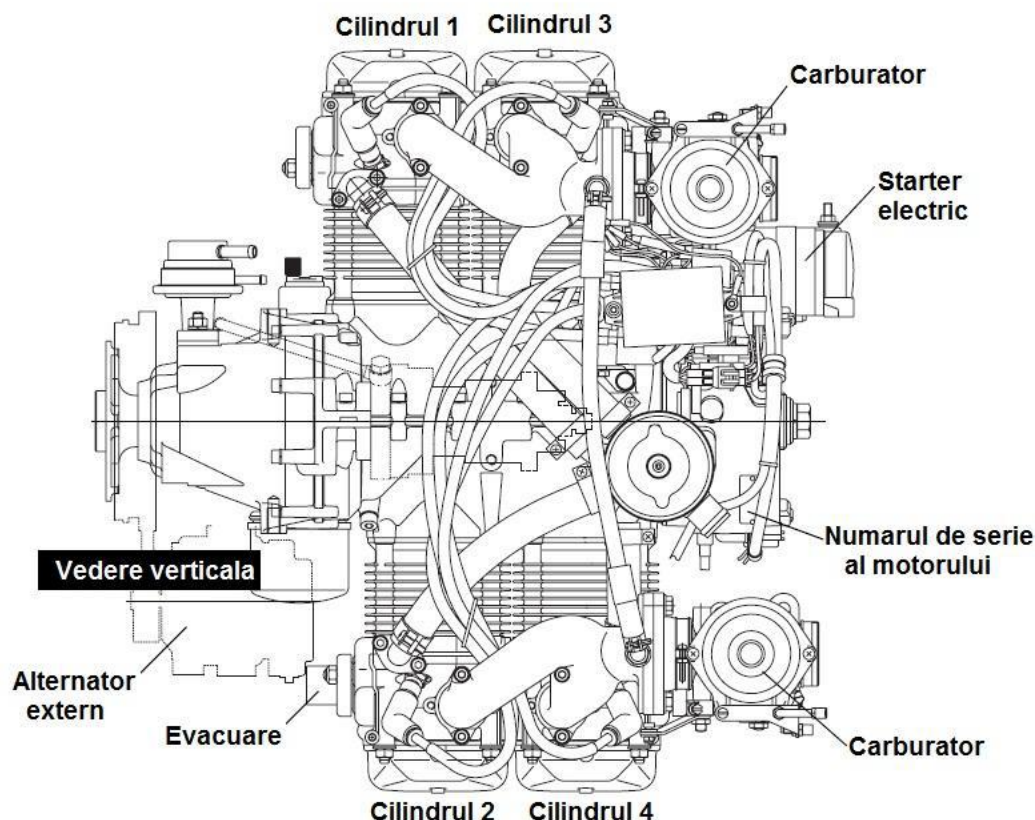
De asemenea mai sunt și alte variante, cum ar fi motoarele în V sau H (aceste litere desemnând dispunerea cilindrilor), variante folosite la avioanele militare precum Spitfire sau Tempest care dezvoltau puteri impresionante pentru acea vreme (2000-3000 CP).

Pistonul culisând în interiorul cilindrului poate fi văzut ca fiind unul din pereții camerei de combustie. Acesta este prevăzut cu segmente care au rolul de a etanșa camera de ardere astfel creată. Astfel se previne o parte din pierderea de putere (compresie) prin spațiul inelar dintre piston și cilindru precum și trecerea uleiului în camera de ardere dinspre carterul motor.

Arborele cotit și biela transformă mișcarea liniară sau de translație a pistonului în mișcare de rotație sau circulară. Totodată, arborele cotit preia puterea de la toți cilindrii și o transferă la elice direct sau prin intermediul unor angrenaje. Biela face legătura între arborele cotit și piston. Supapa (valva) de admisie permite intrarea amestecului carburant în cilindru. Cilindrul împreună cu pistonul aflat în Punctul Mort

Superior formează restul camera de ardere în care amestecul combustibil este comprimat și ars. Supapa (valva) de evacuare permite gazelor arse să iasă din cilindru după combustia acestora. Bujii aprind amestecul combustibil.

Unul din cele mai uzuale motoare clasice folosite în prezent este motorul cu patru, șase sau opt cilindri dispuși orizontal, respectiv opuși.



Principii de bază ale funcționării motorului cu piston:

Motorul cu piston convertește energia combustibilului în energie termică și apoi în energie mecanică. Această conversie se realizează introducând un amestec de aer și combustibil într-un cilindru care apoi este comprimat de un piston. Pentru că volumul camerei de ardere rămâne aceeași, putem spune că arderea are loc la volum constant.

După comprimare, amestecul este aprins de un arc electric produs de bujii. Această combustie provoacă o creștere rapidă de temperatură și presiune a gazelor din cilindru care forțează pistonul să se deplaseze în partea opusă.

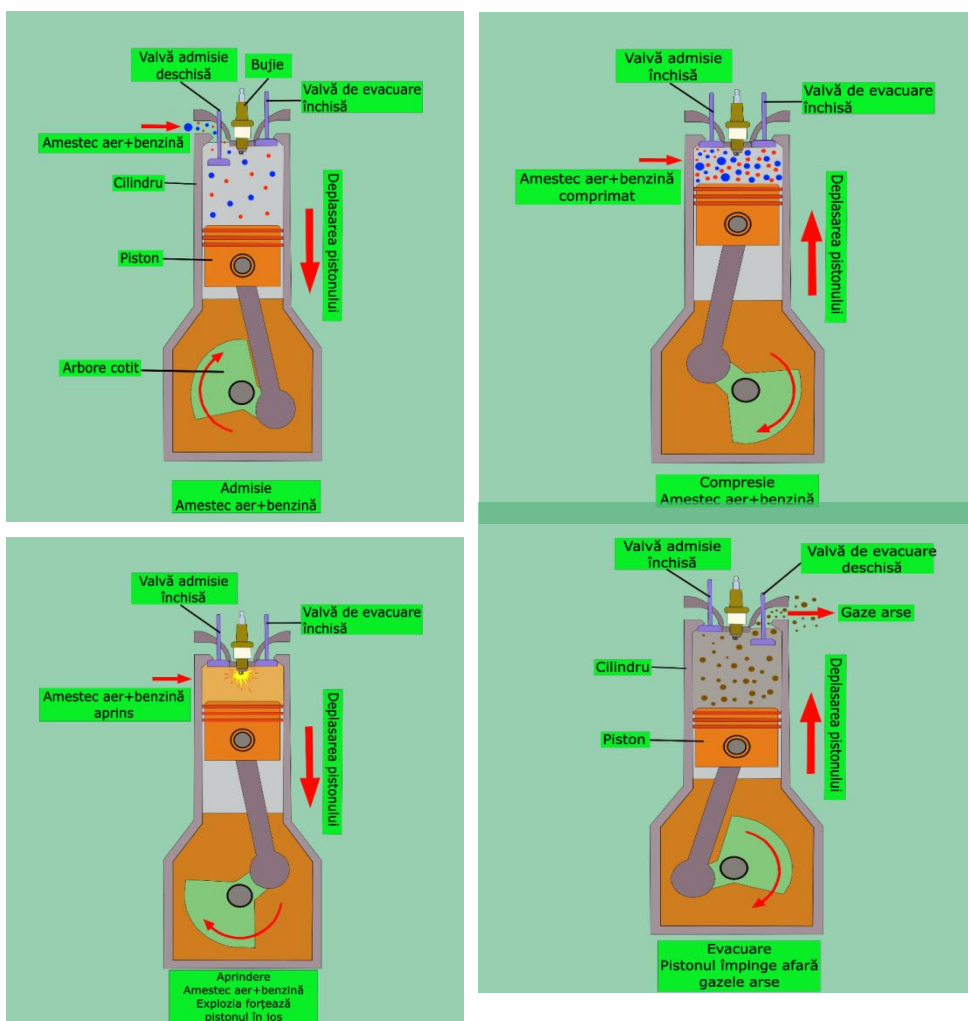
Pistonul are o mișcare liniară, care trebuie convertită în mișcare de rotație, aceasta realizându-se de către arborele cotit, conectat la piston prin bielă.

Ciclul complet al acestui motor cu piston este compus din patru curse complete ale pistonului în cilindru, de unde denumirea de motor în patru timpi.

Nikolaus Otto a descris și dezvoltat acest motor în 1876, astfel încât funcționarea în patru timpi este numită și ciclul Otto, descris mai jos:

1. **Admisia** de amestec aer+benzină printr-o mișcare descendentă a pistonului;
2. **Compresia** adiabatică a amestecului printr-o mișcare ascendentă a pistonului;
3. Aprinderea amestecului aer+benzină și expansiunea adiabatică a gazelor (**Detenta**);
4. **Evacuarea** prin mișcarea ascendentă a pistonului eliminându-se gazele rezultate în urma arderii.

Admisia reprezintă timpul în care amestecul este aspirat în cilindru. Pistonul culisează de la punctul mort superior (PMS) către punctul mort inferior (PMI) creând o depresiune în cilindru. Acest fapt face ca fluxul de aer din sistemul de admisie, trecând prin carburator (unde benzină este dozată și amestecată cu aer, rezultând amestecul carburant) să fie aspirat în cilindru prin supapa de admisie care este deschisă.



În imaginile alăturate sunt ilustrate cele 4 faze (4 timpi) ai pistonului



Cilindri dispuși în linie



Cilindri opuși orizontal (motor boxer)



Imaginea unui arbore cotit la care se cuplează pistoanele

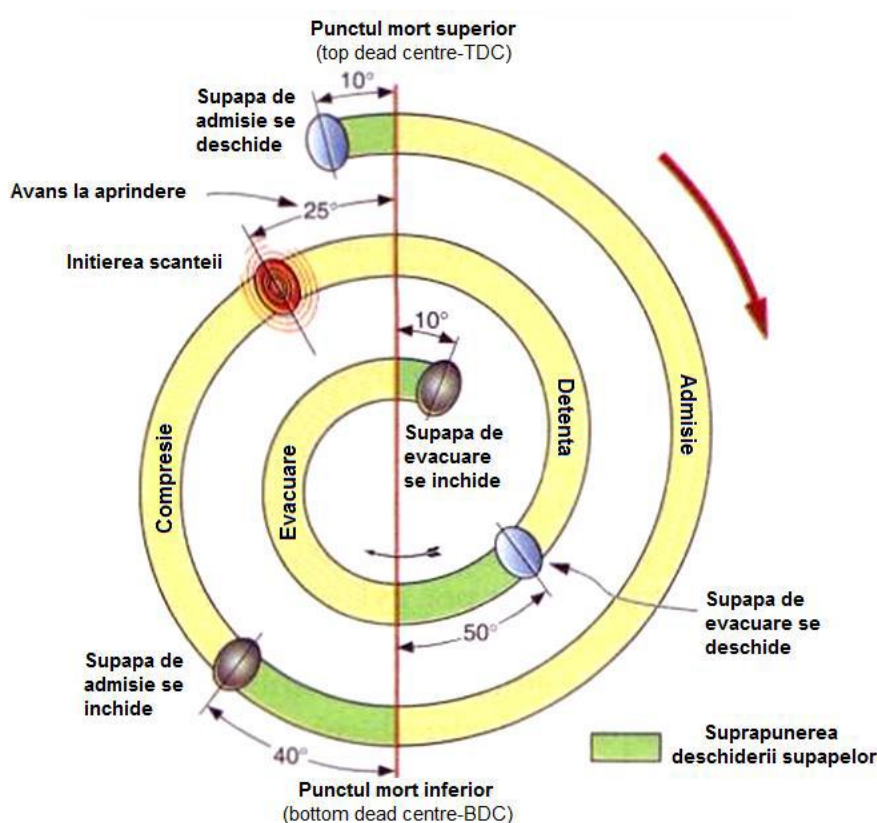
La începutul compresiei, supapa de admisie se închide și pistonul se întoarce către PMS, măbind astfel progresiv presiunea amestecului și implicit temperatura acestuia. La sfârșitul timpului (etapei) de compresie, amestecul este aprins de o descarcă electrică (scânteie) produsă între electrozii bujiei, inițiindu-se astfel arderea progresivă a amestecului (combustia). Acest fapt produce extinderea sau detenta la volum constant a gazelor creându-se astfel o presiune mare ce se exercită pe capul pistonului care în acest moment a trecut de vârful cursei și este împins înapoi în cilindru în timpul de ardere. Exact înainte de terminarea arderii, supapa de evacuare se deschide și gazele rezultate sunt forțate să iasă prin sistemul de evacuare în atmosferă.

Când pistonul se apropie din nou de PMS în timp ce ultimele gaze arse sunt evacuate, supapa de admisie se deschide concomitent și oarecum suprapus cu închiderea celei de evacuare, inițiindu-se astfel din nou primul timp-admisia, iar întreg ciclul se reia.

De remarcat este faptul că într-un ciclu Otto complet, din cei patru timpi doar unul dezvoltă putere cu toate că arborele cotit (care transmite puterea la elice) se rotește de două ori. Pentru creșterea puterii dezvoltate de motor și pentru asigurarea unei funcționări "rotunde", motorul are mai mulți cilindri ai căror pistoane se află eșalonați la diferite poziții pe parcursul rotației arborelui cotit, completându-se astfel reciproc. De regulă, aceste poziții unghiulare sunt egale astfel încât, la un motor cu patru cilindri (des întâlnit la avioanele de școală), arborele cotit va primi în două rotații complete putere de la patru timpi diferiți de ardere - câte unul de la fiecare cilindru. Extrapolând, în cazul unui motor cu șase cilindri în linie, vor fi șase timpi de ardere pe parcursul a două rotații, acest tip de aranjament fiind echilibrat dinamic natural. Din figura de mai jos se poate

observa un segment de cerc în care ambele supape (evacuare + admisie) vor fi deschise în același timp. Din acest motiv, în special la motoarele de cilindree mare, respectiv cele cu configurații neechilibrate precum V8 și V10 vor avea o caracteristică specifică interesantă și anume un mers bâlbâit la ralanti și o trecere extrem de rapidă către plaja de turații înalte unde acestea excelează).

Așa cum am notat mai sus, pentru o foarte scurtă perioadă de timp, la startul timpului de admisie, gazele arse sunt încă eliminate din cilindru (cu supapa de evacuare deschisă), iar amestecul proaspăt deja începe să intre prin supapa deschisă de admisie. Această scurtă perioadă (amintită și în paragrafele anterioare) în care ambele supape (admisie și evacuare) sunt deschise se numește suprapunerea deschiderii supapelor.

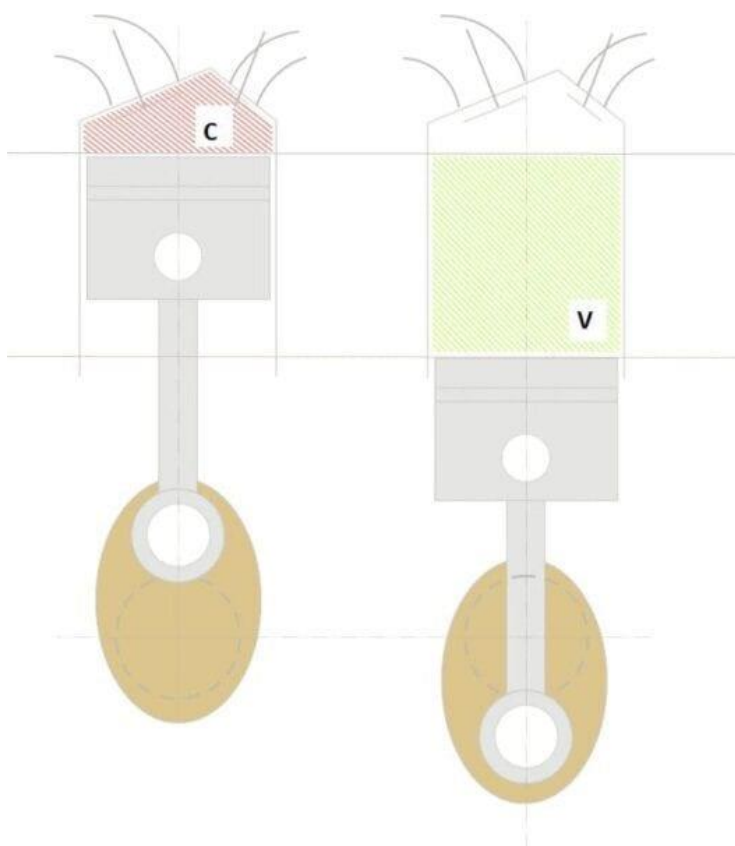


Suprapunerea deschiderii supapelor la motorul in patru timpi

6.2.2. Compresia motorului

Motoarele sunt proiectate astfel încât valoarea presiunii de compresie produsă de piston va indica tipul de combustibil ce va fi folosit. Presiuni dezvoltate mai mari vor produce mai multă putere (la aceeași capacitate dată a motorului), dar necesită folosirea unui combustibil de calitate mai bună capabil să suporte presiuni și temperaturi mari fără apariția detonațiilor (fără să se aprindă prematur).

Aceste motoare constau din mai mulți cilindri în care pistoanele comprimă combustibilul într-o cameră de ardere. Raportul de compresie este determinat de modificarea volumului de spațiu din interiorul cilindrului în pozițiile extreme ale pistonului. Adică, raportul dintre volumul de spațiu atunci când combustibilul este injectat, respectiv volumul la momentul când aprinderii amestecului în camera de ardere. Spațiul dintre punctul mort inferior și superior al pistonului se numește volum de lucru. Spațiul din cilindru cu pistonul în punctul mort superior se numește spațiul de compresie. Acesta este cel mai comun tip de motor cu ardere internă.



Raportul de compresie este calculat utilizând următoarea formulă: $CR = (V + C) / C$

V - volumul de lucru al cilindrului

C este volumul camerei de ardere.

6.2.3. Supapele și distribuția

Supapele de admisie (care permite intrarea amestecului în cilindru) și supapele de evacuare (prin care gazele arse sunt eliminate) trebuie să se deschidă și să se închidă la momente foarte precise legate de mișcarea pistonului. Pentru a putea realiza această corelare există axa cu came care este antrenată de arborele cotit prin intermediul unui mecanism de sincronizare (angrenaj cu ax antrenor și/sau roți dințate, cu curea sau lanț de distribuție).

Axa cu came la rândul ei acționează culbutorii (prin intermediul tijelor și a tacheților) care apasă și deschid supapele (comprimând arcurile acestora). Momentul exact de acționare a supapelor este calculat de proiectant și survine la un moment optim al ciclului motorului.

Uzual, viteza de rotație a motorului în regim de lucru este de 2400 rotații pe minut. Fiecare supapă de admisie se deschide și se închide odată la patru curse ale pistonului, adică odată la două rotații complete a arborelui cotit. Prin urmare, axa cu came se rotește cu jumătate din viteza arborelui cotit. La 2400 rotații/min fiecare supapă se deschide și închide de 1200 ori pe minut - de 20 de ori pe secundă.

Puterea pe care o dezvoltă motorul depinde de cantitatea de amestec care poate fi introdusă în cilindru în timpul admisie, durata acestui proces fiind foarte scurtă.

Supapa de admisie deschizându-se exact înainte ca pistonul să atingă PMS și închizându-se imediat după ce pistonul trece de PMI determină timpul de admisie extins astfel la maximum. Aceste momente se numesc atacul respectiv eliberarea supapei.

Similar, supapa de evacuare se deschide imediat înainte de PMI și se închide imediat după PMS pentru timpul patru (de evacuare) și începutul timpului de admisie.

6.2.4. Aprinderea și Arderea

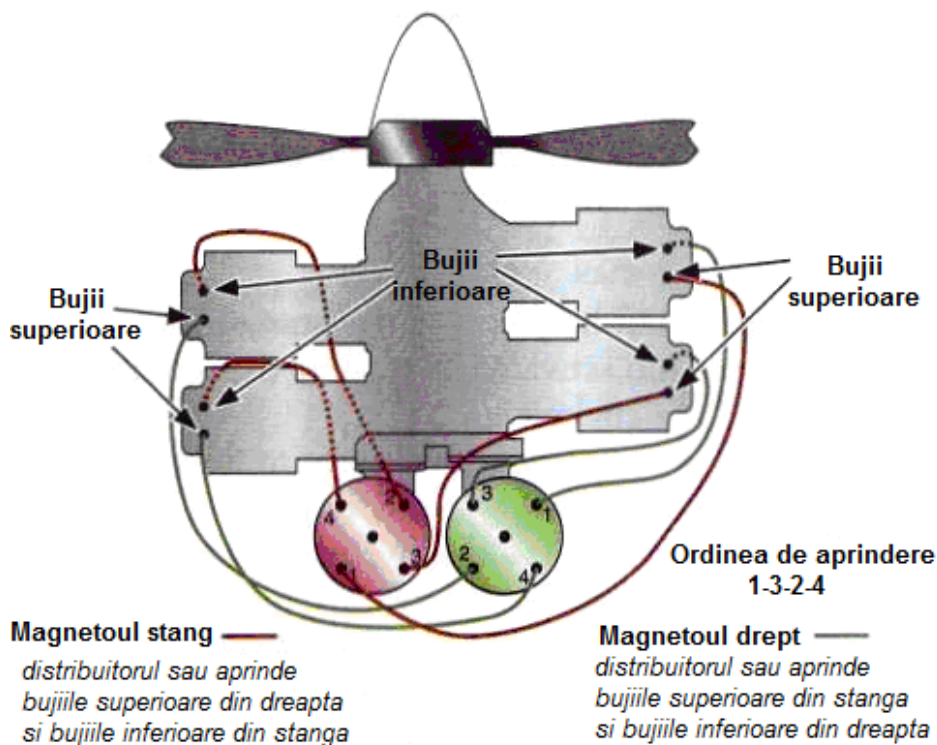
O scânteie de înaltă tensiune este produsă în cilindru cu puțin înainte ca pistonul să atingă PMS și să înceapă timpul de ardere. Această scânteie, ușor devansată permite inițierea unui front de flacără controlat care începe să se deplaseze prin amestecul care a fost comprimat în cilindru. Gazele încep să se distindă datorită arderii și exercită o presiune foarte mare asupra pistonului pe perioada coborârii acestuia în cilindru în timpul trei al ciclului (al arderii). Scopul sistemului de aprindere este să producă scânteia temporizată pentru fiecare cilindru.

Majoritatea motoarelor de aviație au sistemul de aprindere dual (și independent), funcționând în paralel unul cu celalalt, fiecare sistem alimentând una din cele două bujii montate pe fiecare cilindru. Acest sistem dual este redundant, permițând continuarea funcționării motorului în cazul cedării unuia din circuitele de aprindere și conduce de asemenea la o creștere a randamentului arderii.

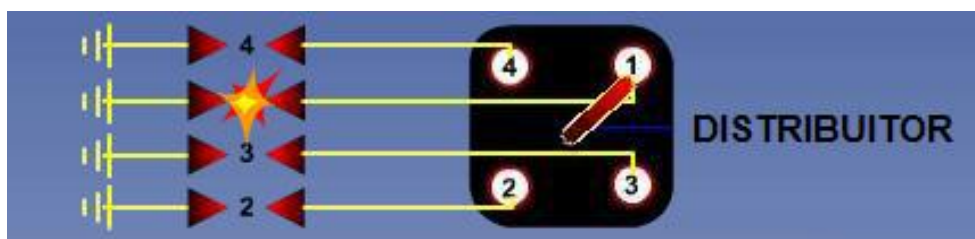
Curentul electric de înaltă tensiune necesar alimentării bujiilor este produs de componentele motorului numite magnetouri, câte unul pentru fiecare din cele două circuite de aprindere. Acestea sunt antrenate mecanic de motor și generează curent electric care este distribuit la bujii la momentul oportun.

Atunci când un magnet care este rotit în apropierea unui conductor, acesta va induce un curent electric de-a lungul acestuia. Acesta este principiul de funcționare al unui magnetou. Acesta este constituit dintr-o parte rotativă și anume dintr-un magnet care se rotește în jurul unei armături fixe (înfășurarea conductorului electric). Rotația magnetului induce un curent electric în înfășurare. În jurul acestei înfășurări primare se află înfășurarea secundară care are un număr mult mai mare de spire - este practic un transformator - care ridică valoarea tensiunii din circuitul primar la o valoare mult mai mare. Această înaltă tensiune este direcționată să alimenteze fiecare bujie la momentul potrivit, producând o scânteie între electrozii acesteia care va iniția aprinderea amestecului comprimat în camera de ardere.

Temporizarea producerii scânteii este esențială. Fiecare magnetou are un set de contactori (ruptorul) care sunt forțați să se deschidă și să se închidă de către o camă care este parte a axului magnetului care se rotește. Întrerupătorul face parte din circuitul primar și când se deschide, întrerupe curentul care trece prin acesta. Căderea bruscă a curentului din circuitul primar (ajutată de un condensator -numit și capacitor- plasat între ploți) induce înalta tensiune necesară în înfășurarea secundară.

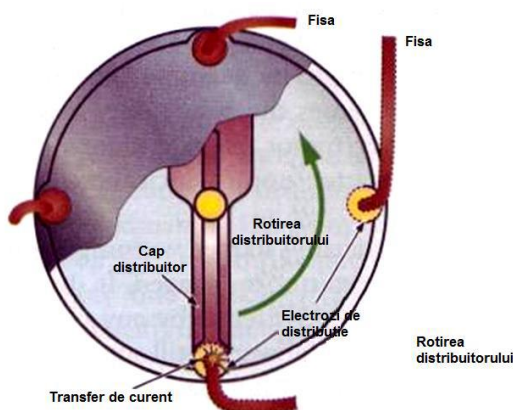


Bujia produce o descărcare electrică între un electrod central, conectat la plotul distribuitorului și masă. Distanța dintre electrozi este proprie fiecărui motor sau instalație de aprindere (0,4 - 1,0 mm). O distanță prea mică produce o scânteie fără putere, ce nu aprinde amestecul carburant (scânteie 'rece'), iar o distanță prea mare micșorează probabilitatea de producere a scânteii electrice, micșorând acoperirea ciclică. Este conectată plasată în circuitul secundar, iar tensiunea înaltă - cca 20.000 volți - dintre electrozi cauzează producerea scânteii. Condițiile de descărcare electrică din interiorul cilindrului, în apropierea momentului inițierii arderii, sunt mai defavorabile decât în condițiile atmosferei normale.



Deoarece între cilindrii motorului există un defazaj prestabilit, curentul trebuie să fie distribuit către fiecare bujie la momentul exact (pentru a iniția arderea amestecului în funcție de turația motorului).

Amestecul carburant din fiecare cilindru se aprinde odată la fiecare a doua urcare a pistonului corespunzător către P.M.S. aferent. Mecanismul responsabil cu îndeplinirea acestei sarcini este distribuitorul care este la rândul său sincronizat cu axa cu came producând scânteie la fiecare două rotații complete ale arborelui cotit. Cu alte cuvinte, rotorul distribuitorului face două rotații complete pe tot ciclul de patru timpi al motorului.



Odată cu fiecare rotație, ruptor-distribuitorul trimite curentul de înaltă tensiune din circuitul secundar fiecărui cilindru în ordinea corectă de aprindere.

6.2.5. Sistemul de evacuare

Gazele arse sunt evacuate din motor și eliberate în atmosferă prin sistemul de evacuare. Starea acestuia este importantă pentru a nu permite scăpări de gaze care să se infiltreze în cabină, deoarece acestea conțin monoxid de carbon, un gaz incolor și inodor care este dificil de detectat, dar care poate cauza inconștiența sau moartea.

6.2.6. Sistemul de răcire al motorului

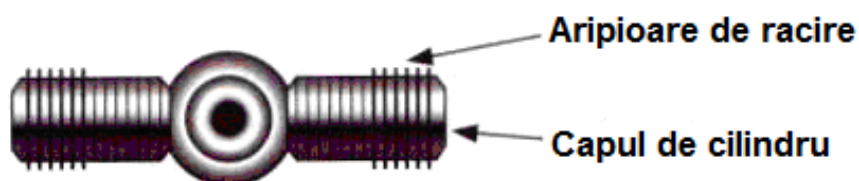
Motorul cu piston transformă energia chimică a combustibilului în căldură și energie de presiune prin combustie, iar aceasta este mai departe transformată în energie mecanică pentru a roti elicea. Transferul de energie mecanică nu este complet și perfect. Pierderile de energie precum căldura și zgomotul pot totaliza mai mult de jumătate din energia totală a combustibilului.

Arderea amestecului carburant în cilindrii motorului și fricțiunea părților sale aflate în mișcare, au ca rezultat încălzirea motorului. Temperaturile excesiv de mari din interiorul acestuia trebuie evitate deoarece ele vor:

- reduce eficiența sistemului de ungere;
- afecta arderea amestecului carburant în mod negativ;
- cauza detonații în cilindri;
- slăbi componentele motorului și vor scurta viața motorului.

Răcirea cu aer

Majoritatea motoarelor cu piston folosite în aviația generală au fost și sunt răcite cu aer prin expunerea aripioarelor de răcire ale cilindrilor și chiulaselor la curentul de aer. Aripioarele de răcire cresc suprafața expusă măbind astfel randamentul.



Aripioarele de răcire la un motor cu cilindrii orizontali opuși

Când curentul de aer trece în jurul unui cilindru poate deveni turbulent și se poate rupe într-o asemenea manieră încât să producă o răcire inegală, cu diferențe importante de temperatură între zone sau cilindri diferiți din motor. Pentru a evita acest efect nedorit, fantele capotei motorului, în partea din față, preiau aerul din zona de înaltă presiune din spatele elicei și îl distribuie cât se poate de egal în jurul cilindrilor, unele motoare având în acest scop prevăzute deflectoare care au rolul de a uniformiza curentul de aer pe fiecare cilindru în parte. După răcirea motorului, aerul iese prin fante special prevăzute în partea din spatele capotelor, de obicei aflate în partea de jos sau pe laterale.

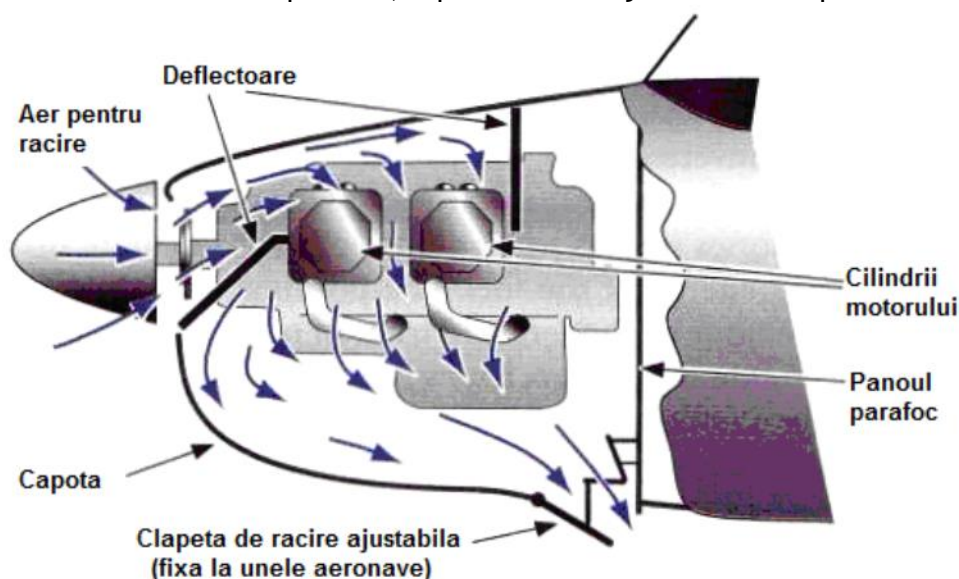
Răcirea cu aer este cel mai puțin eficientă la regimuri mari de funcționare și viteză redusă a aeronavei, de exemplu la rulaj sau așteptare pe sol. Regimul ridicat de putere utilizat la decolare produce de asemenea multă căldură, iar viteza de aer fiind scăzută oferă o capacitate redusă de răcire. În schimb, la viteze de aer ridicate, regimuri scăzute de putere și temperaturi ambiante scăzute ca de exemplu la coborâre, răcirea poate fi prea eficientă, devenind dăunătoare (parametrii minimi de funcționare ai motorului pot fi atinși la coborâre prelungită pe timp rece cu motorul redus complet).

Mecanismul de control al răcirii cu aer

Unele avioane au montați în capotele motorului, voleți reglabili pentru răcire care pot fi acționați (electric sau manual) din cabină, oferindu-i pilotului mai mult control asupra cantității de aer utilizat pentru răcirea motorului. Voleții deschiși permit unei trecerea unui debit mărit de aer să iasă din compartimentul motorului, care la rândul lui Aceasta va crește curentul de aer peste și în jurul motorului. Atunci când sunt deschiși fac ca rezistența la înaintare să crească (uneori este menționată ca “rezistență de răcire”). Voleții închiși vor reduce debitul de aer în compartimentul motor, reducând astfel capacitatea de răcire.

Voleții de răcire trebuie folosiți judicios, cu acționări incrementale mici, ținând cont de condițiile ambientale. De obicei sunt deschiși pentru decolare, parțial deschiși în urcare sau în timpul zborului de croazieră, respectiv închiși aproape complet în timpul unei coborâri fără putere. Vor fi deschiși la apropierea de sol, când va fi necesară o creștere a puterii prin mărirea turației, la o viteză a aerului scăzută. Vor trebui menținuți deschiși

când se rulează pe sol, pentru a ajuta la disiparea căldurii motorului.



Poziția Clapetei de răcire a motorului și traiectul fluxului de aer sub capote

Temperatura chiulaselor cilindrilor

Factorul de decizie asupra reglajului voleților este temperatura chiulaselor cilindrilor, sau temperatura anticipată a acestora. Este afișată în cabină de un instrument (CHT) ce indică temperatura lor instantanee.

Trebuie monitorizată temperatura la chiulasă în timpul zborului dar și la sol, unde răcirea este mai slabă. Manualul de zbor al aeronavei va indica temperaturile minime, recomandate și maxime pentru o funcționare optimă a motorului.



Indicator analogic temperatură la chiulasă Rotax 012



Indicator electronic parametri motor. Ultimul rând indică temperatura fiecărei chiulase.

Dacă temperaturile la chiulasă cresc pe timpul zborului, răcirea motorului poate fi îmbunătățită prin:

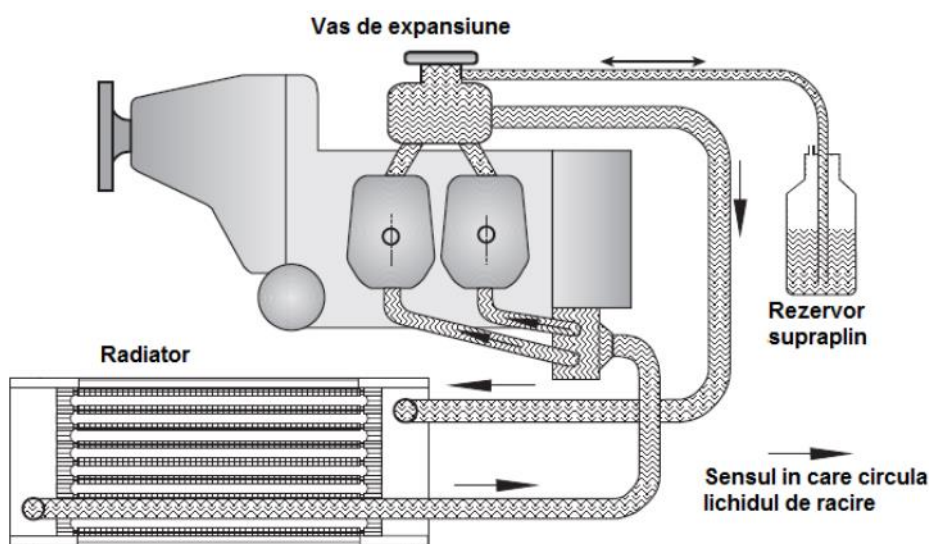
- deschiderea completă a voaleților (pentru a permite un curent de aer mai mare în jurul motorului);
- îmbogățirea amestecului (surplusul de combustibil are un efect suplimentar de răcire a cilindrilor datorită cantității mai mari evaporate, astfel că un amestec bogat răcește mai bine decât un amestec sărac);
- reducerea puterii motorului (astfel încât să producă mai puțin căldură);
- creșterea vitezei (pentru o răcire mai bună a motorului).

Într-o urcare se poate reduce puterea motorului, crește viteza și adopta o rată de urcare mai mică. La zborul de croazieră cu viteze normale, nu se poate reduce puterea și crește viteza aerului decât inițiind o coborâre; în acest caz trebuie ținut cont de înălțimea de siguranță pe tronsonul pe care ne aflăm.

Alți factori care influențează răcirea motorului asupra cărora pilotul are foarte puțin control în timpul zborului include:

- starea radiatorului de răcire a uleiului. Un radiator de ulei murdar va fi ineficient și nu va realiza cea mai bună răcire a uleiului care circulă prin el. Uleiul, fiind mai cald decât se dorește, va fi incapabil să înmagazineze la fel de multă căldură generată de motor, își va reduce calitățile de vâscozitate și lubrifiere, ceea ce va duce la acumularea de temperaturi locale din ce în ce mai mari..
- temperatura aerului exterior. Evident, aerul cald nu va răci motorul la fel de bine ca aerul rece.

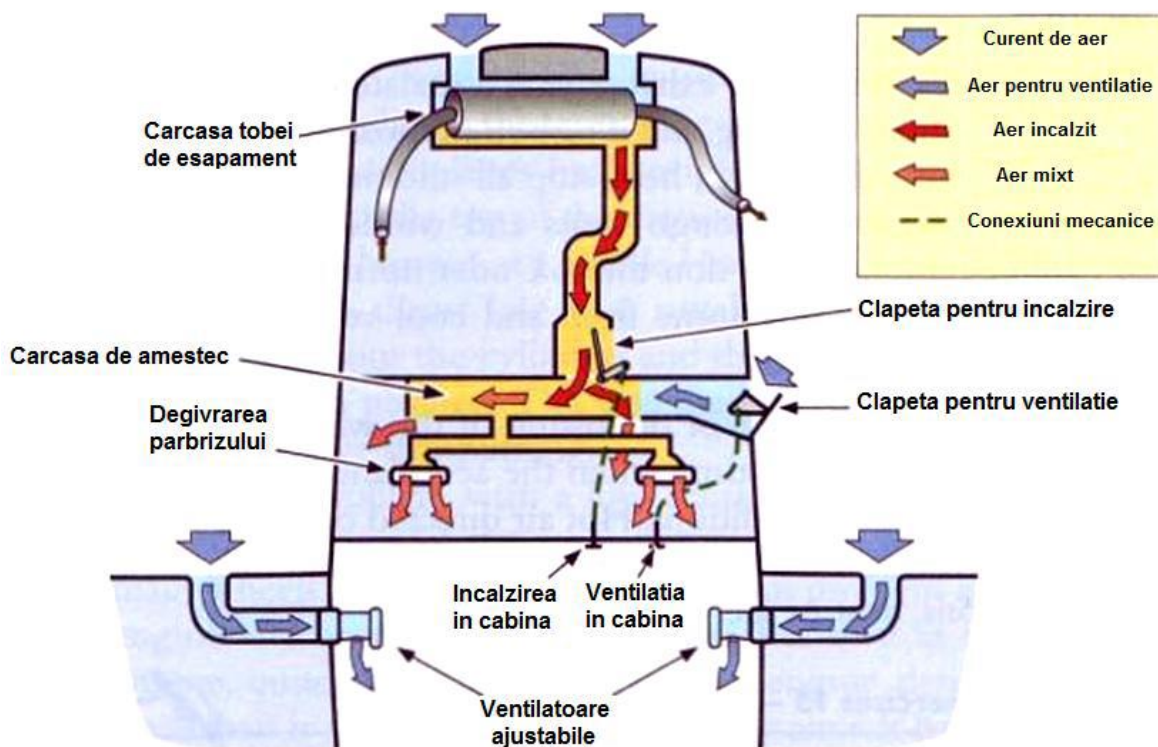
Nota: La unele avioane coiful elicei este parte a sistemului de dirijare a curentului de aer pentru răcirea motorului, așadar aceste avioane nu trebuie să zboare fără ca acesta să fie montat.



Circuitul de răcire cu lichid al motorului Rotax 912

6.2.7. Ventilarea cabinei, sistemul de încălzire

Confortul pilotului este important pentru un zbor eficient și în siguranță. Din acest motiv majoritatea avioanelor sunt echipate cu sisteme de ventilare și încălzire. Calitatea vizibilității frontale este de asemenea importantă, astfel că sistemele de ventilație sunt prevăzute și cu posibilitatea dezaburirii și degivrării parbrizului.



Ventilarea cabinei, încălzirea și degivrarea

O ventilație bună este esențială pentru a asigura aprovizionarea ocupanților cu aer proaspăt. Direcționarea curentului de aer din cabină către pasageri este utilă pentru a preveni și combate răul (disconfortul) de mișcare.

Încălzirea are ca scop asigurarea unui climat confortabil în cabină. Majoritatea sistemelor de încălzire utilizează aer cald obținut prin dirijarea curentului de aer proaspăt în zona galeriei de evacuare a gazelor arse și permite pilotului să-l direcționeze către diverse zone din cabină. Controlul temperaturii poate fi obținut prin amestecul aerului încălzit cu aer proaspăt, rece. Încălzirea cabinei poate fi necesară când se zboară la temperaturi mici sau la înălțimi mari - în condiții standard - temperatura aerului descrește cu 2°C la 1000ft.

Prezența monoxidului de carbon

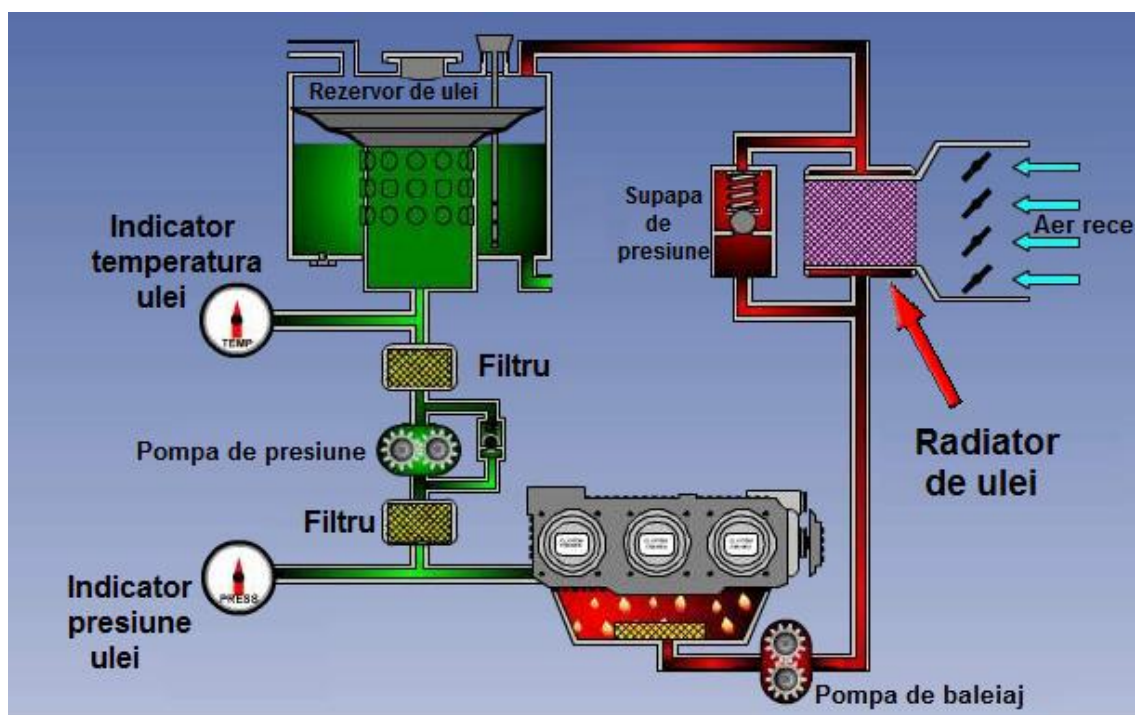
Există un risc important în folosirea sistemului de încălzire a cabinei care trebuie evitat. Orice scurgeri în zona sistemului de evacuare a gazelor arse sau a schimbătorului de căldură poate conduce la infiltrarea în cabină a monoxidului de carbon de la motor în amestec cu aerul încălzit. Monoxidul de carbon se produce în timpul combustiei și este un gaz incolor, inodor dar foarte nociv. Acesta este de o sută de ori mai reactiv cu

hemoglobina din sânge comparativ cu oxigenul, blocând astfel schimbul la nivel celular. În funcție de concentrație poate cauza:

- dureri de cap
- dezorientare
- amețeli
- tulburarea vederii
- încetinirea ritmului respirației
- pierderea cunoștinței
- în cazuri extreme, moartea

Sesizarea mirosului altor gaze din sistemul de evacuare asociate cu monoxidul de carbon constituie un semnal de alarmă și dacă se suspectează prezența acestuia în cabină, se închide sistemul de încălzire, se oprește fumatul și se deschid toate gurile de ventilație. Dacă există măști de oxigen, atunci ele trebuie folosite.

Sistemul de ungere al motorului



Sistem de ungere cu carter uscat

Rolul uleiului din motor

Dacă o peliculă de ulei separă două suprafețe de metal, aceasta va preveni frecarea dintre ele. Fără ulei ar exista forțe mari de frecțiune, cauzând dezvoltarea unor temperaturi

foarte ridicate în metal, cu o deteriorare a suprafețelor în contact și deteriorări mecanice majore.

Este esențial ca uleiul să fie suficient și de tipul potrivit, pentru a reduce fricțiunea între suprafețele metalice în mișcare din interiorul motorului.

Pelicula de ulei va permite celor două suprafețe de metal să alunece una peste cealaltă fără să se atingă efectiv. Vor exista doar forțe de fricțiune scăzute, fiind evitate astfel temperaturile ridicate care ar putea rezulta. Fricțiunea metalică este înlocuită de fricțiunea internă a uleiului în procesul de ungere.

Un strat subțire de ulei va adera la suprafața de metal. Deoarece suprafețe de metal se mișcă relativ una față de cealaltă în direcții opuse, va rezulta o forfecare a straturilor de ulei adiacente celor două piese în mișcare.

Căldura generată pe pelicula de ulei prin această alunecare este îndepărtată prin circulația continuă: uleiul fierbinte este pompat și răcit printr-o componentă cunoscută ca radiator de răcire a uleiului (expus curentului de aer). Reamintim că piesele ansamblului bielă-manivelă din motor sunt supuse unor mari eforturi, lagăr la ambele capete ale bielei, îndeosebi lagărele arborelui cotit. Acestea vor fi amortizate parțial prin pelicula continuă de ulei, șocul mecanic asupra lor fiind redus.

Pistoanele preiau prin calotă o parte importantă a căldurii degajate în camera de combustie și sunt răcite de uleiul direcționat asupra lor de dedesubt, din zona bielei. Ungerea și răcirea lagărelor și a pistoanelor este esențială, reprezentând funcția principală a uleiului.

Uleiul care circulă prin motor poate prelua depunerile și alte materiale străine, reducând astfel încărcătura abrazivă de pe părțile aflate în mișcare.

Această contaminare este reținută de regulă de filtrul de ulei. Dacă filtrul nu este curat (nu este schimbat la timp), se poate bloca, făcând ca uleiul contaminat să treacă pe lângă filtru și să circule în interiorul sistemului de ungere al motorului.

Uleiul murdar are calități mult mai slabe de răcire și ungere și de aceea motorul va suferi - va exista o rată crescută de uzură care îi va scurta considerabil viața. El asigură de asemenea etanșarea, între peretele cilindrului (prin formarea unei pelicule continue) și piston. Această împiedică gazele comprimate (amestec carburant) să scape printre segmentii pistonului în carterul motorului.

Proprietățile uleiului

Orice fluid supus unui regim dinamic va prezenta rezistență, se va opune curgerii. Această caracteristică poartă denumirea de vâscozitate. Uleiul trebuie să fie suficient de vâscos pe toată aria de temperaturi de operare a motorului - trebuie să curgă liber, dar să nu fie prea subțire. Un ulei cu o vâscozitate mare va curge încet, cel cu vâscozitate mai redusă curgând mai ușor. Vâscozitatea scade cu creșterea temperaturii (temperaturile ridicate fluidifică uleiul, îl fac să devină mai puțin vâscos și să curgă mai ușor).

Temperaturile ambiante excesiv de ridicate afectează calitățile de ungere ale uleiului, slăbindu-i eficiența, impunându-se o monitorizare permanentă a indicatorului de temperatură a acestuia.

Posesorul sau utilizatorul avionului poate decide să folosească ulei cu o vâscozitate mai scăzută decât este normal pe vreme rece în funcție de recomandările manualului de utilizare a motorului respectiv.

În același mod, un ulei cu o vâscozitate mai mare poate fi folosit dacă avionul urmează a fi operat într-un climat cald.

NOTĂ: Uleiurile cu vâscozități diferite NU trebuie amestecate niciodată.

Așadar, uleiul trebuie să rămână suficient de vâscos și să asigure presiunea nominală pe lagărele aflate în mișcare ale motoarelor de aviație sub toată gama temperaturilor de operare specificată.

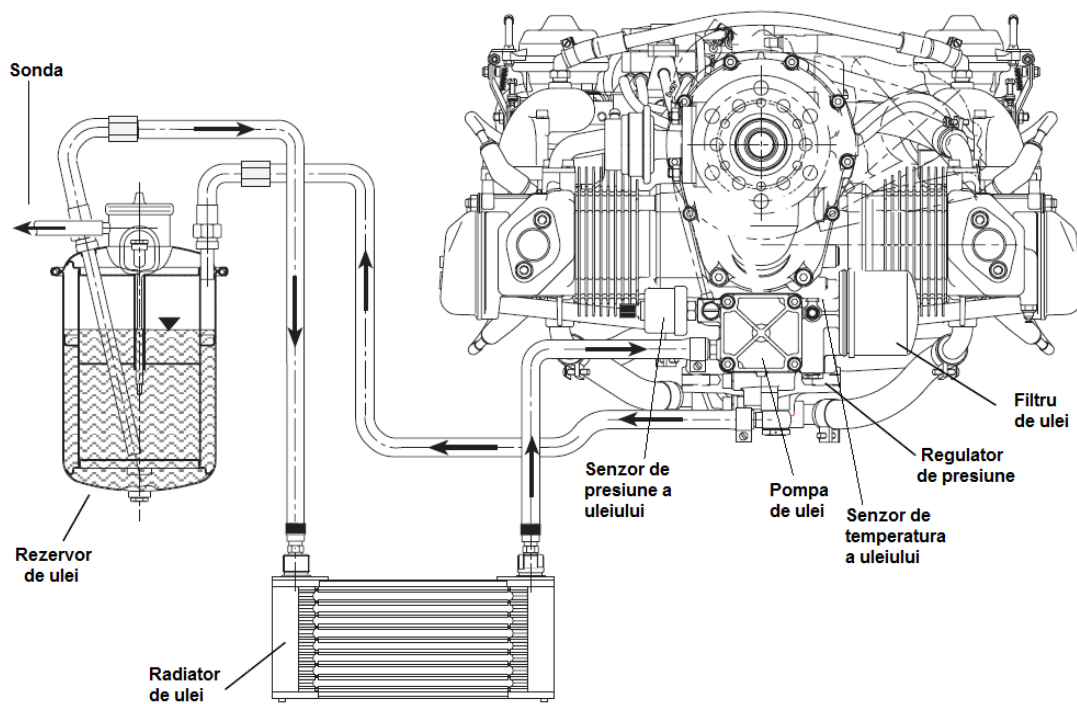
Uleiul trebuie să aibă un punct înalt de inflamabilitate și de aprindere pentru a se asigura că nu se va evapora în exces sau că va lua foc ușor. Uleiul trebuie să fie stabil chimic și să nu își schimbe starea sau caracteristicile pe durata utilizării.

6.2.8. Sisteme de ungere

După ce trece prin motor, uleiul se adună în colector. În cazul în care rezervorul de ulei face corp comun cu acesta, fiind atașat de partea joasă a carterului motorului, va avea un rol dublu-rezervor și colector (baie de ulei). Majoritatea motoarelor de pe avioanele ușoare sunt de acest tip și poartă denumirea generică de motoare cu colector umed.

Un motor cu colector uscat are o construcție diferită, fiind prevăzut cu o pompă de evacuare care preia uleiul din diferite locații ale motorului (de obicei din părțile inferioară și superioară), pe care apoi îl pompează în afara acestuia într-un rezervor separat de ulei, nefăcând corp comun cu motorul... Acesta este prevăzut cu o supapă de sens gravitațională, care va comuta succiona pompei în funcție de atitudinea aeronavei. De regulă, întâlnim acest tip de sistem de ungere la avioanele de acrobație aeriană, asigurându-se astfel debit continuu pe durata zborului pe spate sau a altor evoluții neobișnuite. Avioanele Extra, Zlin, Tiger Moth sau Chipmunk cu motoare Lycoming, Walter, Gipsy Major sisteme de colectare uscate. Motoarele radiale precum cele de pe AN-2, Yak-52, Sukhoi, PITTs Model 12, Harvard, Dakota (DC - 3) și DHC Beaver au de asemenea sisteme de ulei cu colector uscat.

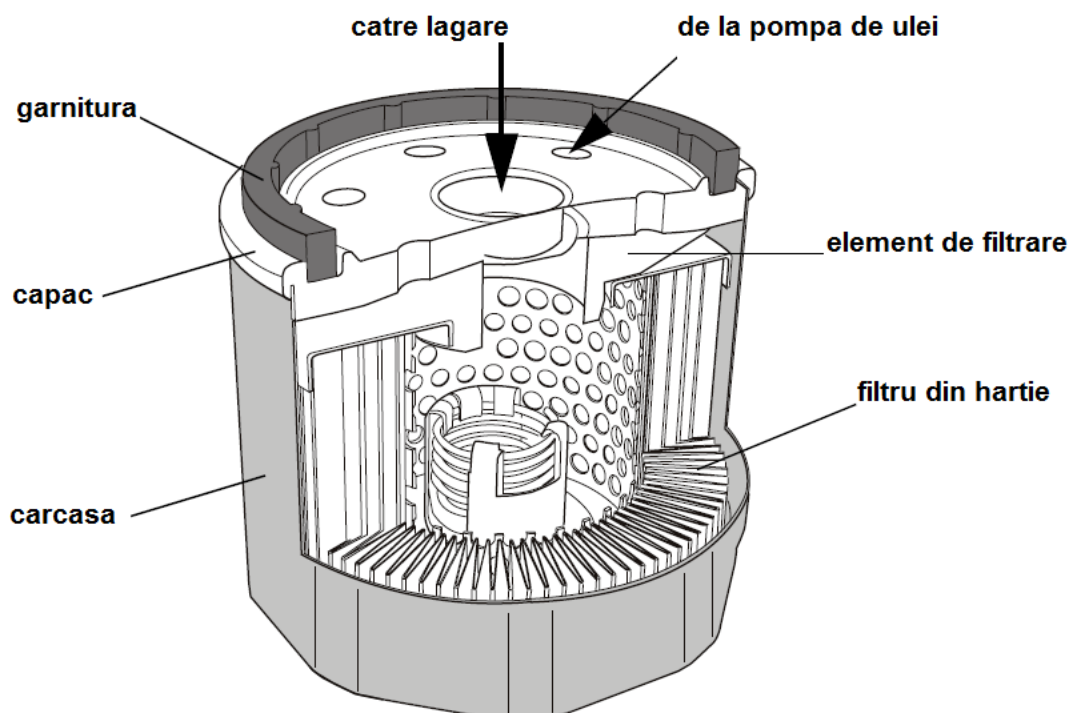
De obicei o pompă acționată mecanic de motor va furniza acestuia uleiul necesar ungerii de la baie sau rezervorul de ulei, împingându-l apoi prin conducte, canale și/sau galerii către părțile aflate în mișcare. La ieșirea din pompa de ulei se află o supapă de reducere a presiunii. Este prevăzută cu un arc tensionat la o valoare prestabilită care blochează un canal de refulare către carterul motor. Dacă presiunea asupra acestei supape este depășită, ea se va deschide permițând uleiului să se întoarcă în colector. Acesta nemaiajungând în zonele de fricțiune în cantitate suficientă, diminuează capacitatea de ungere a întregului sistem. Un ceas indicator (analogic sau digital) va indica în cabină presiunea uleiului la ieșirea din pompă (aici este montat de regulă senzorul de presiune a uleiului), înainte ca acesta să intre în circuitul în motor.



Sistemul de ungere la motorul Rotax 912

Filtrele de ulei

Filtrele de ulei sunt integrate în sistem pentru a înlătura orice materie străină precum mizerie sau particule de carbon din uleiul care circulă. Filtrele de ulei ar trebui înlocuite la intervale regulate, așa cum se specifică în “Programul de întreținere”, și inspectate, deoarece colectorul de ulei ar putea oferi indicii asupra condiției motorului (particule mici de metal ar putea indica o deteriorare mecanică iminentă). Unele motoare au prevăzute în zona colectorului sesizoare de șpan (particule mici de metal) și un sistem de semnalizare în cabina echipajului.



Structura unui filtru de ulei

În interiorul corpului filtrului de ulei se află o supapă de ocolire (bypass) a acestuia. Această supapă permite uleiului să treacă pe lângă filtru în cazul în care acesta devine înfundat. Totuși uleiul murdar și impur este de preferat lipsei complete de ulei.

Uleiul circulă în jurul părților aflate în mișcare, dar și în interiorul motorului ungând-l, curățând-l și răcind-l, ca apoi să se întoarcă în colectorul umed prin gravitație sau într-un rezervor separat de ulei prin pompele de evacuare (într-un sistem cu colector uscat). Pompele de evacuare au un debit mai mare față de pompele de alimentare cu ulei (pentru a asigura o evacuare eficientă a uleiului din motor și a preveni blocarea cu impurități).

Uleiul absoarbe o mare cantitate de căldură la trecerea sa prin motor, iar răcirea care are loc în colector este de obicei insuficientă, fapt pentru care majoritatea motoarelor au un radiator de răcire a uleiului care operează într-un proces de schimb de căldură fiind expus curentului de aer. Uleiul ajunge în radiatorul de răcire după ce a fost pompat din colector prin filtrul de ulei.



Filtre de ulei tip Rotax

Dacă uleiul este rece, o supapă de scurtcircuitare dirijează uleiul ocolind radiatorul de răcire (în primele faze ale pornirii temperatura uleiului trebuie să fie ajută să ajungă cât mai repede în parametrii normali) pentru a se evita spargerea acestuia din cauza presiunii mari, mai ales iarna. Odată ce uleiul este cald (când motorul s-a încălzit), acesta va fi direcționat din nou prin radiatorul de răcire aferent. Radiatorul de răcire al uleiului este de obicei poziționat în sistemul de ulei astfel încât uleiul se răcește puțin în colector, apoi trece prin radiator pentru a fi răcit suficient, înainte de a relua ciclul de ungere în interiorul motorului.

Ca parte a inspecției zilnice de dinaintea zborului trebuie verificată starea radiatorului de răcire a uleiului pentru:

- a. starea de curățenie a părții frontale - insecte, cuiburi de păsări sau alte impurități (trebuie verificat dacă există o trecere liberă a aerului prin fagurii radiatorului);
- b. orice scurgere de ulei sau fisuri.

Un indicator de temperatură a uleiului este amplasat în cabină. Acesta este conectat la o sondă de temperatură care monitorizează temperatura uleiului după ce acesta a trecut prin radiatorul de răcire, înainte să fie folosit în secțiunile fierbinți ale motorului.

Unele avioane au un indicator de măsurare a temperaturii chiulaselor pentru a oferi un alt indiciu al funcționării motorului.

Schimbările de ulei

Schimbarea uleiului este necesară periodic. Dacă același ulei este folosit încontinuu, după o perioadă de timp va deveni foarte murdar deoarece filtrele nu îl mai pot curăța.

Schimbările chimice vor apărea în ulei și sub formă de:

- a. oxidare, cauzată de contaminarea de la unele din produsele secundare rezultate în urma combustiei din camera de ardere și a trecerii acestora sub formă de gaze în carterul motor pe lângă segmente.
- b. absorbția apei care se condensează în motor când acesta se răcește după oprire.

De aceea uleiul trebuie să fie schimbat la intervale regulate, așa cum se cere în Programul de întreținere. Este recomandat să se folosească doar tipul și gradul indicat de ulei.

Nota: Ghidul de operare al pilotului va arăta de obicei gradul de ulei sub forma de evaluare SAE (Society of Automotive Engineers). Trebuie totuși ținut cont de faptul că uleiul pentru aviația comercială are un alt standard denominativ și anume numărul CAN (commercial aviation number) care este dublul față de evaluarea SAE: 80 CAN = SAE 40; 100 CAN = SAE 50.

Funcționarea anormală a sistemului de ungere

Tipul uleiului

Tipul incorect de ulei va cauza o ungere scăzută, o răcire insuficientă conducând în final la daune asupra componentelor motorului. Acest fenomen poate fi observat urmărind temperatura uleiului și indicațiile de presiune care pot fi anormale.

Cantitatea de ulei

Nivelul uleiului trebuie verificat înaintea zborului, deoarece acesta scade treptat din cauza:

- a. arderii peliculei de ulei odată cu amestecul carburant în cilindri;
- b. pierderii sub formă de ceață sau stropi prin evaporarea uleiului;
- c. scurgeri

Există o riglă de măsurare a uleiului în rezervor. Aceasta arată cantitățile de ulei maxime și minime. În cazul în care cantitatea de ulei este sub minim, veți descoperi că uleiul se supraîncălzește și/sau presiunea uleiului este prea scăzută sau fluctuantă. În cazul în care cantitatea de ulei este prea mare, atunci uleiul în exces poate fi forțat să iasă prin diferite părți ale motorului, cum ar fi pe la semeringul de etanșare al axului frontal al motorului sau prin sistemul de aerisire al instalației de ulei.

Presiunea scăzută a uleiului

La un regim de putere normală, o presiune scăzută a uleiului poate indica o defecțare iminentă a motorului.

Presiunea scăzută a uleiului ar putea însemna:

- a. lipsa de ulei datorată unei defecțiuni din sistemul de ungere;
- b. ulei insuficient;
- c. pierderi de la rezervorul de ulei sau de la conductele de ulei;
- d. defectarea pompei de ulei;
- e. uzura motorului, precum jocuri mari la lagărele arborelui cotit;

- f. supapa de reducere a presiunii este blocată în poziție deschisă.
- g. Uleiul este supraîncălzit (vâscozitatea sa va fi scăzută și implicit presiunea), calitățile sale lubrifiante fiind mult reduse.



Indicator presiune ulei Rotax 912

La pornire, indicatorul de presiune al uleiului ar trebui să indice o valoare ridicată. Această valoare trebuie să revină la normal în maxim 30 de secunde de la pornire.

Temperatura ridicată a uleiului

Dacă o cantitate mică de ulei circulă prin motor, acest lucru va fi indicat de o temperatură ridicată a acestuia. Operarea prelungită cu temperaturi excesive a chiulaselor cilindrilor va genera de asemenea o indicație de temperatură crescută la ulei. Acest neajuns apare cu precădere în situații de folosire a unor regimuri de putere ridicată și viteză scăzută a aerului, îndeosebi la temperaturi ridicate ambiante.

Aparatul indicator al presiunii uleiului - defect

Câteodată indicatorul de presiune al uleiului sau senzorii se defectează și oferă indicații eronate. O indicație de presiune scăzută a uleiului poate fi interpretată greșit, atunci când se observă că temperatura uleiului rămâne normală pe o perioadă mai lungă de timp. Așadar trebuie corelate valorile oferite de ambele indicatoare (presiune/temperatura), aterizarea fiind necesară cât mai curând posibil pentru a cercetași înlătura defectul.

Presiune ridicată a uleiului

O supapă de reducere a presiunii în sistemul de ungere ar trebui să ne asigure că presiunea uleiului nu ajunge la un nivel inacceptabil de ridicat. O presiune ridicată a uleiului poate duce la defectarea anumitor componente esențiale, astfel întregul sistem putând deveni inoperabil (spre exemplu, prin spargerea radiatorului de ulei, a filtrului de ulei sau a unei conducte).

Presiune scăzută sau fluctuantă a uleiului

Acolo unde apare un indiciu de scădere a presiunii uleiului sau aceasta devine fluctuantă și dacă este asociată cu o creștere a temperaturii uleiului în timpul zborului - zburători în siguranță și aterizați cât mai repede posibil, deoarece poate indica o problemă serioasă la sistemul de ungere. Fără ulei, motorul cedează, rezultând o pierdere imediată de putere.

Pierdere treptată a uleiului

Dacă un motor pierde ulei treptat, atunci temperatura acestuia va crește treptat deoarece o cantitate mai mică de ulei trebuie să asigure răcirea și ungerea motorului. În această situație presiunea, în faza incipientă, va rămâne aceeași; temperatura uleiului va crește, până când cantitatea de ulei atinge un nivel scăzut critic, iar atunci presiunea va scădea brusc, cauzând probleme grave motorului.

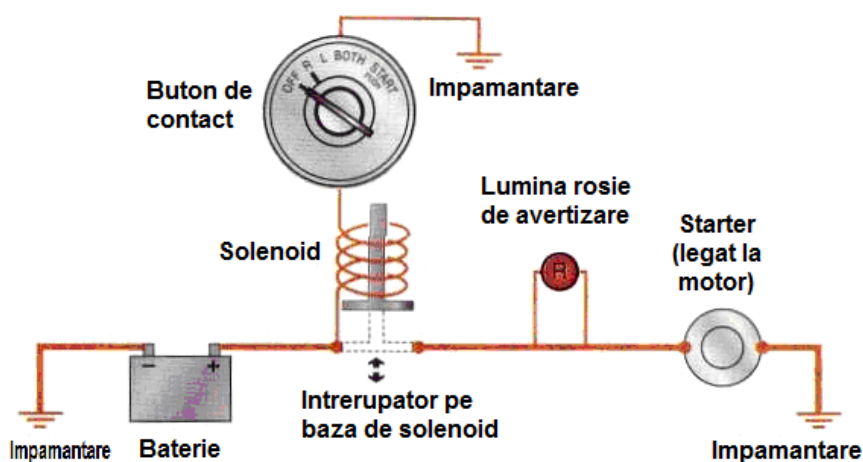
Sistemul de aprindere al motorului

Starterul (demarorul)

Majoritatea avioanelor moderne de antrenament au un starter electric alimentat de baterie și activat prin răsucirea cheii de aprindere (pornire) din cabina în poziția START.

Pornirea (antrenarea) motorului cu ajutorul starterului necesită un consum foarte mare de curent, acest fapt impunând folosirea unui cablaj de putere (heavy duty). Dacă comutatorul (cheia) de pornire din cabină ar fi conectată direct la circuitul starterului, s-ar impune folosirea aceluiași tip de cablaj și în cabină. Acest fapt ar induce mai multe dezavantaje din care amintim acela privind greutatea suplimentară, o pierdere semnificativă de energie electrică pe lungimea adițională și curenți mari electrici în interiorul cabinei (ceea ce ar introduce un risc suplimentar de incendiu). Pentru a evita aceste dezavantaje, circuitul starterului este comandat din cabină printr-un circuit de curenți slabi constând dintr-un comutator activat de un solenoid (bobină).

Prin punerea cheii de pornire pe poziția START se produce un curent de intensitate scăzută care excită bobina (un electromagnet cu miez mobil). Aceasta acționează un comutator de putere care închide circuitul dedintre baterie și starter, care astfel pune în mișcare motorul.





În general starterul are un martor(bec) de stare în cabină care semnalizează când acesta este în sarcină. La o funcționare normală, becul se stinge imediat ce cheia revine din poziția START. Dacă releul starterului se blochează în poziția “cuplat”, bendix-ul rămânând în continuare sub curent și după revenirea cheii din poziția de pornire, martorul va rămâne aprins. Mîn această situație motorul trebuie oprit imediat pentru a evita avariile ce pot să apară(deteriorări/mecanice și/sau electrice).

Atenționare:

La pornirea motorului rece, presiunea la ulei trebuie să crească la valoarea normală în exploatare în maxim 30 de secunde pentru a asigura ungerea motorului (mai repede dacă motorul e cald). În caz contrar, se va opri motorul imediat pentru a evita avarierea acestuiași se va încerca identificarea și remedierea defecțiunii.

Așa cum am descris anterior, chiulasa fiecărui cilindru este prevăzută cu două bujii.

Pentru pornire este necesară însă una singură.. Pentru acest motiv doar unul dintre magnetouri (de obicei cel stâng) este prevăzut cu un dispozitiv numit cuplaj de impuls. Atunci când cheia de pornire este rotită pe poziția START, magnetoul drept rămâne cuplat la masă, doar cel stâng producând tensiunea necesară alimentării bujiilor din circuitul său. După pornire, cheia revenind pe poziția 1+2, se va activa și sistemul aferent celui alt magnetou..

Există două limitări constructive ale magnetourilor care influențează semnificativ funcționarea acestora la pornirea motorului:

- a. când se antrenează motorul pentru pornire (fie cu mâna, fie cu starterul alimentat de baterie), acesta se rotește încet - cu aproximativ 120RPM comparativ cu turația de ralanti de 800RPM. Deoarece magnetourile se rotesc la jumătate din viteza arborelui cotit (pentru a produce o scânteie la fiecare două rotații ale arborelui), rotația magnetourilor este de cca 60RPMsau chiar mai puțin. Pentru a genera un curent suficient de puternic care să producă scânteia ce aprinde amestecul este necesară o turație a magnetourilor de aprox. 100-120RPM. De aici rezultă necesitatea introducerii unui dispozitiv suplimentar care să rezolve această neajuns.
- b. când motorul funcționează (800-2400RPMeste plaja uzuală de valori în operare), scânteia apare la un unghi precis înainte ca pistonul să ajungă în PMS (si începerea timpului de ardere). Acest reglaj este cunoscut ca fiind avansul laaprinde. La pornire, turația fiind foarte mică, e necesară o întârziere a producerii scânteii până când pistonul ajunge sau chiar depășește PMS, în caz contrar aprinderea amestecului poate împinge pistonul prematur producând rotirea arborelui in sens contrar.

Pentru a depăși aceste două limitări au fost dezvoltate dispozitive care să fie încorporate în ansamblul magnetoului, cel mai des folosit în cazul motoarelor de aviație mici fiind cuplajul de impuls. La alte motoare se folosește un alt dispozitiv numit vibrator inductiv sau buzzer.

Cuplajul de impuls

Cuplajul de impuls îndeplinește două funcții:

- a. să accelereze mișcarea de rotație a magnetului pentru a ridica parametrii curentului care generează scânteia la bujii;
- b. să întârzie efectiv momentul aprinderii la turații mici ale arborelui până imediat după ce pistonul depășește PMS, iar după pornire, să permită revenirea la reglajul inițial al aprinderii (puțin înainte de PMS).

Pentru a putea accelera inițial rotația ansamblului, cuplajul de impuls oprește inițial magnetul, deși motorul se rotește, astfel încât energia obținută din rotația inițială este stocată prin tensionarea unui arc. Când se atinge un nivel prestabilit de energie înmagazinată, cuplajul eliberează magnetul care este accelerat de arc.

Astfel se generează un curent suficient pentru a produce scânteia care susține inițial aprinderea. În același mod se întârzie suficient momentul de aprindere pentru ca arderea amestecului să acționeze asupra arborelui în sensul corect.

Odată ce motorul este pornit și funcționează la turația de lucru, magnetul se decuplează de arc, rolul acestuia terminându-se. Scânteia se va produce normal - prin antrenarea directă a magnetului de către motor, iar temporizarea aprinderii revine la valoarea prestabilită de lucru (scânteia se produce puțin înainte de PMS).

De notat este faptul că, întrucât cuplajul de impuls nu depinde de nici o sursă de putere electrică, motorul poate fi pornit manual (prin antrenarea elicei cu mâna).

Utilizarea comutatorului aprinderii (cheia magnetourilor)

Există două sisteme separate de aprindere din motive de securitate (în eventualitatea cedării unui sistem), cât și pentru a mări eficiența arderii (o ardere cât mai completă a amestecului prin folosirea simultană a două bujii ca surse de inițiere a arderii, creându-se astfel două fronturi de undă care se întâlnesc la mijlocul camerei de ardere). Modelele mai vechi de avioane aveau comutator separat pentru fiecare magnetou, în timp ce modelele mai noi au un comutator rotativ acționat de cheia de aprindere. Cu acesta se poate selecta magnetoul stâng - L(left), drept - R(right) sau ambele - BOTH. Pentru funcționarea normală a motorului se selectează BOTH.

Datorită redundanței, motorul funcționează și pe un singur magnetou, dar nu la fel de rotund și cu ușoară scădere a turației. Cu o singură bujie în funcțiune, va fi generat un singur front de flacără (linie de ardere), în loc de două, care se va deplasa prin amestec. Acest fapt va mări timpul de ardere completă a amestecului și deci va micșora eficiența



Cheie de contact

arderii.

Dacă se selectează magnetoul 1(L), doar sistemul de aprindere stâng va genera scânteie. Magnetoul 2(R) va fi pus la masa scurtcircuitând practic circuitul fără să se producă scânteie la bujii. Așadar, trecerea cheii de pe BOTH pe L va conduce la o scădere a turației iar readucerea cheii în poziția inițială va readuce turația la valoarea normală. Dacă nu se sesizează scăderea turației la comutarea cheii, atunci fie celălalt magnetou (R) nu se pune



la masă (furnizează în continuare curent la bujii și deci scânteie), fie nu funcționează nici în poziția BOTH.

Înainte de decolare, în mod normal se verifică funcționarea ambelor magnetouri ca parte a încercării motorului, după cum urmează:

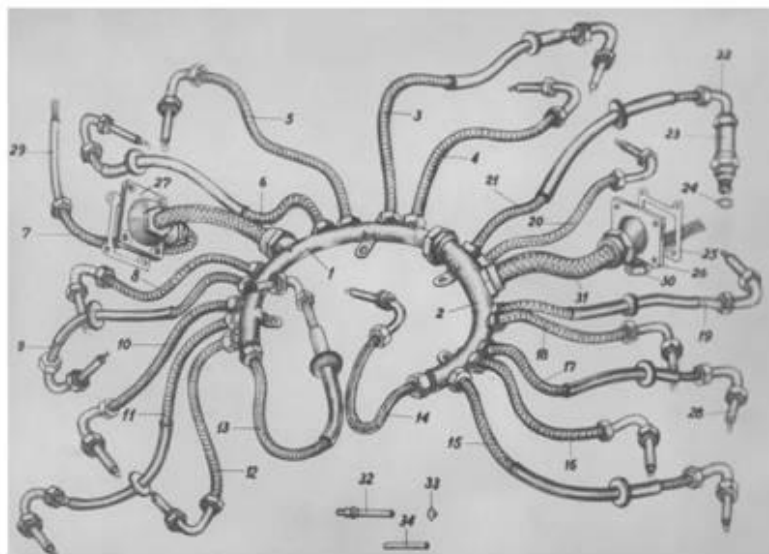
- a. se trece cheia de pe BOTH pe L și se observă și reține valoarea cu care scade turația motorului, după care se revine pe BOTH. Turația trebuie să revină la valoarea inițială. În același mod se procedează cu magnetoul drept (R).
- b. se compară cele două valori observate ale scăderii turației pe fiecare din cele două sisteme (magnetouri). Aceste valori trebuie să se încadreze în anumite limite prestabilite (conf. manualului de zbor al avionului). De exemplu: se fixează turația motorului la 1600RPM, scăderea maximă fiind de 125RPM pe fiecare din cele două magnetouri cu o diferență între cele două valori de dede maxim 50RPM.

Atenționare:

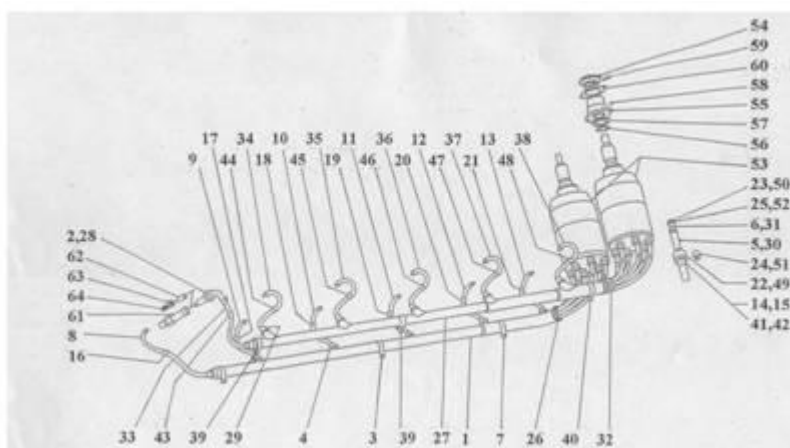
Fixarea cheii magnetourilor pe OFF pune la masă înfășurările primare ale ambelor magnetouri, astfel nici unul din sisteme nu mai furnizează energie electrică. Totuși, în cazul unor defecțiuni (ex. cablu rupt sau exfoliat), poziția OFF poate să nu producă efectul scontat astfel încât, în cazul în care se învârtă elicea, se poate produce neintenționat pornirea motorului - cu consecințe nefericite sau chiar fatale pentru oricine s-ar afla în preajmă. Dacă se dorește schimbarea poziției elicei, aceasta trebuie învârtită în sens invers funcționării, astfel evitându-se pornirea accidentală a motorului (dacă mecanismele interne ale motorului permit această operațiune - spre exemplu angrenajele pompei de injecție în cazul motoarelor LOM ce echipază avioanele ZLIN Z42 sau Z26 se pot distruge la mersul înapoi al motorului).

În cazul unor tipuri de motoare, cum ar fi Lycoming, oprirea motorului nu se face prin punerea cheii magnetourilor pe OFF, ci cu ajutorul manetei amestecului sau a etuforului prin îmbogățirea amestecului-închiderea aerului (asemanator cu „șocul” -choke- cu care sunt dotate carburatoarele mașinilor mai vechi)..

Circuite separate pentru bujiile aparținând aceluiași sistem de aprindere (una pe cilindru) pleacă din terminale diferite ale cutiei distribuitorului. Firele circuitelor (fișele) sunt înmănunchiate adesea, împreună formând cablajul aprinderii. Pierderile de curent din acest circuit electric pot cauza mersul inconstant al motorului (aceasta poate să apară cu creșterea altitudinii, chiar dacă nu se manifestă la nivelul mării).



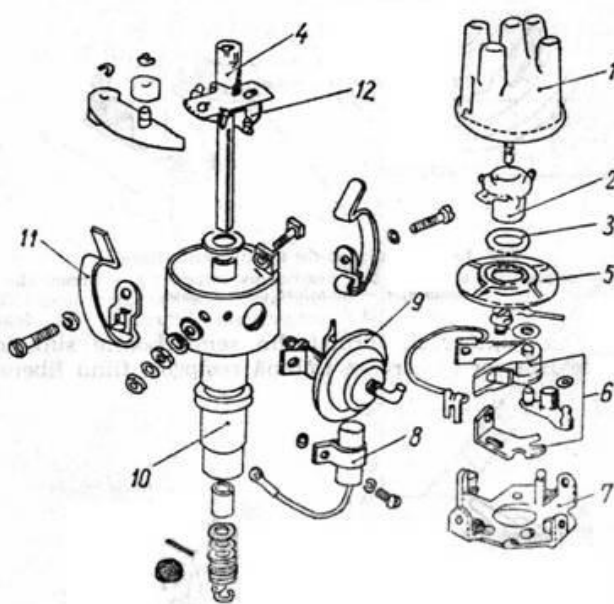
FIȘE DE BUJII PENTRU MOTORUL AI-14RA (AVION PZL-104 WILGA)



FIȘE DE BUJII, BUJIE ȘI MAGNETOURI PT. MOTOARELE M137/337 (AVIOANE ZLIN 726/526/142)

Unul din obiectivele inspecției înainte de zbor este o verificare vizuală a izolației cablajului aprinderii (eventuala existență a crăpăturilor sau exfolierilor datorate căldurii, etc.).

NOTĂ: În aviație, față de auto, tot sistemul de înaltă tensiune este deparazitat pentru a nu brua instalațiile speciale ale avionului, cum ar fi echipamentele radio, radiolocație, radionavigație etc.



Ansamblurile și piesele ruptor-distribuitoarei:
1 – capac; 2 – distribuitor; 3 – pislă; 4 – camă; 5 – rondelă;
6 – ruptor cu contacte platinat; 7 – platou; 8 – condensator;
9 – avans vacuumatic; 10 – corp; 11, 12 – clemă.

ANSAMBLU RUPTOR-DISTRIBUITOR CU AVANS CENTRIFUGAL ȘI VACUUMATIC

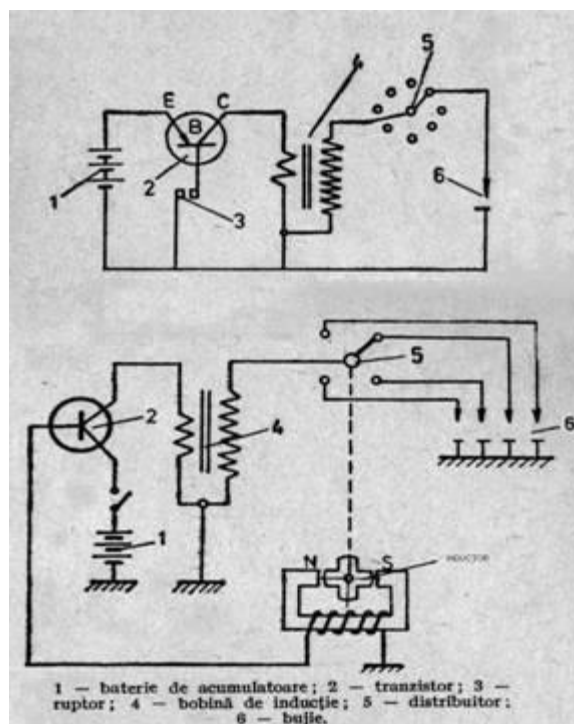
În cadrul ruptorului, cama are atâtea muchii câți cilindri are motorul. În general, la motorul cu mai mult de 6 cilindri, se folosesc două came suprapuse și decalate între ele, montate pe axul distribuitorului și două 'platine'.

Când cama sau pintenul ruptorului se uzează, se modifică atât distanța dintre 'platine', cât și avansul la aprindere.

Unghiul Dwell reprezintă intervalul pe durata căruia contactul ruptorului este mai întâi închis și până când contactul este din nou deschis, sau mai precis raportul dintre unghiul creat de rotația arborelui cotit având contactul ruptorului deschis și unghiul între două aprinderi succesive. Acesta este determinat de distanța între contactele 'platinei' deschise (care trebuie să fie între 0,4 și 0,8 mm, specifică fiecărui tip de motor).

Pentru fiecare tip de motor există posibilitatea de a regla avansul inițial sau static (cu motorul oprit). Din rațiuni funcționale, avansul la aprindere se modifică cu turația motorului (avansul crește cu creșterea turației motorului) și cu sarcina (avansul scade la accelerarea motorului). Există dispozitive automate ce reglează avansul în funcție de turație și de sarcina motorului (avansul centrifugal și avansul vacuumatic).

La motoarele moderne cu aprindere prin scânteie, se urmărește eliminarea ruptorului ('platinei'), deoarece este piesa cu cea mai mică fiabilitate din sistem, prin micșorarea curentului prin 'platina' sau prin înlocuirea sa cu alt dispozitiv (inductiv, capacitiv sau optic).

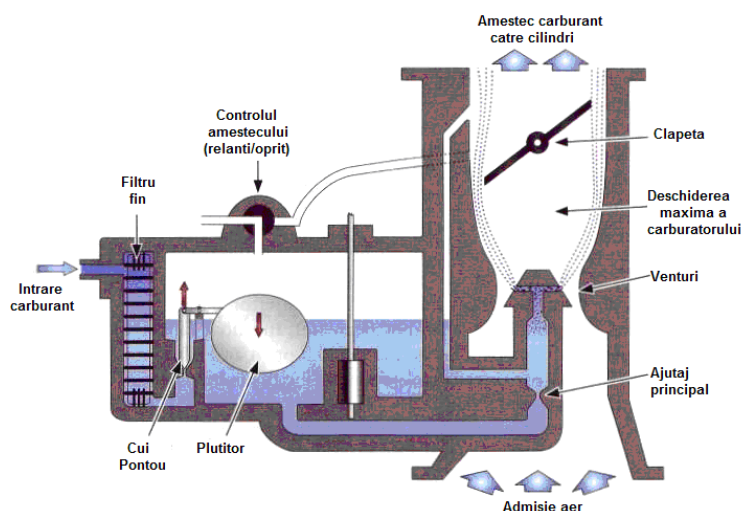


Sisteme moderne de aprindere

1. Aprindere cu inducție;
2. Aprindere cu calculator de scânteie - la acest sistem există un cititor de poziție '0' al arborelui cotit al motorului, scânteia fiind generată de un circuit electronic ce divizează timpul între două descărcări succesive (care este jumătate din timpul unui ciclu motor) împărțind numărul de numărul de cilindri la doi.
3. Aprindere integrată - se citește doar poziția '0' a arborelui cotit al motorului, nu mai există bobină, ruptor-distribuitor, fișe electrice sau alte piese (eventual în mișcare), scânteia fiind produsă de un semnal electric amplificat la înaltă tensiune de un circuit electronic, măbind-se astfel fiabilitatea sistemului.

6.2.9. Carburatorul motorului

Pentru a se realiza o ardere corectă, este necesar ca benzina să fie amestecată cu oxigenul într-o proporție precisă. Practic, combustibilul se amestecă cu aer, iar rata optimă de amestec este de 12 părți de aer pentru o parte de benzină (procente masice). Dispozitivul care realizează acest amestec se numește carburator.



Secțiune printr-un carburator tipic

Combustia în cilindru se poate realiza când raportul de amestec combustibil/aer este între 1:8 (amestec bogat) și 1:20 (amestec sărac).

Amestecul corect chimic sau ideal se obține atunci când, în urma arderii, toată cantitatea de oxigen și combustibil a fost consumată. Amestecul corect chimic (acm) se mai numește amestecul stoichiometric.

Dacă amestecul e bogat, combustibilul este în exces. După ardere va rămâne combustibil nears. Dacă amestecul e sărac, va rămâne oxigen nefolosit (în exces).

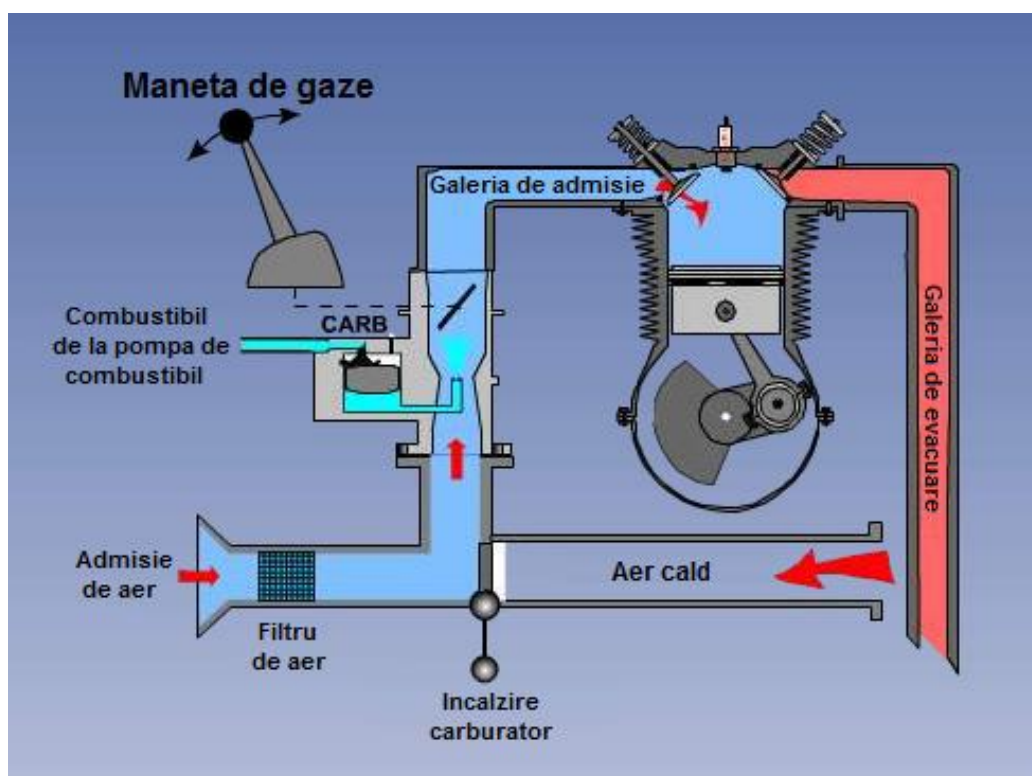
Un carburator simplu are un tub Venturi care controlează cantitatea de aer admisă printr-o valvă numită clapetă de admisie. Tubul Venturi este prevăzut cu niște orificii calibrate prin care se pulverizează combustibilul (dozat corespunzător) în curentul de aer pentru realizarea cât mai precisă a amestecului dintre cele două componente. Mai exact, combustibilul este tras din camera de nivel prin depresiunea din tub creată la trecerea aerului, controlat de clapeta de admisie, care este la rândul ei controlată prin mișcarea manetei de gaze din cabina de pilotaj.

Așa cum este descris anterior, ansamblul motor este compus dintr-o multitudine de piese în mișcare. Dintre ele arborele cotit, biela, bolțul și pistonul sunt cele care suportă cele mai mari forțe. La 2400RPM sensul de exercitare al acestora se schimbă de câteva sute de ori pe secundă. Înmulțind masa unui piston cu distanța pe care o parcurge, în timpul deplasării în interiorul cilindrului, vom vedea că în interiorul motorului se dezvoltă forțe și momente de rotație impresionante, accelerațiile cu schimbări de direcție de câteva sute de ori pe secundă la care este supusă biela și bolțul pot ajunge la 200-300G-uri, asta în cazul unui regim normal. Accelerația unui corp nu este liniară ci exponențială. La fel și magnitudinea forțelor la care sunt supuse internele motorului.

De aceea este foarte important ca maneta de gaze să fie acționată lin (fără mișcări bruște) pentru a se evita solicitarea fără sens a diferitelor piese în mișcare din motor. Viteza de deplasare a manetei de la prag până în față complet sau invers trebuie să dureze aproximativ 5 secunde (depinde de fiecare model în parte).

Carburatorul cu plutitor

Acest tip de carburator are o cameră mică ce necesită un nivel constant de combustibil. Acest lucru se întâmplă continuu pe măsură ce benzina este trasă din camera plutitorului prin tubul Venturi (jiclorul principal).



Sistem de carburație

Presiunea aerului din camera de nivel constant este cea atmosferică. Accelerarea aerului în tubul Venturi cauzează scăderea presiunii statice (principiul Bernoulli: creșterea vitezei presupune scăderea presiunii statice). Presiunea mai ridicată (atmosferică) din camera de nivel constant injectează combustibilul prin duzele tubului în curentul de aer. Cu cât viteza aerului e mai mare, cu atât diferența de presiune crește și implicit cantitatea de combustibil evacuată în tub.

Pe măsură ce nivelul benzinei din cameră scade, plutitorul coboară și acționează asupra cuiului poantou care deschide admisia benzinei în carburator astfel menținându-se constant nivelul în cameră.

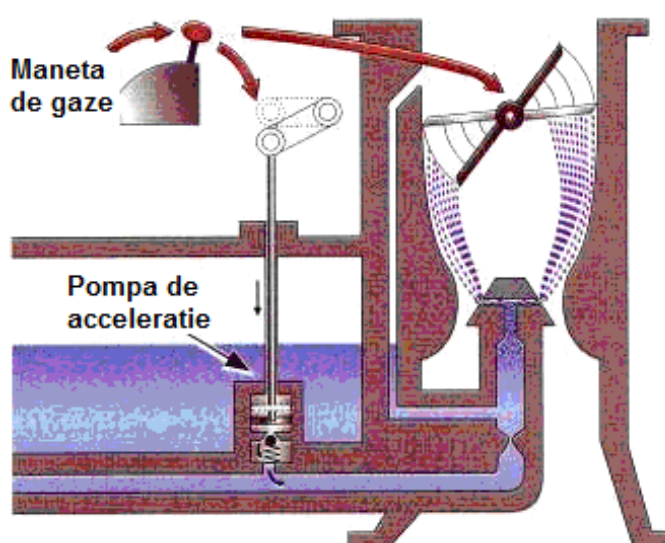
Multe carburatoare au prevăzut un difuzor în care se pre-amestecă aerul și benzina, având rolul de a evita un consum în exces de carburant odată cu creșterea turației la motor. Difuzorul ajută de asemenea ca benzina să se evapore la turații mici ale motorului.

Pompa de repriză

Când se duce maneta de gaze complet în față (putere maximă), clapeta de aer se deschide la maximum și permite admisia liberă a aerului în tubul Venturi. Așadar, în acest caz cantitatea de aer admisă crește semnificativ atingând valoarea maximă.

Dacă maneta de gaze este deschisă rapid, cantitatea de aer crește inițial cu o rată mai mare decât cea a benzinei, fapt care duce la drept sărăcirea amestecului. Acest fapt cauzează o diminuare a puterii instantanee a motorului. Pentru a înlătura acest fenomen, carburatorul este echipat cu o pompă de repriză. Aceasta va preveni scăderea ratei de creștere a puterii la acționarea rapidă a manetei de gaze.

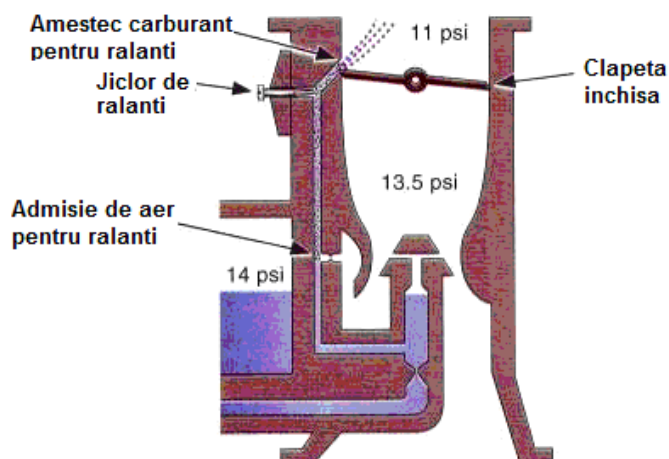
Pompa de repriză constă într-un mic pistonas după camera de nivel constant, conectat la maneta de gaze, care în momentul acționării bruște a acesteia, injectează suplimentar combustibil în difuzor (tub Venturi).



Sistemul de ralanti

Când motorul este la ralanti, cu clapeta aproape închisă, diferența de presiune dintre tubul venturi și camera de nivel constant nu este suficient de mare pentru a obține sucțiunea combustibilului în cantitate suficientă.

Pentru a rezolva această problemă, există o canalizație mică de ralanti, care are orificiul de intrare lângă clapeta de admisie, unde se produce un mic efect Venturi atunci când clapeta de admisie este aproape închisă. Prin această canalizație se furnizează suficient combustibil care, în amestec cu aerul, permite funcționarea motorului la ralanti (la turații mici).



Controlul amestecului

Carburatorul este proiectat să funcționeze în condițiile atmosferei standard la nivelul mediu al mării (ISA MSL = QNH 1013 mb, +15°C).

Mărimea jicloarelor care determină cantitatea de combustibil în amestec este proiectată pentru aceste condiții ISA MSL. Avionul, în mod real, operează în majoritatea timpului în condiții care diferă substanțial de cele standard, diferențe care impun modificarea debitului de combustibil pentru menținerea amestecului în limitele prescrise.

La o anumită poziție a manetei de gaze (și deci a turației), carburatorul va procesa același volum de aer în unitatea de timp, indiferent de densitatea aerului.

La altitudini și/sau temperaturi mai mari, densitatea aerului scade, adică sunt mai puține molecule de aer pe unitatea de volum. Așadar, volumul de aer care trece prin carburator va conține mai puține molecule și va cântări mai puțin. În aceleași condiții, densitatea combustibilului nu se modifică, adică același volum și greutate de benzină vor fi pulverizate prin emulsor (tub Venturi).

Același număr de molecule de benzină la un număr diminuat de molecule de aer înseamnă că amestecul devine prea bogat, având ca efect funcționarea neregulată a motorului și un consum crescut de benzină.

Pentru a menține amestecul corect (adică proporția corectă între aer și benzină), pilotul trebuie să micșoreze cantitatea de benzină care intră în venturi și se amestecă cu aerul, a cărui densitate a scăzut cu creșterea altitudinii. Acest procedeu se numește sărăcirea amestecului și se realizează prin comanda corectorului altimetric - o manetă roșie de



obicei poziționată lângă maneta de gaze. Comanda corectorului acționează un mic opritor care restricționează curgerea benzinei (diminuează debitul), astfel refăcându-se proporția amestecului.

În condiții normale, pe majoritatea aeroporturilor din Romania se decolează cu comanda amestecului pe bogat (acestea fiind sub 800m).

Folosirea controlului amestecului în urcare

Uzual, comanda amestecului este păstrată în timpul urcării pe bogat dacă nu se depășește altitudinea de 5000ft, unde puterea în regim de croazieră va fi sub 75% din puterea maximă la regim continuu în condiții standard. Excesul de benzină din amestec este folosit ca agent de răcire pentru pereții cilindrilor și capetele pistoanelor și contribuie la evitarea detonațiilor. Unele motoare mai sofisticate necesită sărăcirea amestecului pe toată perioada urcării.

Pe măsură ce avionul urcă, amestecul devine din ce în ce mai bogat cauzând o scădere a puterii, care se manifestă printr-o funcționare neregulată însoțită de scăderea ușoară a turației la elicele cu pas fix și scăderea presiunii la admisie (boost-ului) la cele cu pas comandat.

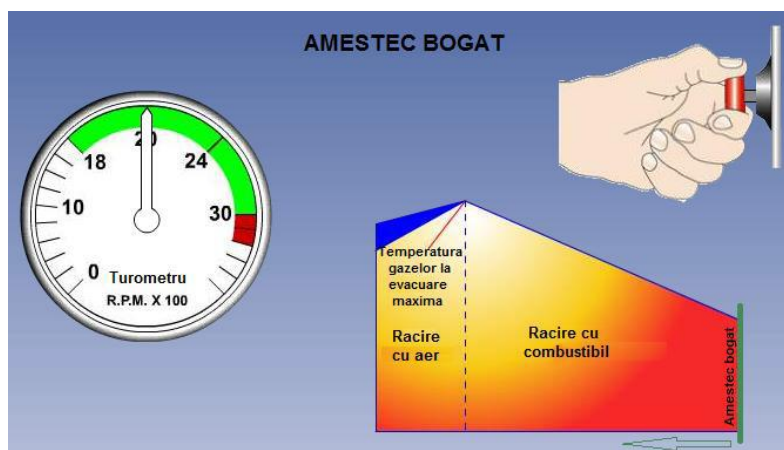
Folosirea controlului amestecului la altitudinea de croazieră

La altitudinea de croazieră și cu regimul de croazieră trebuie avut în vedere sărăcirea amestecului pentru a corecta raportul aer/combustibil, care va conduce la o ardere în cilindri mai eficientă, funcționarea mai bună a motorului (mers regulat, parametri crescuți) și o scădere a consumului. La unele motoare, corectarea amestecului cu altitudinea poate conduce la o scădere a consumului cu peste 25% comparativ cu folosirea manetei de amestec pe bogat, ceea ce înseamnă creșterea razei de acțiune și a duranței.

Maneta de amestec trebuie să fie ușor către bogat în zona amestecului chimic corect, unde puterea de croazieră dezvoltată este sub 75% - croaziera normală pentru majoritatea avioanelor este de cca. 55-65% când se recomandă sărăcirea amestecului.

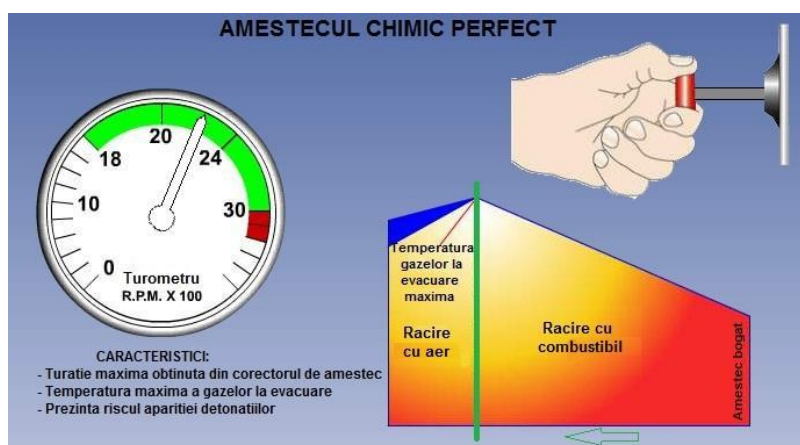
Nota: Peste 5000ft altitudine, un motor ne-supraalimentat nu poate dezvolta mai mult de 75% din puterea pe care o are la regimul maxim continuu, chiar dacă are maneta de gaze în plin.

La regimuri de putere mare (peste 75%), îmbogățirea amestecului este necesară pentru a folosi excesul de combustibil ca agent de răcire. Manualul de zbor al avionului conține informații despre cum se reglează amestecul pentru a se obține cea mai bună putere, precum și cea mai bună economie de combustibil.

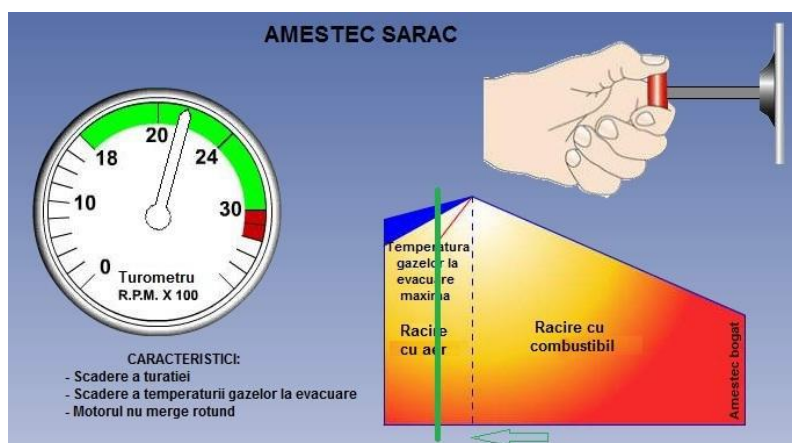


Amestec bogat

Pentru sărăcirea amestecului, vom acționa încet comanda amestecului către sărac. La restabilirea raportului chimic corect de amestec turația (presiunea la admisie) va crește.

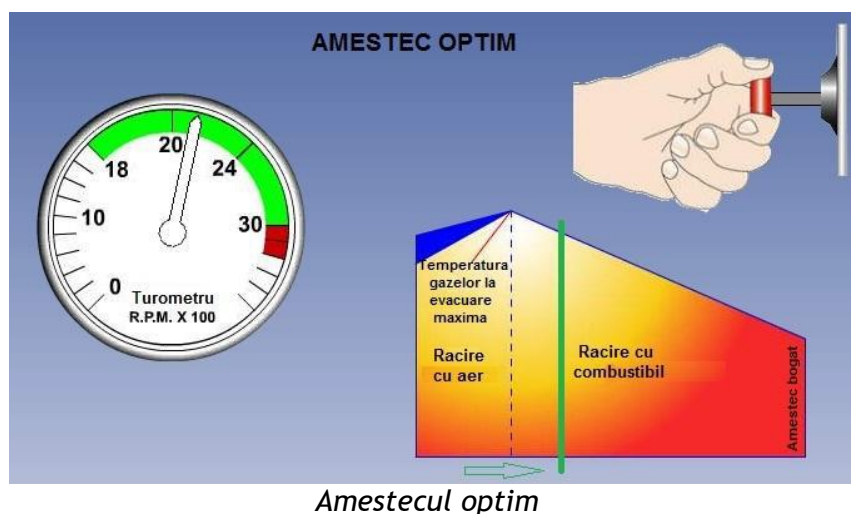


Eventual, dacă amestecul se va sărăci în continuare, turația va scădea, iar motorul va începe să funcționeze ușor neregulat.



Amestec sărac

Maneta de amestec se împinge ușor înainte pentru restabilirea celei mai bune turații, către poziția bogat pentru a ne asigura că motorul funcționează în zona îmbogățita a amestecului chimic corect.



Procedura trebuie repetată dacă altitudinea sau regimul motorului se modifică semnificativ.

Folosirea controlului amestecului în urcare și decolare

La decolare (și aterizare când folosirea regimului de putere maximă este anticipată în eventualitatea unei ratări), maneta de amestec trebuie să fie pe bogat. În această poziție se previn detonațiile, autoaprinderea și supraîncălzirea cilindrilor. Aceste fenomene sunt mai probabile în cazul regimurilor de puteri mari decât la croazieră (55-65% din max.) când se recomandă sărăcirea amestecului.

Amestecuri bogate și sărace

Un amestec supra-îmbogățit va cauza o pierdere de putere, consum mărit de combustibil, ancrasarea bujiilor și formarea de calamină pe capetele pistoanelor și supape. Cantitatea suplimentară de combustibil din amestecul bogat va cauza răcirea cilindrilor prin evaporarea sa - aceasta va absorbi o parte din căldura produsă în camera de ardere. Amestecul sărac va contribui așadar la creșterea temperaturii cilindrilor.

Un amestec excesiv de sărac va cauza creșterea o valorilor temperaturii cilindrilor peste valorile normale, ajungându-se în final la apariția detonațiilor. Când sunt severe, acestea pot avaria foarte rapid motorul. Pilotul se confruntă în acest caz cu scăderea puterii și foarte probabil, curând, cu pierderea motorului. După corectarea amestecului asigurați-vă că temperaturile uleiului și chiulasei sunt în limite normale. E posibil ca stabilizarea acestor temperaturi să dureze câteva minute.

Zborul la altitudini mari

Zborul la altitudini mari unde densitatea aerului este mică poate impune sărăcirea amestecului înainte de decolare. Aerodromurile cu elevație mare sau cele situate la nivelul

mării, dar cu temperaturi apropiate de 40°C necesită atenție la selectarea amestecului înainte de decolare.

Exemplu:

Un aerodrom are cota de 3000ft, QNH 1013mb și temperatura aerului este 34°C. În acest caz altitudinea densimetrică la decolare/aterizare este de 5807ft. Așadar motorul, elicea și avionul în general (portanța generată de aripi) se va comporta similar ca atunci când zborul este efectuat la o altitudine de 5807ft în ISA.

Combustia anormală

Detonația

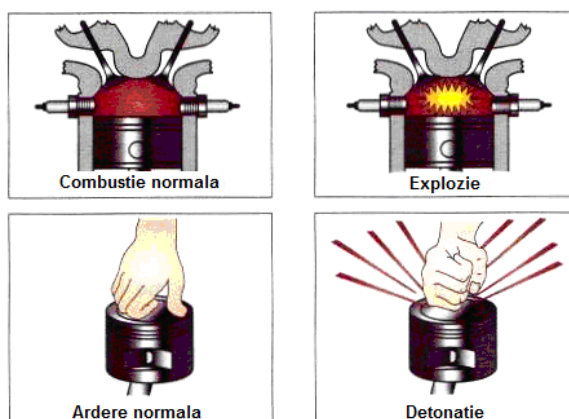
Arderea corectă (progresivă) a amestecului se produce pe măsură ce frontul de flacăra avansează în camera de combustie. Acest fapt produce o creștere a presiunii care deplasează lin pistonul spre PMI în timpul de detentă.

Când gazul este comprimat, se produce o creștere a temperaturii acestuia (se poate simți acest fenomen când se umflă o roata de bicicleta cu pompa de mână). Dacă această creștere a presiunii respectiv a temperaturii este prea mare pentru amestecul din cilindru, atunci arderea nu va fi progresivă ci mai degrabă explozivă (combustie spontană) cu pistonul încă în urcare, în faza de admisie, cu supapele semi-deschise -.

Această creștere explozivă de presiune se numește detonație și poate cauza în cel mai fericit caz o scădere a puterii, iar dacă se va continua fără corectarea condițiilor favorizante apariției acestui fenomen, vor apărea avarii majore ale componentelor motorului (supape și/sau bujii arse, pistoane sparte sau topite, biele strâmbate, arbore cotit rupt, carter, baie de ulei sau chiulasă sparte sparte), urmate foarte probabil de oprirea completă a motorului.

Folosirea unui combustibil cu cifra octanică sub cea recomandată, a unui combustibil expirat în timp, a unei presiuni la admisie prea mari sau a încălzirii exagerate a motorului, pot produce detonații.

Motoarele de aviație sunt proiectate să funcționeze cu reglajul amestecului ușor în zona de bogat (puțin îmbogațit), surplusul de benzină funcționând ca agent de răcire pentru a preveni supraîncălzirea amestecului și pentru a răci pereții cilindrului și camera de ardere prin evaporare.



Dacă se suspectează detonații (prin mers neregulat și temperaturi mari ale cilindrilor), atunci:

- Se va îmbogăți amestecul
- Se va reduce presiunea în cilindri (maneta de gaze redusă ușor)
- Se va crește viteza pentru a ajuta la reducerea temperaturii chiulasei

Autoaprinderea

Autoaprinderea este o ardere progresivă a amestecului, dar momentul începerii sale este înainte de apariția scânteii. Aceasta pre-aprindere poate fi cauzată de un punct (o zonă) supraîncălzit din cilindru (ex. depunere de calamină) care, datorită temperaturii sale, inițiază arderea. Rezultatul este funcționarea neregulată a motorului și o creștere bruscă a temperaturii chiulasei.

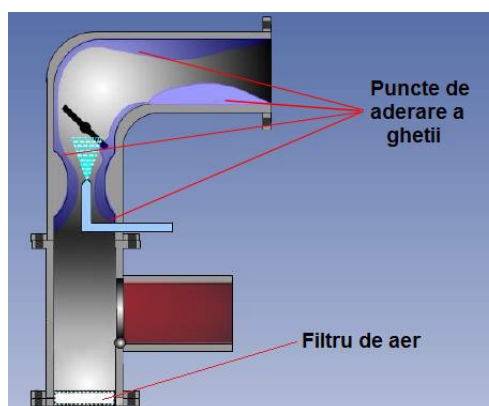
Autoaprinderea poate să apară datorită prezenței calaminei în motor sau la folosirea regimurilor mari de motor, în condițiile unui amestec sărac (fără benzină în exces pentru răcire). Poate să apară doar într-un cilindru care are un “punct fierbinte” (calamină), în timp ce detonația apare în mod normal în toți cilindrii.

Autoaprinderea este un fenomen local care apare la funcționarea în condiții particulare a unui cilindru - detonația pe de altă parte este dată de starea amestecului care este furnizat tuturor cilindrilor. Ambele fenomene pot fi evitate prin folosirea unui combustibil corect și prin observarea limitărilor operaționale ale motorului. Aceste informații sunt furnizate de manualul de zbor al avionului.

Givrajul carburatorului

Acesta este un deranjament funcțional, apărut pe fond meteorologic nefavorabil, având ca efect generarea unui strat de gheață în interiorul carburatorului, strat care împiedică alimentarea cu carburant și care generează, în cele din urmă, oprirea motorului. Fenomenul este favorizat de faptul că, la motoarele prevăzute cu carburator, amestecul aer-benzină se formează într-o zonă de depresiune (difuzor), în care, în condiții de umiditate atmosferică ridicată (peste 60%) și temperaturi relativ scăzute ale carburantului, are loc înghețarea vaporilor de apă prezenți în aerul de admisie. Se folosește, de regulă sintagma givrajul carburatorului, sinonim cu givrare, jivrare sau jivraj.

Givrajul carburatorului



Expansiunea aerului în timpul accelerării sale prin tubul venturi (difuzor) are ca efect scăderea temperaturii acestuia. Chiar și aerul mai cald poate înregistra o scădere sub zero grade Celsius, iar dacă acesta este umed, se poate forma gheață. Acest fenomen poate degrada serios funcționarea motorului, conducând chiar la oprirea acestuia.

Gheața de impact

Acest fenomen apare atunci când picături de apă suprarăcită (cu temperatura sub punctul de îngheț) se ciocnesc de pereții metalici ai galeriei de admisie în carburator, transformându-se instantaneu în gheață (acest fenomen poate să apară atât la sistemele de amestec cu carburator cât și la cele pe injecție).

Gheața de impact poate să apară la temperaturi exterioare cu valori puțin peste sau sub zero Celsius, avionul zboară în nori, ploaie sau aer cețos și dens - umezeală vizibilă - particulele de apă fiind în jurul temperaturii de 0°C, sau dacă suprafețele traiectului de admisie au ele însele se găsesc în acest regim termic (avionul coboară de la înălțime mare - temperatura joasă - la înălțime mică unde aerul are temperatura mai mare și este umed).

Gheața de depunere (datorită vaporizării benzinei)

Acest tip de gheață se formează în zona în care jetul de benzină este pulverizat în curentul de aer (difuzorul carburatorului), unde benzina se vaporizează cauzând o reducere substanțială a temperaturii sale din cauza căldurii latente absorbite în timpul vaporizării.

Dacă temperatura amestecului scade în intervalul 0°C și -8°C, apa va precipita în aer (dacă acesta este umed) și va îngheța pe orice suprafață pe care o va întâlni (pereții difuzorului și clapeta de admisie). Acest fapt va produce o diminuare serioasă a debitului de aer la admisie și implicit va influența negativ puterea dezvoltată de motor (în sensul scăderii acesteia).

Gheața de depunere poate să apară chiar în condițiile în care temperatura exterioară este mult deasupra punctului de îngheț (+20°C ÷ +30°C) dacă umiditatea relativă a aerului este de peste 50%.

În unele texte de referință, gheața de depunere mai este numită gheață de refrigerare (refrigeration icing), deoarece este cauzată de vaporizarea unui lichid - același proces care este utilizat la majoritatea frigiderelor.

Depunerea de gheață pe clapeta de admisie

Datorită accelerării amestecului la trecerea pe lângă clapeta de admisie, se produce o scădere a presiunii statice și, în consecință, o scădere a temperaturii acestuia. Acest proces poate cauza depuneri de gheață pe clapeta de admisie. Accelerarea și implicit scăderea temperaturii au valori maxime la deschideri mici ale clapetei, deoarece aceasta restricționează debitul de aer pentru obținerea regimurilor de putere aferente, determinând o scădere substanțială a presiunii.

Prin urmare, este foarte probabilă apariția gheții la carburator la regimuri reduse ale manetei de gaze, de exemplu la coborâre unde se folosește un regim redus de putere.

Nota: Nu este necesar ca umiditatea aerului să fie vizibilă pentru ca apariția acestui tip de gheață să fie posibilă.

Apariția gheții la carburator

Ambele tipuri de gheață descrise anterior pot să apară când temperatura exterioară a aerului este mare. Datorită expansiunii (scăderii presiunii statice), apare scăderea temperaturii-până la limita de îngheț - iar faptul că suntem la altitudini mici și sunt +25°C nu înseamnă că nu este posibilă apariția gheții la carburator. Dacă umiditatea este mare, aceasta se poate forma ușor.

Toate aceste tipuri de gheață au un efect major asupra funcționării motorului. Sunt alterate mărimea și forma pasajelor (canalizațiilor) carburatorului, curgerea aerului este perturbată, raportul de amestec este afectat, conducând la o funcționare defectuoasă, la scăderea puterii și chiar oprirea motorului dacă nu se iau măsuri corective prompte.

Simptomele tipice ale apariției gheții la carburator sunt:

- a. scăderea puterii (scăderea turației la motoarele cu elice cu pas fix, respectiv scăderea presiunii la admisie la cele dotate cu elice cu pas constant), având ca efect scăderea performanțelor - scăderea vitezei sau o rată mai mică de urcare.
- b. funcționarea defectuoasă.

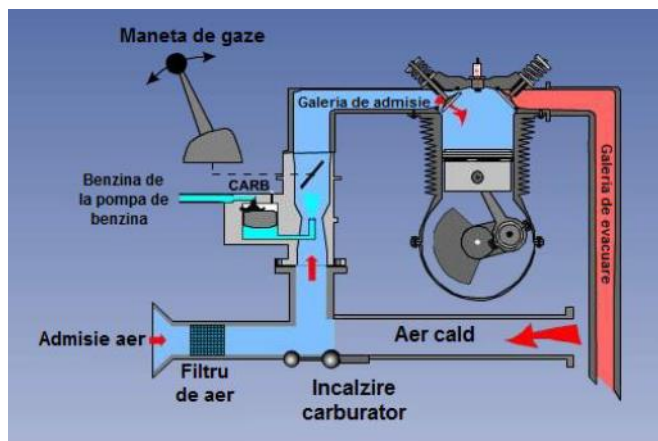
Încălzirea carburatorului

Majoritatea avioanelor moderne au un sistem de încălzire a carburatorului pentru evitarea apariției gheții. Aceasta presupune în mod uzual trecerea aerului de admisie peste galeria de evacuare a motorului. Când acesta se încălzește, densitatea sa va scădea, iar efectul imediat al încălzirii aerului va fi scăderea puterii motorului (manifestată prin scăderea turației sau a boost-ului) - posibil cu până la 10-20%.

Comanda încălzirii carburatorului este de obicei poziționată lângă maneta de gaze. Prin acționarea ei complet în față, aerul din galeria de admisie în carburator va fi încălzit. Uzual, dacă se suspectează apariția gheții în carburator, se cuplează maneta de încălzire a aerului. La trecerea aerului încălzit prin tubul venturi (difuzor), gheața va fi topită.

E posibilă apariția temporară a unei funcționări neregulate a motorului pe măsură ce gheața formată este topită și aspirată în cilindri, dar aceasta va dispărea repede. Curățarea gheții din carburator va permite funcționarea mai bună a motorului și creșterea puterii manifestată prin creșterea turației (sau a boost-ului) pe măsură ce gheața dispăre. Inițial, prima reacție va fi de scădere a turației (sau a boost-ului) datorită scăderii densității cauzate de încălzirea aerului, urmată rapid de creșterea parametrilor susmenționați datorită curățării gheții. Ulterior, încălzirea carburatorului poate fi redusă și chiar oprită pentru a se reveni la funcționarea normală.

Dacă gheața se formează din nou, operațiunea se va repeta. După aceasta se poate păstra maneta de încălzire undeva la jumătate din cursă pentru a preveni formarea în continuare a gheții. Dacă poziția selectată nu este suficientă, operațiunea se repetă și se păstrează maneta de încălzire poziționată mai în față (spre cald). În anumite condiții atmosferice, este posibilă necesitatea păstrării manetei de încălzire în poziția maximă.



Sistemul de încălzire al carburatorului

Încălzirea carburatorului la coborâre și apropiere

La coborârea cu regim redus al motorului și în apropierea aterizării, în special în condiții de umiditate crescută (ex. în zone de coastă) este bine să cuplăm încălzirea carburatorului pentru a diminua riscul de apariție a givrajului.

Deschiderea mică a clapetei de admisie mărește șansa formării gheții (în special în zona acesteia). Apoi, în faza finală a aterizării, maneta de încălzire se decuplează (închide) pentru eventualitatea unei ratări a aterizării (când este nevoie de puterea maxima).

Unele avioane au în dotare un indicator al temperaturii aerului în carburator care poate fi folosit pentru a menține temperatura acestuia în afara ecartului de îngheț.

Încălzirea carburatorului la sol

Este de evitat cuplarea încălzirii aerului la carburator la sol (în afară verificărilor premergătoare decolării), deoarece aerul este preluat din zona galeriei de evacuare și nu este filtrat și poate conduce la înghețarea de praf sau impurități în carburator și motor, cu efecte nefaste pentru acesta. Din acest motiv, verificarea încălzirii carburatorului înainte de decolare se va face pe o suprafață curată a solului.

Verificarea presupune:

- cuplarea completă a încălzirii carburatorului și observarea timp de 5 secunde a turației (boost-ului),
- readucerea manetei de încălzire înapoi în pragul de minim și verificarea faptului ca turația revine la valoarea inițială.

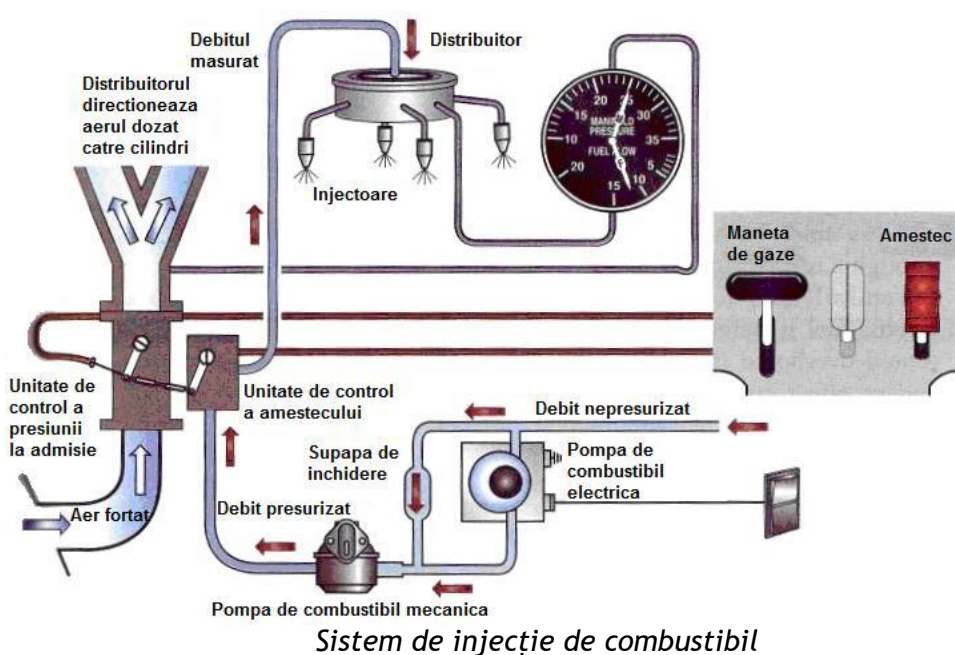
Daca turația revine la o valoare semnificativ mai mare decât cea de dinaintea cuplării încălzirii, înseamnă că gheața a fost prezentă, iar în timpul încercării a fost cel puțin parțial topită; repetați procedura până când toată gheața se topește, având grija să nu se formeze din nou înainte de decolare.

Sistemul de injecție a combustibilului

Motoarele mai sofisticate au benzina dozată direct în galeria de admisie și apoi în cilindri fără a se folosi un carburator. Aceasta se numește injecția de combustibil.

Un sistem venturi este folosit de asemenea pentru a sesiza diferența de presiune. Acesta este cuplat cu unitatea de control al combustibilului (FCU-fuel control unit), de la care combustibilul dozat este trimis către distribuitor. De aici, combustibilul este canalizat separat prin rampele de combustibil către fiecare cilindru individual unde, prin injectoare, este introdus fie prin capul cilindrului direct în camera de ardere, fie indirect în zona premergătoare supapei de admisie.

Controlul amestecului la acest sistem comandă, de asemenea, și oprirea motorului la ralanti.



Sistem de injecție de combustibil

Prin sistemul de injecție de combustibil, fiecare cilindru poate fi alimentat cu amestecul corect prin circuite separate de alimentare (spre deosebire de sistemul cu carburator unde toți cilindrii erau alimentați cu același amestec).

Avantajele sistemului de injecție cu benzină:

- dispariția fenomenului de gheață de depunere (prin dispariția condițiilor de formare)
- alimentarea mai uniformă cu amestec carburant a cilindrilor
- controlul îmbunătățit al raportului de amestec
- simplitatea în exploatare
- accelerarea instantanee a motorului după ralanti cu dispariția tendinței de oprire la acționarea bruscă a manetei (repriză mult mai bună)

- f. creșterea randamentului motorului.

Dezavantajele sistemului de injecție:

- a. pornirea motorului cu sistem de injecție la cald poate fi dificilă din cauza apariției vaporilor de benzină în rampe. Pompele electrice suplimentare (dacă sunt prevăzute) vor crea presiunea necesară în sistem, înlăturând astfel acest neajuns.
- b. rampele de combustibil fiind foarte subțiri, sistemul este mult mai susceptibil la blocare cu impurități (praf, apă).
- c. combustibilul în exces trece printr-o conductă de retur care poate fi direcționată către unul din rezervoare. Dacă pilotul nu ține cont de acest aspect, poate pierde combustibil prin preaplinul rezervorului respectiv (în cazul umplerii acestuia), fie cel puțin o distribuție dezechilibrată (asimetrică) a combustibilului în rezervoare având ca efect modificarea centrului de greutate și deci a stabilității avionului.

Combustibili de aviație

Cel mai important este să vă asigurați că alimentați cu tipul corect de combustibil. Benzina de aviație (Avgas) este necesară pentru motoarele cu piston și petrolul de aviație (kerosenul - Avtur) pentru motoarele turboreactor (jet-uri). Kerosenul are culoarea paiului și are un miros distinctiv.

Verificați pentru identificare înainte de alimentarea aeronavei marcajele pe culori specifice fiecărui tip de combustibil, de pe sistemele de alimentare cu combustibil pentru a vă asigura că este cel dorit. Sistemele de alimentare Avtur sunt marcate cu negru, iar cele care conțin combustibil Avgas, cu roșu.

6.2.10. Tipuri de combustibili

Benzina de aviație AVGAS

Are caracteristici diferite pentru a satisface cerințele diferitelor tipuri de motoare cu piston - unele cu performanțe mai ridicate și altele cu performanțe mai scăzute. Aceste diferențe de caracteristici ale benzinei Avgas sunt codate pe culori pentru a ajuta la identificarea corectă a combustibilului. Cel normal, pentru avioanele ușoare este 100LL care este colorată albastru.

Combustibilul trebuie să aibă calitate anti-detonare (antișoc) care sunt date de valoarea cifrei octanice sau cifrei de performanță. Cu cât cifra octanică este mai mare (rezistența la detonație mai mare), cu atât este mai mare raportul de comprimare pe care amestecul carburant îl poate dezvolta fără să detoneze. Tetraetilul de plumb este adăugat la combustibilii cu cifră octanică mai mare pentru a le îmbunătăți calitățile anti-detonare.

Cifra de performanță mai ridicată indică puterea posibilă (prin comparație cu combustibilul de referință standard) înainte ca un amestec bogat să detoneze, iar cifra mai scăzută indică puterea posibilă înainte ca același combustibil fără plumb să detoneze. Anumite motoare necesită un combustibil anume - asigurați-vă că știți care este acesta - și folosiți-l. De asemenea, asigurați-vă că veți alimenta cu același tip de combustibil care se află deja în rezervoare.

Dacă este folosit combustibil cu cifră octanică mai mică decât cel specificat, sau un combustibil care este expirat, este posibil ca detonarea să apară, îndeosebi la setări de puteri ridicate, cu o pierdere de putere în consecință și posibile daune ale motorului.

Dacă este folosit combustibil cu o cifră octanică mai mare decât cel specificat, bujiile, supapele de evacuare și zonele de etanșare ar putea fi erodate (arse) de temperatura mai ridicată a gazelor de evacuare rezultate în urma arderii.

Benzina auto MOGAS

MoGas este un combustibil produs de serie cu anumite specificații și calitate; folosirea benzinei auto - MoGas la motoarele de aviație trebuie făcută cu precauție.

Benzina de aviație (AvGas) se fabrică având un control riguros al calității. Combustibilul motor obișnuit, de la stațiile de alimentare auto, nu are un asemenea control al calității, nu este livrat în serii, și nu i se verifică puritatea. De asemenea, are caracteristici diferite de ardere față de Avgas.

La un motor de aviație, benzina auto generează puteri scăzute, deteriorarea bujiilor și o foarte mare posibilitate de apariție a detonațiilor. De asemenea, benzina auto-MoGas este mai volatilă (tensiunea de vapori Reid mare) decât benzina cea de aviație. Avgas poate genera dopuri de vapori în sistemul de alimentare al aeronavei, sărăcindu-i amestecul (rezultă temperaturi la chiulasă mari) ajungându-se chiar la oprirea motorului la temperaturi ale mediului ambiant ridicate ($>28^{\circ}\text{C}$). Într-un motor de avion, acest tip de combustibil ar genera o producție scăzută de energie, și posibilitatea serioasă de detonare.

Calitatea combustibilului

Combustibilul care urmează să fie alimentat în aeronavă trebuie mai întâi verificat de orice contaminare. Cel mai des întâlnită impuritate este apa. La rezervoarele de stocare la sol a combustibilului, la cisternele pentru alimentare cât și la aeronavele care au staționat mai mult timp, trebuie să se facă o operațiune de decantare din punctul cel mai de jos al sistemului înainte de a alimenta aeronava cu combustibil proaspăt.

În mod natural combustibilul conține o cantitate mică de apă. Această poate condensa odată cu scăderea temperaturii, contaminând sistemul de combustibil și rezultând o pierdere de putere a motorului. O cantitate de apă mai mare, care dacă este introdusă într-un cilindru al motorului, întrerupe procesul de combustie și poate genera oprirea motorului.

Apa poate de asemenea bloca trecerea combustibilului în carburator prin formarea unor dopuri de apă, întrerupând astfel funcționarea motorului.

Există procedee de testare a combustibilului care reacționează când apa este prezentă; responsabilul privind calitatea combustibilului le va folosi în mod regulat pentru a garanta puritatea combustibilului în rezervoarele de stocare de la sol.

Condensul și impuritățile

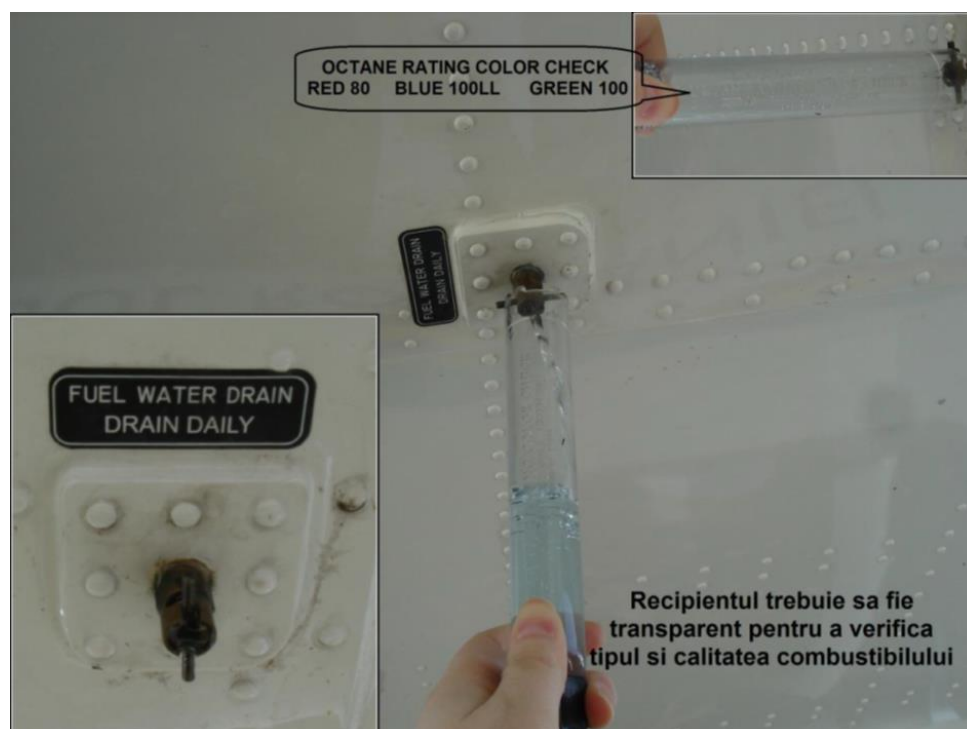
Există de obicei o scădere a temperaturii aerului peste noapte, iar în cazul în care cantitatea aerului în rezervoarele de combustibil ale avionului este mare (adică dacă rezervoarele sunt aproape goale), pereții rezervorului de combustibil se vor răci și va exista mult mai mult condens decât dacă rezervoarele ar fi pline cu combustibil. Dacă rezervoarele sunt ținute pline și avionul nu este folosit câteva zile, iar în timpul nopții sunt așteptate temperaturi scăzute, aceasta va duce la micșorarea condensului.

Dezavantajele realimentării cu combustibil de la o zi la alta includ:

- dacă avionul are o restricție de greutate la decolare în ziua următoare, va trebui să se scoată o cantitate de combustibil pentru a reduce greutatea sau pentru a se încadra în limitele de centraj.
- Dacă rezervoarele sunt pline și temperatura crește, combustibilul se va dilata și probabil va curge din rezervor prin conductele de supra-plin sau aerisire. Aceasta ar putea reprezenta risc de incendiu.

Pot exista și alte impurități pe lângă apa. Rugina, nisipul, praful și micro-organismele pot cauza probleme asemănătoare. Filtrarea sau limpezirea combustibilului ar trebui să indice prezența acestora și trebuie să fie îndepărtate înainte de realimentare.

Trebuie acordată atenție sporită la realimentare. Întotdeauna să verificați combustibilul pentru detectarea apei și impurităților, tipul de combustibil să fie corect, iar buletinul de analiză să se afle în termen de valabilitate. Combustibilul trebuie filtrat înainte sau în timpul alimentării.



Supapele de drenaj se află în punctul cel mai de jos al rezervoarelor

Apa în rezervoarele de combustibil

Apa, fiind mai densă decât combustibilul, va avea tendința de a se aduna în punctele situate cel mai jos în sistemul de alimentare cu combustibil al aeronavei. Atunci când în rezervoarele avionului există o cantitate mică de combustibil, trebuie decantată regulat de la fiecare rezervor și de la supapa de decantare a combustibilului pentru a o verifica de impurități, îndeosebi apa care se va depune pe fundul paharului folosit special pentru decantare.

Supapele de decantare ale combustibilului sunt de obicei supape cu închidere prin resort și există una (sau mai multe) la baza fiecărui rezervor de combustibil. Filtrul cu sită (filtrul brut) al combustibilului se găsește în cel mai de jos punct din întregul sistem de combustibil.

În termeni generali, dacă o cantitate mare de apă a fost găsită în rezervoare, acțiunile imediate ar trebui să includă următoarele:

- a. va fi informat mecanicul/inginerul de sol;
- b. se vor drena rezervoarele până când toată apa a fost scoasă;
- c. se va balansa aripa pentru a permite apei să graviteze către decantorul de apă;
- d. se va drena mai mult combustibil și verificați dacă există apă la toate punctele de decantare.

Managementul combustibilului

Avionul trebuie alimentat cu tipul corect de combustibil, cu cifra octanică potrivită și nu conține impurități.

Înainte de zbor este imperios necesar să ne asigurăm că la bord se află combustibil suficient pentru misiunea planificată, precum și rezerva adecvată. Nu trebuie să ne bazăm doar pe indicația litrometrelor deoarece aceasta poate fi eronată. Calculați combustibilul necesar, inspectați vizual și măsurați combustibilul care se afla la bord înainte de zbor. Trebuie ținut cont că o parte din combustibilul din rezervoare nu va putea fi folosit.

Se va face o decantare a combustibilului dacă este necesar sau dacă există un indiciu al existenței oricărui contaminant.

Ne vom asigura că nu există scurgeri, că bușoanele de combustibil sunt strânse și că aerisirile rezervoarelor sunt libere și neobstrucționate. Bușoanele rezervoarelor de combustibil se află de obicei pe partea superioară a aripii, care este o zonă cu presiune scăzută în zborul normal. Combustibilul va fi evacuat prin sifonare foarte repede în timpul zborului dacă bușonul rezervorului nu este securizat. Acest fapt este îndeosebi important la avioanele cu aripa sus, unde bușonul rezervorului nu este vizibil de la sol sau în timpul zborului.. Trebuie să fim familiarizați și să urmărim instrucțiunile recomandate în manualul de zbor.

Trebuie cunoscute elementele și poziția elementelor constitutive ale sistemului de combustibil, îndeosebi funcționarea robinetului (valvelor) de selectare a rezervoarelor. Când selectați un rezervor nou, asigurați-vă ca robinetul (valva) selectorului este mutată ferm în poziția corectă.

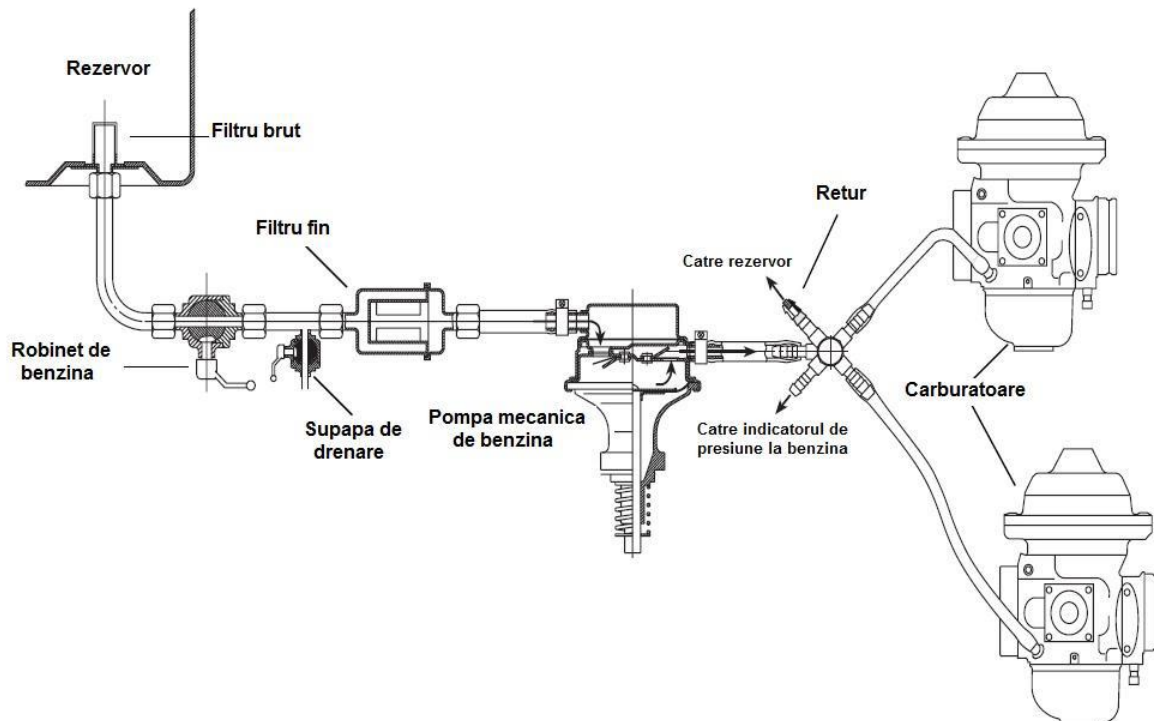
Nu se vor schimba rezervoarele dacă nu este imperios necesar exact înainte de decolării sau aterizării, aceasta putând să conducă la întreruperi la alimentare. Dacă este posibil, se va verifica înainte de decolare dacă combustibilul este tras din rezervorul adecvat. Dacă alimentarea este posibilă din mai multe rezervoare simultan, aceasta este de obicei de preferat pentru operațiuni în apropierea solului. Dacă aeronava este prevăzută cu pompe de supra-alimentare, se recomandă în general folosirea acestora pe timpul decolării și aterizării.

Când se va schimba robinetul de pe un rezervor pe altul, se va verifica dacă există intr-adevăr combustibil în rezervorul care urmează să fie selectat, cuplând și pompa auxiliară electrică. În acest interval se va monitoriza indicația aparatului de presiune a combustibilului pe timpul operațiunii și după transfer.

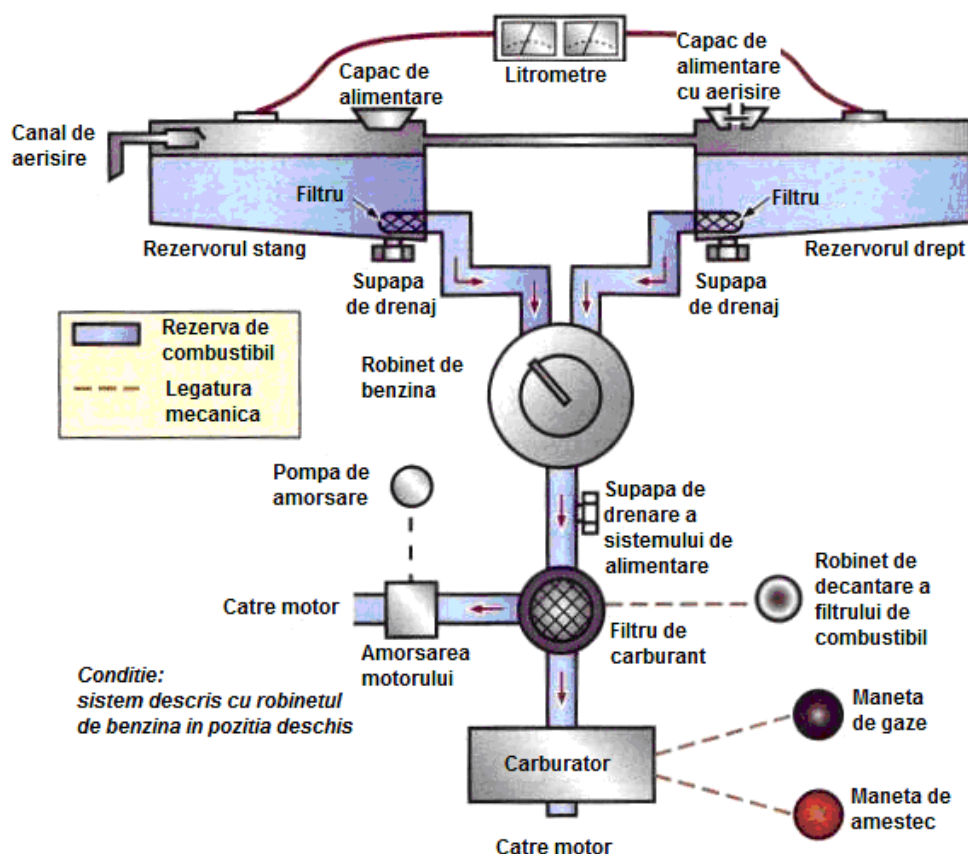
Sistemul de combustibil

Funcția sistemului de combustibil este aceea de a-l stoca și trimite la carburator sau la sistemul de injecție în cantități adecvate și la presiunile corespunzătoare. El trebuie să ofere o curgere continuă de combustibil la presiune pozitivă în toate condițiile de zbor, care cuprind:

- modificarea altitudinii de zbor;
- schimbarea atitudinii (poziției) avionului în spațiu;
- accelerarea bruscă;
- decelerarea motorului.



Sistem de alimentare motor Rotax 912



Sistem de combustibil

Rezervoarele de combustibil

Combustibilul este stocat în incinte etanșe-rezervoare- care sunt de obicei instalate în aripi. Un sistem de colectare și drenare aflat în punctul cel mai de jos al fiecărui rezervor permite unor impurități grele, precum apa, să se adune, să fie drenate și inspectate. Rezervoarele adesea conțin deflectoare (pentru menținerea combustibilului în zona sorbului cât mai mult posibil) pentru a preveni curgerea intermitentă a combustibilului în zbor - îndeosebi la schimbările mari de altitudine sau pe durata zborului în condiții de turbulență.

Conducta de alimentare cu combustibil este poziționată mai sus decât zona de colectare și drenaj pentru a se evita ca orice impurități (apă sau reziduri lichide) să ajungă în carburator, înaintea acestuia fiind prevăzut și un filtru de combustibil pentru a reține orice cantitate oricât de mică de impurități. Deoarece conducta de alimentare a motorului nu este exact în cel mai de jos punct rezervorului, va exista întotdeauna combustibil neutilizabil în rezervoare.

Partea de sus a rezervorului de combustibil este prevăzută cu o conductă de aerisire pentru a permite presiunii atmosferice să se egalizeze cu cea din rezervor pe măsură ce altitudinea se schimbă și combustibilul este consumat. Orice presiune redusă (datorată unei aerisiri insuficiente) în rezervor ar putea reduce rata de curgere a combustibilului către motor și poate de asemenea face ca rezervoarele de combustibil să se deformeze spre interior (fenomenul este denumit "cavitatie"). Sistemul de aerisire al rezervoarelor de combustibil trebuie verificat la inspecția externă de dinaintea zborului pentru a ne asigura că nu există blocaje sau deteriorări. O conductă de aerisire a unui rezervor de

combustibil blocată, în timpul zborului va împiedica aerul să intre și să iasă din acesta, iar acest lucru ar putea îngreuna sau chiar împiedica combustibilul de a fi tras de pompa de combustibil din rezervor spre carburator și motor.

O drenare a surplusului de combustibil previne formarea presiunii în exces dacă volumul acestuia crește din cauza că rezervoarele pline au fost încălzite de soare.

Un avion cu aripa sus (parasol), cu rezervoarele în aripi va permite în general combustibilului să ajungă gravitațional la carburator, fără să fie nevoie de vreo pompă de combustibil. Dacă alimentarea se face printr-un sistem de injecție, pentru asigurarea aportului necesar de combustibil, în mod deosebit la decolare și aterizare, este necesară o pompă auxiliară (suplimentară) acționată electric.

La avioanele cu aripă joasă, rezervoarele fiind mai jos decât motorul, au nevoie de o pompă de combustibil pentru a ridica combustibilul la carburator. Înainte de pornirea motorului, o pompă suplimentară electrică (auxiliară) este folosită pentru a amorsa sistemul de combustibil prin aducerea sa la presiunea nominală și pentru a epura vaporii existenți care pot provoca blocaje pe conducte (în special în zilele călduroase). Odată ce motorul este pornit, pompa mecanică acționată de motor, intră în funcțiune. Funcționarea corectă a pompei poate fi monitorizată cu ajutorul unui indicator de presiune a combustibilului.

În mod normal pompa electrică de combustibil va fi cuplată pentru manevre critice precum decolarea, aterizarea și zborul la înălțimi mici, pentru a se evita întreruperea alimentării în cazul defectării pompei mecanice, fapt care ar duce în mod inevitabil la o pană de motor.

Este important, îndeosebi la avioanele cu aripi joase, având combustibilul transportat în rezervoare mai jos decât nivelul motorului, ca supapa de drenare (decantare) a combustibilului să fie verificată ca fiind pe poziția închis în timpul și după inspecția externă de dinaintea zborului. Dacă nu este închisă, pompa de combustibil acționată de motor este posibil să nu fie capabilă să asigure suficient debitul necesar de combustibil (trăgând în schimb aer), iar motorul poate rămâne fără alimentare.

Același fenomen poate apărea și în cazul oricărei neatențită a sistemului de combustibil.

Pornirea motoarelor pe injecție, respectiv carburator La motoarele cu injecție, pornirea este uneori mai dificilă decât la cele cu carburator. Aceste sisteme de alimentare cu combustibil au uneori prevăzute modalități de amorsare manuală a întregului sistem. De asemenea pentru a facilita pornirea prin îmbogățirea suplimentară a amestecului în momentul pornirii, pilotul are la îndemână o pompă de injecție manuală comandată din cabină care are rolul de a pulveriza combustibil direct în cilindri atunci când este acționată.

Maneta de comandă a acestei pompe suplimentare de injecție trebuie să fie pe poziția închis în timpul zborului pentru a evita ca orice exces de combustibil să fie tras în cilindri, îndeosebi la setări joase ale puterii. Aceasta ar putea opri motorul din cauza amestecului prea bogat.

Selectarea rezervorului de combustibil

O conductă de combustibil va merge de la fiecare rezervor la un robinet selector aflat în cabină, pe care pilotul îl folosește pentru a comuta sursa de alimentare cu combustibil sau pentru a o opri complet. O selecție incorectă de către acesta poate duce la incidente grave, chiar la accidente, așadar trebuie citit cu atenție sporită acea secțiune din manualul de zbor al fiecărui tip de avion în parte care descrie exploatarea și funcționarea sistemului de alimentare cu combustibil.

Este de preferat ca atunci când schimbați poziția robinetului de combustibil de pe un rezervor pe altul, să se cupleze pompa auxiliară electrică pentru a menține presiunea combustibilului la carburator și de asemenea trebuie monitorizată presiunea acestuia pe timpul și după efectuarea schimbării.

Orice pierdere de putere bruscă și/sau neașteptată ar trebui să fie privită imediat ca având două cauze posibile:

- a. lipsa de combustibil la motor;
- b. givrajul carburatorului.

Dacă respectiva cauză este selectarea incorectă a rezervorului de combustibil sau oprirea accidentală alimentării, acțiunile voastre ar trebui să includă:

- a. tragerea manetei de gaze la minim (pentru a evita o supraturarea bruscă la eventuala repornire a motorului);
- b. setarea controlului de amestec pe complet bogat;
- c. cuplarea pompei electrice (auxiliare) de combustibil;
- d. verificarea poziției robinetului selector de consum al combustibilului.

Dacă problema motorului este givrajul carburatorului, atunci trebuie cuplată încălzirea acestuia la maxim.

Pompe auxiliare de combustibil

Motivele pentru instalarea pompelor de combustibil electrice sunt:

- a. furnizarea de combustibil la presiunea cerută de carburator sau de unitatea de dozare a combustibilului (sistem de injecție);
- b. eliminarea de pe conducte a vaporilor de combustibil;
- c. pregătirea cilindrilor pentru pornire;
- d. alimentarea cu combustibil dacă pompa principală acționată de motor nu funcționează.

Dacă o pompă electrică de combustibil este prevăzută în sistemul de alimentare, în mod normal variația presiunii combustibilului la cuplarea și pe timpul funcționării acesteia va fi urmărită cu ajutorul ceasului indicator de presiune dedicat.



Litrometrul de combustibil

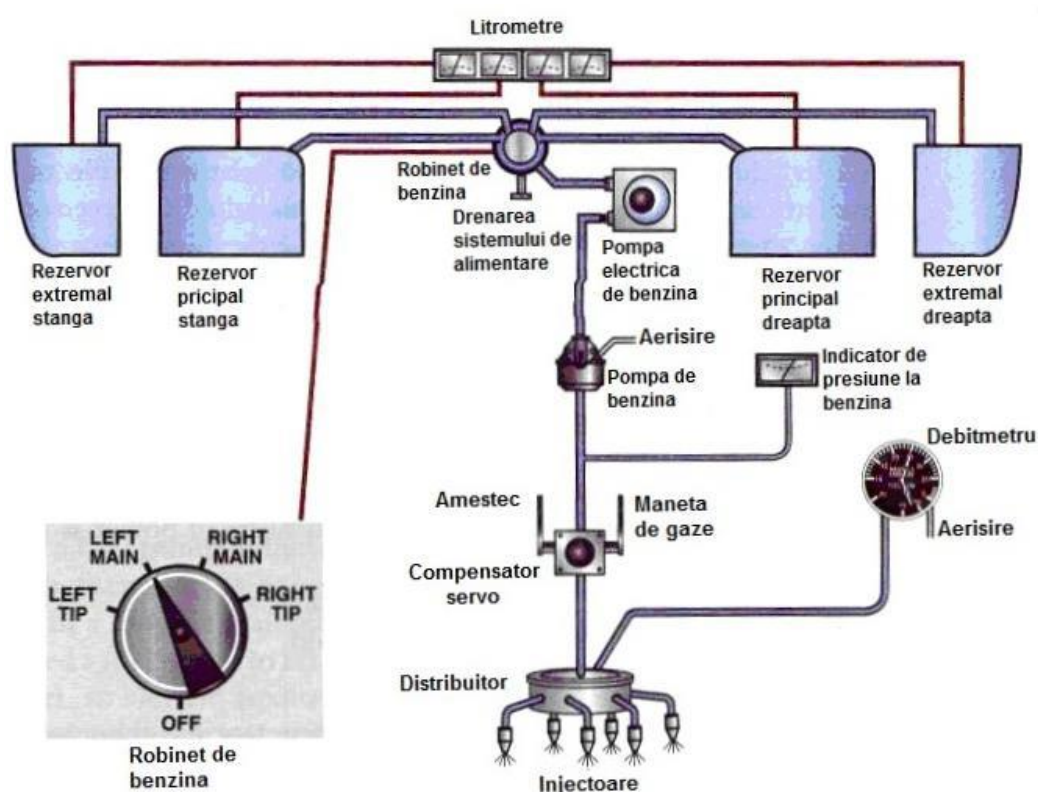
Majoritatea avioanelor au aparate indicatoare ale nivelului de combustibil (litrometre), care pot fi electrice sau cu citire directă. Un pilot responsabil trebuie să aibă în vedere faptul că aceste aparate pot furniza indicații greșite, îndeosebi atunci când avionul nu este în zbor rectiliniu la orizontală și să fie capabil să estimeze cantitatea de carburant și implicit rezerva de zbor bazându-se pe cunoașterea consumului de combustibil pentru diferite regimuri de exploatare ale motorului.

Întotdeauna trebuie cercetat vizual conținutul rezervoarelor de combustibil în timpul inspecției externe (conform check-list-ului) de dinaintea zborului, îndepărtând bușonul de combustibil și folosind o tijă pentru măsurat nivelul din interiorul rezervorului, se verifica conținutul acestuia. La final bușonul trebuie fixat bine pentru siguranță.

Rata de consum a combustibilului specificată în manualul de zbor al aeronavei este corectă pentru o anumită compoziție a amestecului, care dacă nu are loc, ar putea duce la o creștere a consumului de carburant cu până la 20% mai mult, iar litrometrele de combustibil indica cu mult mai puțin decât ne-am aștepta.

Realimentarea cu combustibil

Pentru siguranță în timpul realimentării cu combustibil, avionul ar trebui parcat departe de alte aeronave și clădiri, motorul trebuie oprit și contactele tăiate. Locația echipamentului de stingere a incendiilor trebuie cunoscută în caz de necesitate. Fumatul este interzis pe o rază de min. 50 m în zona de alimentare a aeronavei.

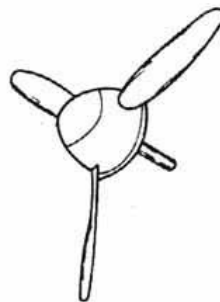


Pentru a preveni posibilitatea unei apariții de scântei de energie statică care ar putea aprinde vaporii de combustibil, trebuie să se conecteze fire de împământare între avion, echipamentul de realimentare cu combustibil și sol pentru a ne asigura ca se află la același potențial electric. Acest lucru trebuie făcut înainte de a îndepărta bușonul de combustibil, când vaporii de combustibil vor fi eliberați în atmosferă.

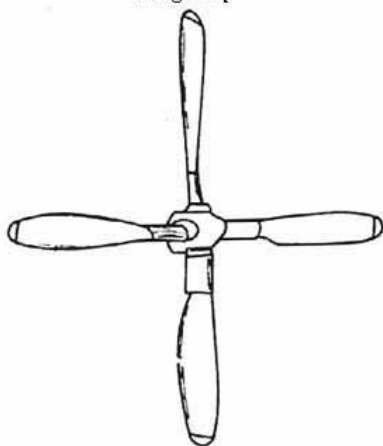
7. Elicea



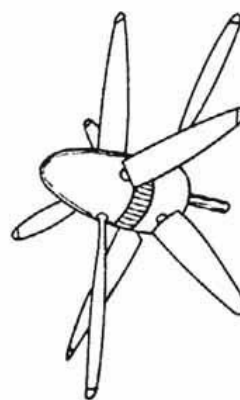
Two-bladed propeller on
Beagle Pup



Three-bladed propeller on
Me-109G



Four-bladed propeller on
B-29



Eight-bladed contra-rotating propellers
on Antonov AN-22

Motorul furnizează cai-putere la arborele cotit (vibrochen) - (putere brută) - brake horsepower. Elicea convertește puterea brută în cai putere efectivi (lucru mecanic de propulsie) thrust horsepower.

Elicea (cuvânt provenit din limba greacă - helix- desemnând o mișcare în "spirală") este un mijloc de propulsie care realizează deplasarea unei aeronave prin rotirea unor pale amplasate radial în jurul axei sale longitudinale. Prin mișcarea sa de rotație, ia naștere energia de propulsie care imprimată curentului de aer produce forțe care crează impulsul - tractiv sau propulsiv- necesar pentru zborul avionului prin aer sau rulajul la sol.



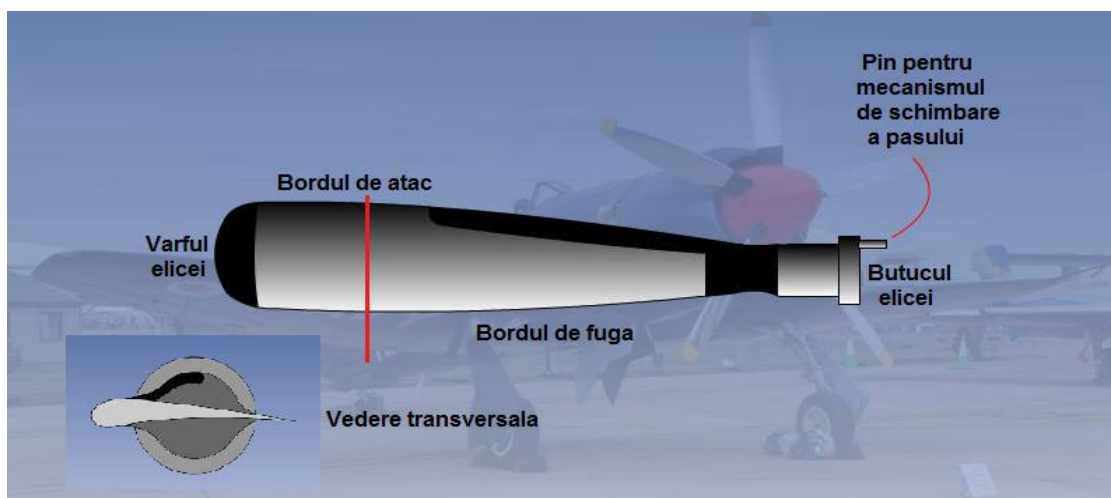
Elice bială

7.2. Principiu de funcționare



Palele elicei sunt amplasate de așa manieră, încât produc prin rotație unde asimetrice în fluidul prin care trec (aer sau apă). Astfel iau naștere forțe de presiune și absorbție care determină, la rândul lor, formarea unui curent în mediul respectiv.

Fiecare pală a elicei contribuie la acest efect motric de propulsie. Efectul se poate observa la toate ambarcațiunile cu motor, vehicule cu pernă de aer, avioane, elicoptere. O elice, după principiul de funcționare, este inversul turbinei, prin faptul că cedează energie mediului înconjurător, în timp ce turbina preia energia potențială din mediul înconjurător. Lățimea palelor unei elicei este aleasă în funcție de unghiul lor de amplasare pe axa elicei, dar și în funcție de viteza de rotație a acesteia.

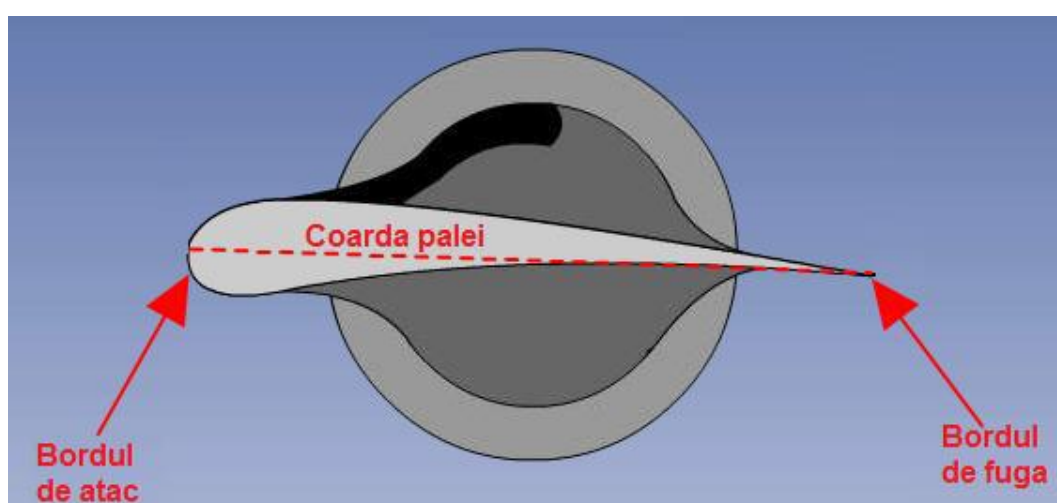


Elementele elicei

Palele au de obicei un profil (din cuvântul latin fillum = fir) sau contur curbat, o față fiind convexă obligând astfel fluidul să urmeze o cale mai lungă, iar pe partea opusă concavă cu un drum de parcurs mai scurt. Această construcție va genera o diferență de viteză între cele două fețe creându-se un efect de sorb, intensitatea acestuia putând fi reglată prin modificarea vitezei de deplasare și/sau de rotație, sau prin modificarea poziției palelor elicei față de axul de rotație.

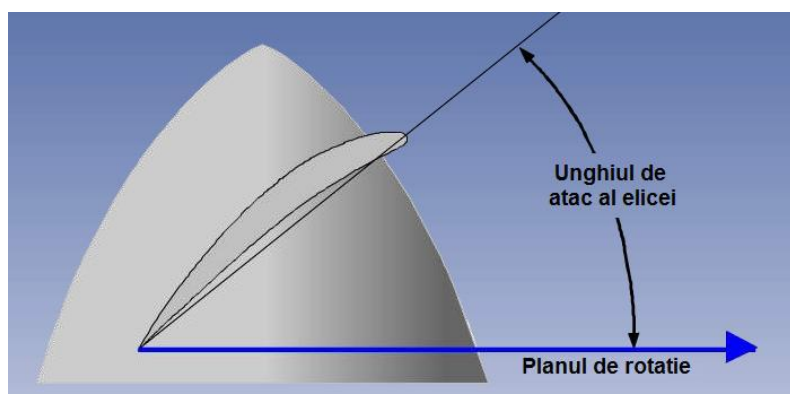
Asemănător unei aripi, o pală de elice are o încastrare și un vârf, un bord de atac și unul de fugă, o secțiune transversală convențională, a cărei coardă unește cele două extremități mai-sus amintite. Zona încastrării, unde secțiunea palei devine rotundă, se numește butucul elicei. Acesta cuprinde și mecanismul de schimbare a pasului elicei (în cazul existenței acestuia).

Coarda palei este linia dreaptă care unește bordul de atac cu cel de fugă.



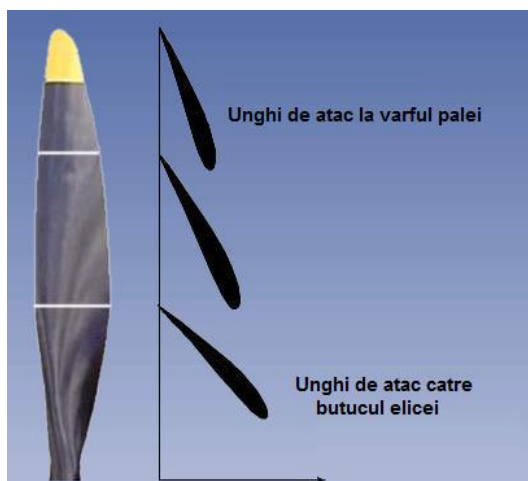
Coarda palei

Unghiul palei este unghiul dintre coarda palei și planul de rotație. Acesta scade de la butuc către vârful elicei (invers proporțional cu viteza de rotație de-a lungul palei).



Unghiul palei

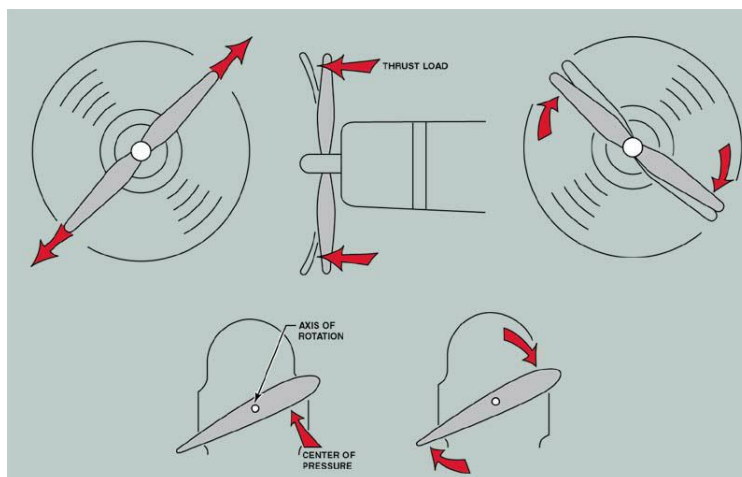
Cu cât ne îndepărtăm de butuc, secțiunile palei se găsesc la o distanță din ce în ce mai mare de acesta, așadar cele situate spre vârful vor acoperi o distanță mai mare pentru fiecare rotație decât cele aflate mai aproape de încastrare. De aceea, pentru fiecare rotație a motorului, viteza circulară a vârfului palei este mai mare decât cea a butucului. Dacă unghi unghiul de atac ar fi păstrat constant de-a lungul întregii lungimi, momentul circular de la vârful ar fi mult mai mare decât cel de la butuc și s-ar produce încovoierea elicei către înainte.



Variația unghiului de atac pe lungimea palei

Așadar, prin diminuarea acestui unghi de la butuc spre vârful se asigură o abordare optimă a curentului de aer pe toată lungimea elicei. Pentru referință, randamentul palei elicei este măsurat la aproximativ 75% din lungimea acesteia, începând de la butuc. Unghiul palei este cel care va da pasul geometric al elicei. Un unghi mic va determina mișcare mai facilă a elicei prin aer, favorizând utilizarea întregii puteri generată de motor la viteze mici de deplasare a aeronavei. Se mai numește și **pas mic**. Asemănător, un unghi mare este folosit la viteze mari de deplasare ale aeronavei și poartă denumirea de **pas mare**. Forțe care acționează asupra palelor asupra elicelor sub sarcina sunt:

- Centrifugă
- Torsională (De răsucire)
- Încovoiere (De îndoire)



Eficiența elicelor

Așa cum am arătat mai sus în timpul funcționării elicea este supusă unor forțe importante. Palele unei elice trebuie alese de așa manieră încât să se potrivească cu puterea dezvoltată de motor pentru a converti-o eficient în forță propulsivă, și de a rezista forțelor mai sus menționate. Există două soluții, fiecare cu limitările sale: fie se mărește coarda aerodinamică a palelor elicei, fie se mărește numărul de pale. Printre altele, capacitatea de absorbție a puterii motorului de către elice este dată de soliditatea acesteia.

Soliditate este raportul dintre suprafața aparentă și aria frontală a elicei:

$$S = n \cdot a / A$$

n – numărul de pale,

a – aria unei pale,

A – aria elicei.

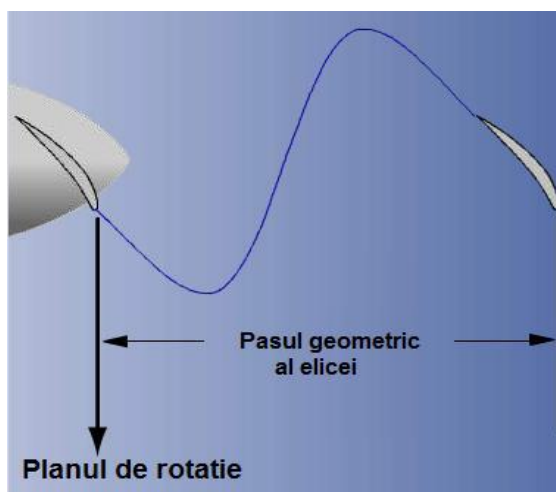
Soliditatea este raportul dintre aria segmentului de pală înmulțit cu numărul de pale și aria segmentului din discul rotorului corespunzător razei locale. Soliditatea elicei va crește odată cu numărul de pale, dar odată cu aceasta va crește și viteza la vârful palei care va atinge domeniul supersonic. Randamentul va scădea, energia transformându-se în zgomot și căldură. La creșterea în continuare a vitezei de rotație elicea va intra în cavitație. Micșorând numărul de pale, vom putea mări turația motorului, dar acestea vor fi predispuse la cedare din cauza forțelor la care sunt supuse (amintite anterior). Putem de asemenea crește soliditatea elicei prin mărirea corzii aerodinamice sau a lungimii palelor. Aceasta însă va conduce la momente foarte mari în rulmentul de sarcină și arborele cotit al motorului.

Fiecare elice trebuie aleasă în funcție de domeniul de viteze de rotație, gama de puteri dezvoltate și nu în ultimul rând în funcție de regimul de sarcină în exploatare.

Ca o regulă generală se vor folosi elice cu mai multe pale la motoare care dezvoltă puteri mari la viteze de rotație mici, respectiv cu mai puține pentru motoarele care dezvoltă puterea maximă la turații mai ridicate.

7.3. Pasul geometric al elicei

Pasul geometric al elicei este distanța pe care aceasta ar parcurge-o în mod ideal într-o rotație completă, asemănător unui tirbușon care avansează în lemn pe măsură ce este înșurubat.

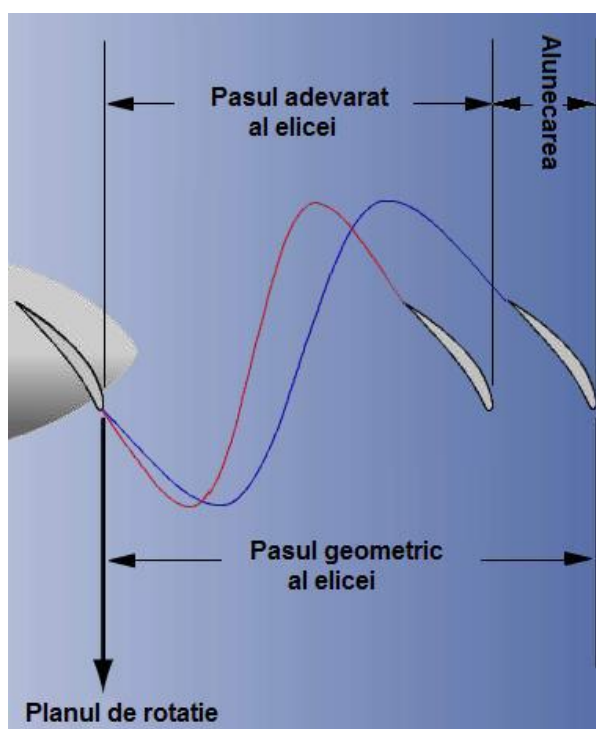


Pasul geometric al elicei

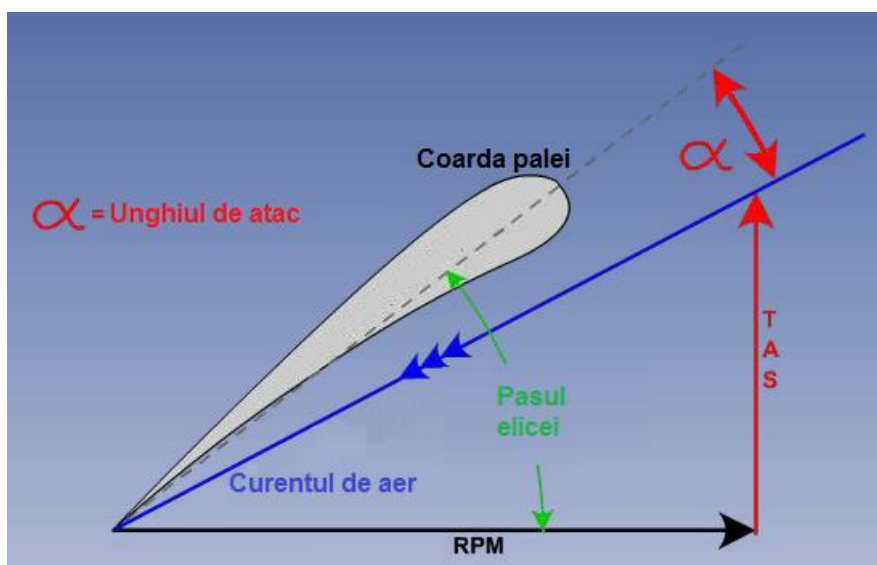
7.4. Pasul adevărat al elicei

În zbor, elicea nu se mișcă prin aer cu valoarea pasului geometric, deoarece aerul este considerat un fluid și trebuie luată în considerare alunecarea. Distanța efectivă cu care elicea se deplasează pentru fiecare rotație se numește pasul adevărat al elicei. Diferența dintre pasul geometric și cel adevărat se numește **alunecare**.

Pasul adevărat și alunecarea elicei



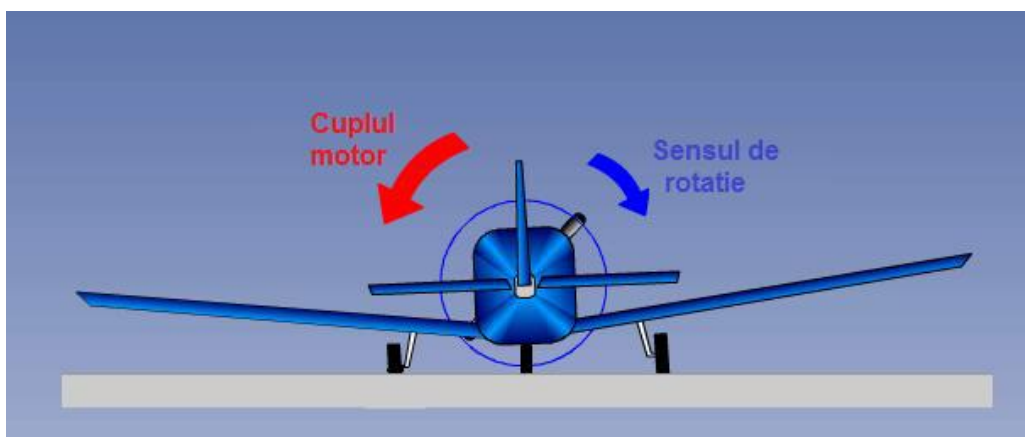
Unghiul dintre coarda palei și curentul de aer se numește unghiul de atac al palei (α). Unghiul de atac al unei elice cu pas fix depinde de turație și de viteza adevărată a aeronavei (TAS).



Unghiul de atac al elicei

7.5. Momente și forțe generate de elice

7.5.1. Cuplul motor



Conform Principiului Acțiunii al-III-lea al mecanicii clasice (acțiune-reacțiune), în cazul în care rotația elicei este într-un sens (îl vom folosi ca exemplu pe cel al acelor de ceasornic privind din cabina de pilotaj, ca la majoritatea motoarelor de avion) o reacție egală și de sens contrar va fi imprimată aeronavei. Apare astfel un moment de ruluu contrar care se va opune sensului de rotație al elicei, (cu alte cuvinte, invers acelor de ceasornic).. Acest fenomen poartă denumirea de **cuplu motor**. În timpul decolării cât timp roțile rulează pe sol în vederea accelerării către viteza de desprindere, acesta va induce o apăsare suplimentară pe roata

stângă a trenului principal, măbind frecarea cu solul, determinând astfel o schimbare de direcție către stânga.

În zbor, cuplul motor se manifestă în același fel, făcând ca aeronava să schimbe direcția către stânga, în special în cazul în care se folosește întreaga putere a motorului, în condiții de viteză scăzută (decolare, urcare). În mod evident, pentru o elice care se rotește contrar sensului acelor de ceasornic, toate efectele descrise mai sus se manifestă în direcția opusă.

7.5.2. Efectul giroscopic

O elice care se rotește are proprietățile unui giroscop. Acestea sunt stabilitatea în spațiu și precesia. Ceea ce produce efectul giroscopic o combinație a celor două, dar mai cu seamă precesia.

Elicea în mișcarea ei de rotație se transformă într-un giroscop. Ea tinde să-și păstreze starea de inerție inițială, rămânând stabilă în spațiu. Precesia giroscopică este efectul care are loc atunci când o forță este aplicată perpendicular pe planul de rotație elicei. Astfel, când o forță este aplicată pe marginea discului care se rotește, acțiunea acesteia se va manifesta la un punct aflat la 90° în sensul de rotație și în aceeași direcție cu ea.

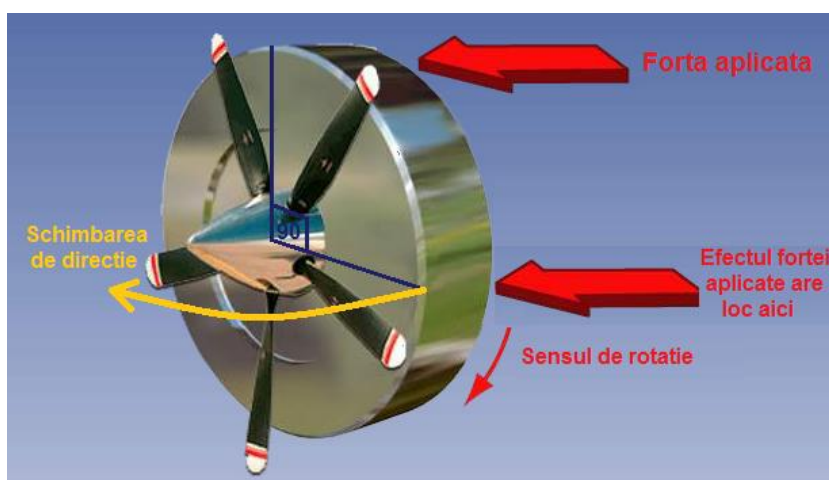
De exemplu, dacă o aeronavă cu o elice care se rotește contrar sensului acelor de ceasornic (cum se vede din cabină) intră în picaj (ca în figura de mai jos) aeronava se comportă ca și cum o forță de înaintare a fost aplicată în partea de sus a discului elicei. Dar din cauza efectului descris mai sus, linia adevărată de acțiune a acestei forte se manifestă la 90° în sensul de rotație, determinând aeronava să vireze către dreapta.

Următoarele situații sunt valabile pentru o elice cu sensul de rotație invers acelor de ceasornic:

CABRAJ: forța aplicată în partea de jos a discului elicei, efectul are loc la 90° în sensul invers acelor de ceasornic, rezultând schimbarea direcției către stânga;

VIRAJ STÂNGA: forța aplicată în partea dreaptă a discului elicei, efectul are loc la 90° în sensul invers acelor de ceasornic, rezultând un picaj;

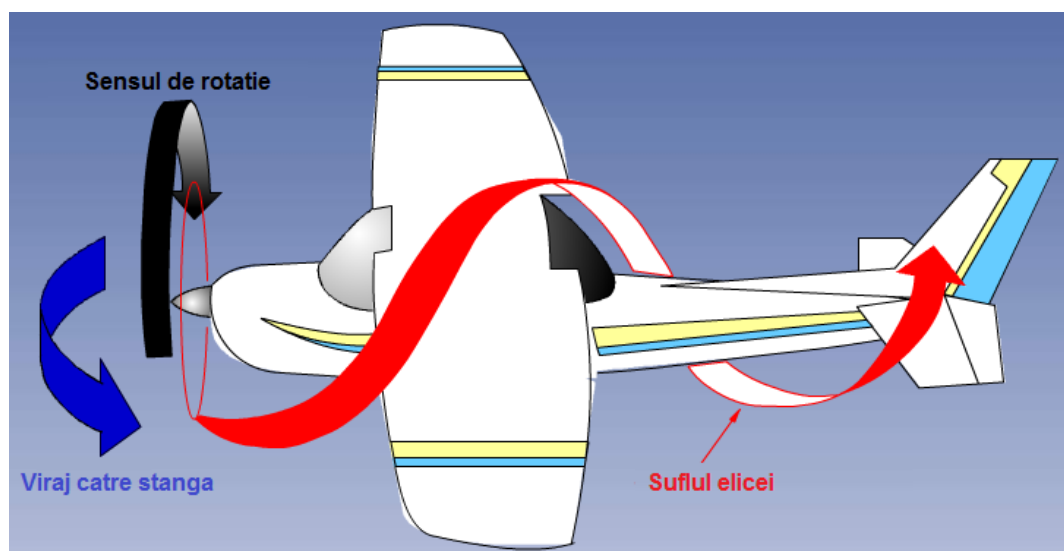
VIRAJ DREAPTA: forța aplicată în partea stângă a discului elicei, efectul are loc la 90° în sensul invers acelor de ceasornic, rezultând un cabraj.



Efectul giroscopic al elicei

Efectul de spirală

În timp ce elicea se rotește, produce un curent de aer sau suflul elicei, care se înfășoară în jurul fuzelajului aeronavei (fig. 2.50). Acest suflu determină o schimbare în curgerea aerului din jurul ampenajului vertical.

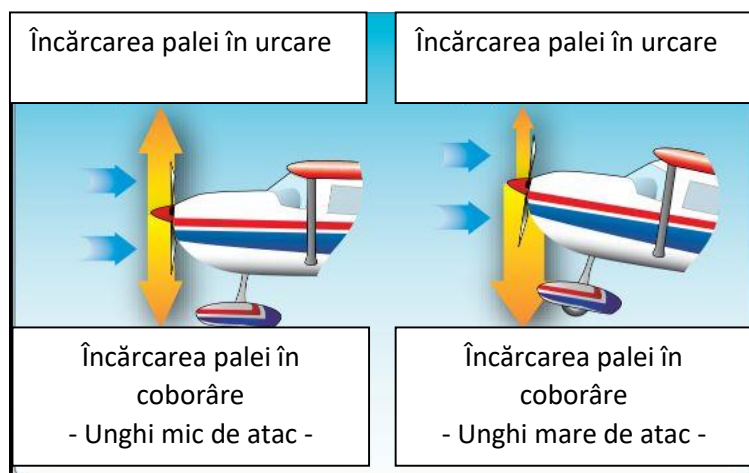


Efectul de spirala al suflului elicei

Așa cum reiese din imaginea de mai sus, din cauza rotirii elicei în sensul acelor de ceasornic, suflul generat ia contact cu ampenajul vertical sub un anumit unghi în partea sa stângă, perturbând astfel stabilitatea laterală a avionului. Aceasta conduce la creșterea portanței pe partea dreaptă a ampenajului vertical (presiune dinamică mai mare pe partea stângă), determinând apariția unui moment de rotație a întregii aeronave către stânga.

Efectul de spirală poate fi redus folosirea trimerului de direcție, constructiv prin construirea batiului motor în așa fel încât linia pe care acționează puterea motorului să fie înclinată ușor în sens opus fluxului de aer produs de elice sau prin simpla acționare a comenzii de palonier în sens opus mișcării apărute nedorite.

Efectul de încărcare asimetrică a palei(factorul "P"):

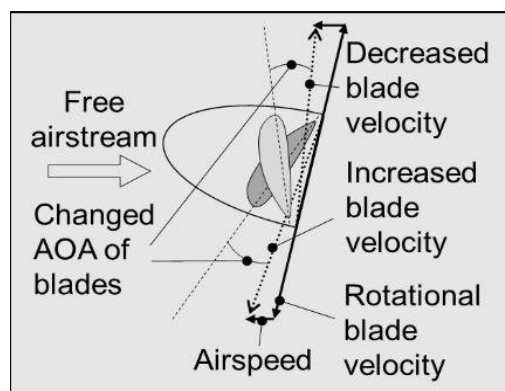
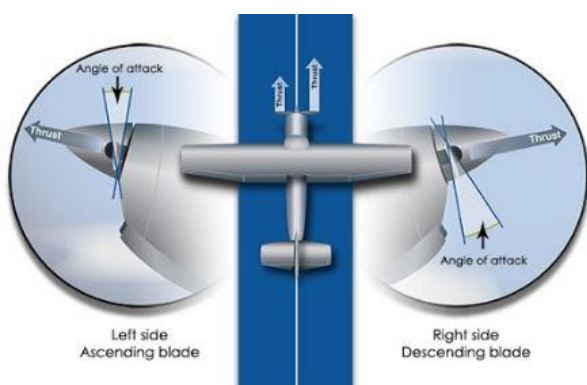


Factorul P sau mai bine zis efectul asimetric al palei sau al discului, este un fenomen aerodinamic experimentat de o elice în mișcare al cărui centru de propulsie este dislocat din poziția centrală atunci când aeronava se află la un unghi de atac ridicat. Această deplasare a locației vectorului propulsiv va crea un moment de girație asupra aeronavei, determinând ca botul să plece într-o parte. Pentru contracararea acestei tendințe este necesară o acționare a palonierului în sens opus.

Atunci când avionul este la viteza de croazieră pe traiect la orizontală, discul elicei va fi perpendicular pe curentul relativ de aer produs de aceasta. Fiecare dintre pale taie aerul cu aceeași viteză, sub același unghi de atac, propulsia generată fiind distribuită uniform pe toată secțiunea discului elicei.

Cu toate acestea, la viteze scăzute va fi nevoie de un unghi de atac mai mare, obținut printr-o poziție ridicată a botului, discul elicei fiind deplasat ușor către orizontală. Aceasta va produce două efecte.

În primul rând palele de jos vor fi mai în față decât cele în poziție superioară. Palele care în rotire coboară (la rotire în sensul acelor de ceasornic de la ora 1 către ora 6) vor avea o viteză de înaintare mai mare. Palele elicei urcând către înapoi (de la ora 7 către ora 12) vor avea o viteză de înaintare scăzută, o viteză a aerului mai mică deci vor dezvolta mai puțină forță propulsivă. Această asimetrie deplasează vectorul acestei forțe către pala cu propulsie mărită.



În al doilea rând, unghiul de atac al palei care coboară va crește, ia cel al palei care urcă va scăde din cauza înclinării planului de rotație a elicei spre orizontală. Pala care coboară va produce mai multă propulsie datorită unghiului de atac mărit.

Trebuie notat faptul că mărirea vitezei de înaintare a palei care coboară în fapt va scăde unghiul de atac al acesteia, dar magnitudinea efectului va fi neglijabilă în comparație cu cel generat de creșterea unghiului prin înclinarea discului elicei.

Așadar, pala care coboară are viteza de deplasare și unghiul de atac mai mari decât cea care urcă.

Spre exemplu, dacă se folosește o elice cu sens de rotație în sensul acelor de ceasornic (așa cum este văzută de pilot din cabină), aeronava va avea tendința de a gira spre stânga. Acest lucru trebuie contracarat cu palonier dreapta. În mod logic, se va acționa palonier stânga pentru o elice care se rotește în sens invers acelor de ceasornic (aeronava are tendința de a gira spre dreapta).

Elicea cu sensul de rotație același cu cel al acelor de ceasornic este de departe cel mai des întâlnită în aviația generală. Plecarea botului în sens invers la mărirea regimului de turație al motorului este observabilă la punerea motorului, deși are cauze suplimentare, inclusiv efectul de flux de spirală. Piloții ar trebui să anticipeze necesitatea palonierului la mărirea regimului de putere sau la creșterea unghiului de atac.

Avioanele cu bechie sunt afectate mai pronunțat de acest factor P în timpul rulării la sol decât aeronavele cu tren de aterizare cu roată de bot din cauza unghiului mai mare al discului elicei față de verticală. Factorul P este nesemnificativ în timpul rulării inițiale la sol, dar va căpăta o tendință pronunțată de mutare a botului în etapele ulterioare ale accelerării pe sol, pe măsură ce viteza crește, în special dacă avionul este menținut în poziția de trei puncte (bechia în contact cu pista), cu vectorul propulsie înclinat față de cel al direcției de zbor.

Efectul nu este atât de evident în timpul fazelor aterizării, având în vedere setarea relativ redusă a puterii (rotație a elicei redusă). Cu toate acestea, în cazul în care maneta de gaz este dusă către în plin brusc având bechia în contact cu pista, atunci este adecvat să anticipăm tendința inerentă de girație apăsând palonier pe partea opusă efectului.

În concluzie, factorul "P" se face resimțit la unghiuri de atac și regimuri de putere mari, cum ar fi decolarea și zborul în limită de viteză.

7.6. Tipuri de elice în funcție de pas

7.6.1. Elicea cu pas fix

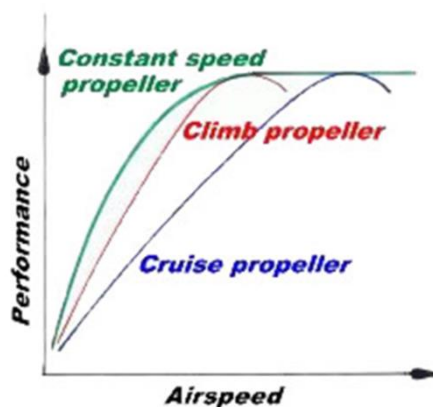
O elice cu pas fix întâlnește curentul de aer dintr-o direcție determinată de viteza proprie a aeronavei și de turația motorului. Cum arată fig. 2.47, o creștere a vitezei (creștere vectorul TAS) determină o scădere a unghiului de atac al palei. De asemenea, o creștere a turației (crește vectorul RPM) determină o mărire a unghiului de atac.

Eficiența acestui tip de elice

La o viteză de înaintare mare (de exemplu, într-un picaj fără putere), unghiul de atac al palei se reduce la zero și apare supra-turarea motorului, în timp ce la viteză mică și

turație mare (de exemplu, într-o urcare) unghiul de atac al palei este mare și apare posibilitatea angajării palei.

Ambele extreme sunt evident ineficiente. O elice cu pas fix va funcționa eficient la o anumită combinație de viteză (TAS) și turație (RPM), ceea ce determină o eficacitate maxim doar pentru un anumit unghi de atac al palei. Această limitare este un dezavantaj major al elicei cu pas fix, eficiența sa maximă fiind în jur de 70%.



Cu toate aceste dezavantaje, elicele cu pas fix cunosc încă o folosire pe scară largă în aviația generală datorită costului redus de producție și a simplității în exploatare. Pentru a le spori eficacitatea pe o plajă cât mai largă de viteze, se adoptă variante de compromis (elicea va avea un randament acceptabil atât în fazele de decolare/aterizare cât și la zborul de croazieră), în funcție de scopul misiunilor și regimul de exploatare al avionului.

7.6.2. Elicea cu pas variabil

La o aeronavă echipată cu o elice cu pas fix, pilotul are la îndemână o singură metodă de a mări sau scădea puterea motorului, și anume prin variația turației motorului. În cazul unei elice cu pas variabil, atât turația motorului cât și unghiul de atac al elicei pot să varieze pentru a optimiza randamentul propulsiv al acesteia.

Există diferite tipuri de elice cu pas variabil. **Elicea cu pas reglabil la sol**

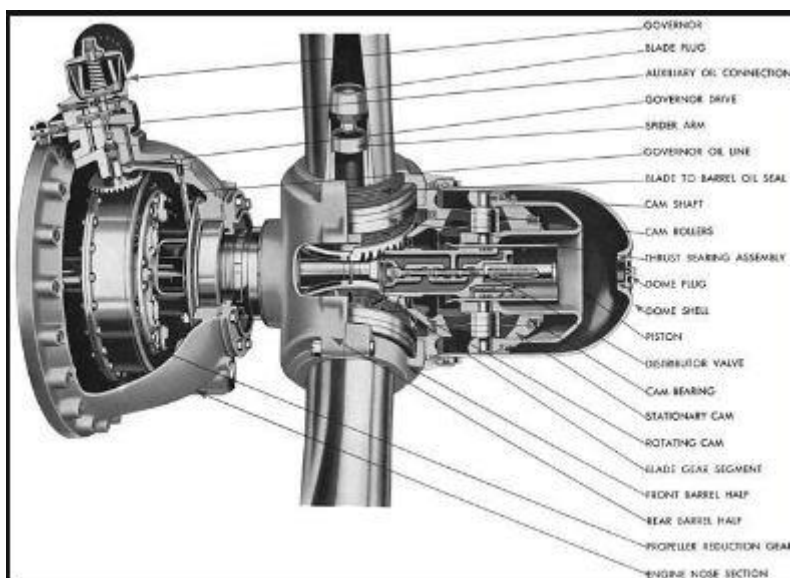
La acest tip de elice, pasul poate regla la sol, cu elicea staționară, prin re poziționarea (rotirea) palelor în butuc. În zbor, acestea se va comporta ca o elice cu pasul fix.

Elicea cu pas reglabil în aer

În acest caz se poate realiza comanda schimbarea unghiului palei între două sau mai multe poziții în timpul zborului. Motoplanorul IS-28M2 de producție românească din dotarea Aeroclubului României este dotat cu un mecanism mecanic de acest tip. În prezent, actuarea poziției palelor se elicei se face de cele mai multe ori electric (ivoprop, Neuform, Duc, Kievprops șamd).

Pas variabil mecanic (butuc cu două pale):



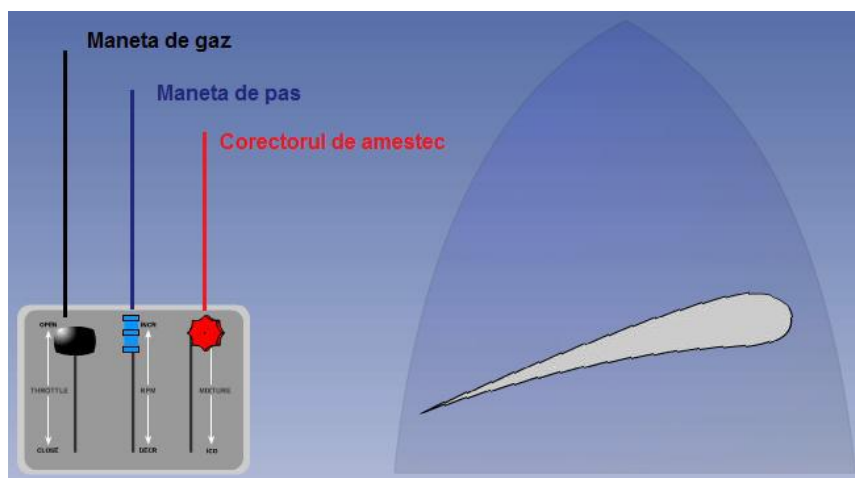


Mecanism pas variabil electric

La cele cu actuare electrică, un motor electric alimentat de perii rotative este acționat în ambele sensuri din cabină. Schimbarea de sens este asemănătoare cu cea folosită în cazul ferestrelor electrice ale automobilelor. Acest motor acționează un șncmec montat într-un rulment de sarcină care la rândul lui antrenează un mecanism format din excentrice(came) și pârghii de torsiune. Acestea din urmă vor transmite mișcarea din butuc către partea exterioară a palelor, generând momentul de răsucire necesar pentru schimbarea pasului în mod asemănător cu elicele cu pas ajustabil la sol.

Elicea de tip viteză constantă

Aeronavele moderne au elice care sunt controlate automat pentru a varia pasul cu scopul de a menține o turație anume selectată. Mecanismul de control este regulatorul de ture. O elice de tip viteză constantă are avantajul unei eficiențe ridicate pe un interval mărit de viteze, obținându-se astfel, performanțe ridicate la decolare și urcare, precum și la zborul de croazieră rezultând de altfel un consum redus de combustibil.



Controlul motorului și al elicei

Figura de mai sus ilustrează dispunerea comenzilor în cabina de pilotaj pentru controlul motorului în mod standard la un avion cu elice cu pas constant. Se poate observa de asemenea poziționarea manetelor de gaz, de pas și controlul amestecului (etuforul) pentru decolare (maxim în față).

La oricare setare a manetei de gaze, mărirea pasului elicei prin acționarea manetei de pas mutare către în spate, va descrește turația. În mod analog, acționarea către în față a acesteia va micșora pasul elicei și va crește turația. Ca o regulă empirică, diferența dintre oricare dintre primele cifre ale indicațiilor Boost-ului(MAP) și PROP(RPM) nu va depăși valoarea "2":

Pentru motoarele Lycoming:

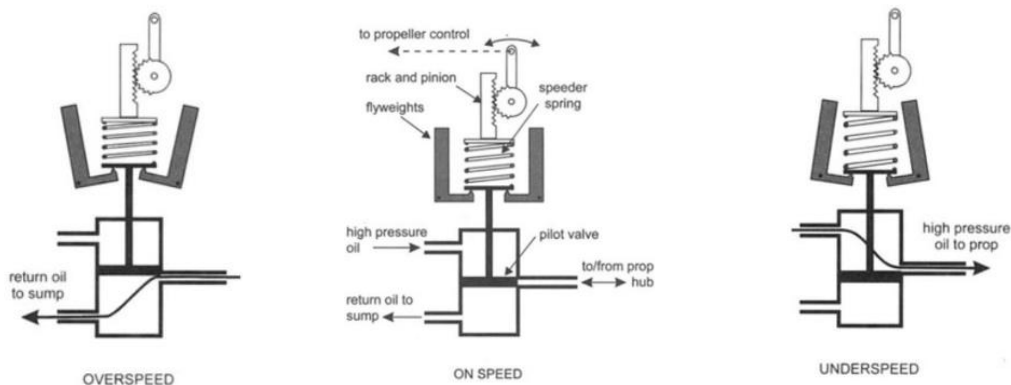
2700 rpm 29" Hg MAP	OK, valoare normală
2500 rpm 27" Hg MAP	OK
2500 rpm 25" Hg MAP	OK, valoare normală pentru urcarea inițială
2300 rpm 15" Hg MAP	OK, dar doar în cazul unei coborâri lente
2300 rpm 26" Hg MAP (or more)	Situație de Supra-Alimentare(cu oxigen, rezultă detonație), trebuie evitată

O analogie comparabilă este asemănarea manetei de pas cu o cutie de viteze cu multiple poziții. Acționarea către în față (creșterea turației) reprezintă treapta întâia, în timp ce acționarea către în spate (micșorarea turației) reprezintă viteza a 5-a.

La viteze mici (de exemplu, la începutul rulajului pentru decolare), unghiul palei trebuie să fie mic (pasul este mic) pentru ca unghiul de atac să fie optim. De aceea, turația este setată pe maxim și viteza este mică.

În timp ce aeronava accelerează, viteza va crește, determinând o scădere a unghiului de atac al palei. Puterea motorului și cuplul vor scădea. Dat fiind că motorul trebuie să învingă o rezistență mai mică, turația va tinde să crească. Regulatorul de ture sesizează această și va mări unghiul palelor pentru a menține elicea în plaja de randament corespunzătoare pe măsură ce aeronava accelerează.

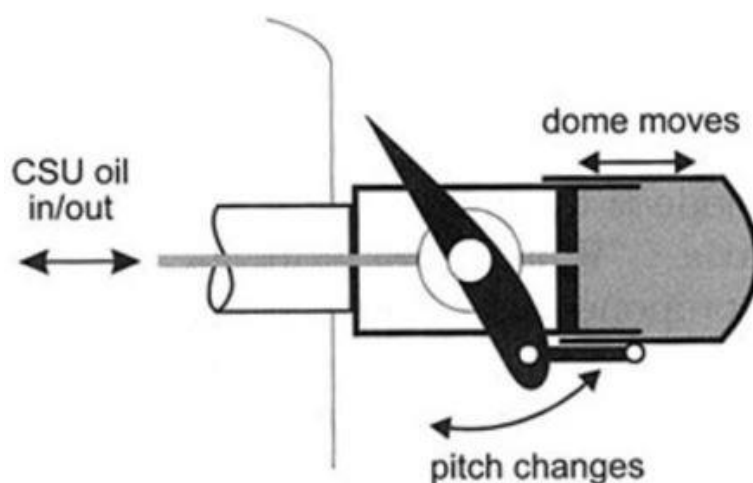
Pentru zborul de croazieră, maneta de gaz și maneta de pas nu mai sunt la maxim în față. Setarea optimă a turației și a presiunii la admisie (setarea manetei de gaze) pentru zborul de croazieră sunt descrise în manualul de zbor al aeronavei. Procedura recomandată de trecere de la regimul de urcare la regimul de croaziera este de a reduce întâi maneta de pas (turația motorului) și apoi maneta de gaze (presiunea de admisie).



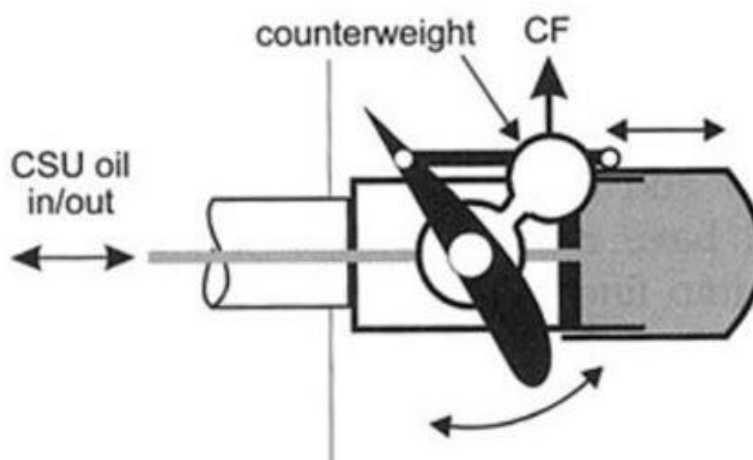
Din momentul în care regimul de croazieră a fost setat, regulatorul de ture va ajusta pasul elicei pentru a menține turația selectată, indiferent de celelalte condiții de zbor, până când pilotul selectează o turație diferită.

Dacă pilotul începe o coborâre ușoară, încărcarea pe elice va scădea, iar turația va începe să crească. Regulatorul de ture va sesiza această tendință și va mări pasul palei pentru a aduce turația la valoarea selectată de pilot. Dacă acesta inițiază o urcare ușoară se întâmplă exact invers. Încărcarea pe elice crește iar turația va începe să scadă. Regulatorul de ture va sesiza această variație și va micșora pasul elicei pentru a menține turația setată.

Tipuri de Mecanisme de schimbare a pasului elicei



Aici putem vedea un mecanism cu dublă-acțiune în care pistonul este fix, partea în mișcare fiind coiful care prin apăsare de către curentul de aer crește pasul elicei odată cu mărirea vitezei. Revenirea la pas mic se face prin deschiderea unui sertăraș care eliberează presiunea acumulată pentru me anterior. Acest lucru se realizează prin acțiunea forțelor centrifugale de răsucire la care sunt supuse palele elicei. Un astfel de tip de regulator de turație este întâlnit la avioanele ZLIN 526/726 din dotarea Aeroclubului României.





Acest sistem este diferit de cel precedent, schimbarea de pas făcându-se prin intermediul unei contragreutăți introduse la o anumită distanță față de planul de rotație al elicei. Acestea sunt cele care comandă creșterea către pas mare, sistemul hidraulic fiind responsabil cu revenirea palelor la pas fin.

Cedarea regulatorului de ture

Regulatele de ture sunt prevăzute cu un resort intern extrem de puternic cărui se opune presiunea de ulei furnizată de motor. Forțele de răsucire aerodinamice care acționează asupra profilului tind să mărească unghiul de atac, pe când cele centrifugale îl micșorează. Când presiunea de ulei dispăre, resortul amintit mai devreme împreună cu forțele centrifugale vor împinge palele elicei către pas mic, de decolare. Viteza de zbor va fi redusă până la aterizare, dar zborul se va desfășura în siguranță.

8. Sistemele aeronavei

8.1. Sistemul electric

Definiții

Curentul electric reprezintă deplasarea dirijată a sarcinilor electrice. Există două mărimi fizice care caracterizează un curent electric:

Intensitatea curentului electric, numită adesea simplu tot curent electric, care caracterizează global curentul, referindu-se la cantitatea de sarcină electrică ce străbate secțiunea considerată în unitatea de timp. Se măsoară în amperi.

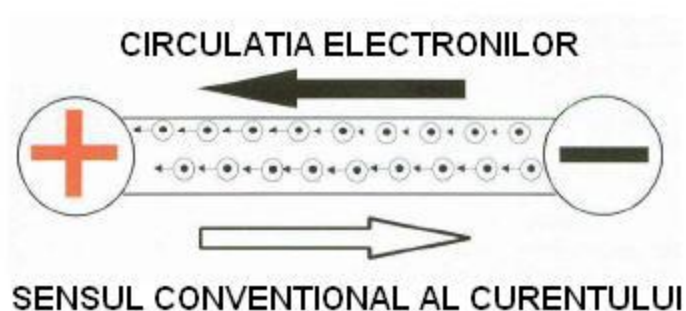
Densitatea de curent este o mărime vectorială asociată fiecărui punct, intensitatea curentului regăsindu-se ca integrală pe întreaga secțiune a conductorului din densitatea de curent. Se măsoară în amperi pe metru pătrat.

Curentul continuu (prescurtat C.C., în engleză: D.C.) este o mișcare de sarcini electrice într-un singur sens printr-un mediu oarecare.

Curentul alternativ este un curent electric al cărui sens se schimbă periodic, spre deosebire de curentul continuu, al cărui sens este unidirecțional. Forma de undă uzuală a curentului alternativ este sinusoidală.

Legea lui Ohm sau legea conducției electrice, stabilește legăturile între intensitatea curentului electric (I) dintr-un circuit electric, tensiunea electrică (U) aplicată și rezistența electrică (R) din circuit. Legea lui Ohm se aplică pentru conductorii electrice la capetele cărora se aplică tensiuni electrice. Legea lui Ohm spune că într-un circuit intensitatea (I) curentului electric este direct proporțională cu tensiunea aplicată și invers proporțională cu rezistența (R) din circuit.

Circuite electrice simple și modalități de legare a două sau mai multe baterii în serie sau paralel sunt reprezentate grafic în figura 3.3



8.1.1. Introducere

Sistemul electric dintr-o aeronavă ușoară operează componente și echipamente, cum ar fi: lumina de aterizare, radio, indicator de viraj și glisadă, starter, transponder, flaps, tren de aterizare escamotabil, echipamente de navigație, încălzitoare pentru tubul Pitot, pompă electrică de combustibil și așa mai departe.

Manualul de operare al pilotului va conține informații despre sistemul electric al avionului dumneavoastră. Un avion modern tipic are un sistem electric de curent continuu(CC). Curentul este produs de un alternatorcând motorul este pornit, sau de la o baterie sau sursă de energie electrică externă când acesta este oprit.

Curentul circulă prin conductoare (fire) și prin bara colectoare la componentele electrice care necesită energie electrică, și închide circuitul prin împământare un fir atașat la structura aeronavei cu condiția ca structura aeronavei să fie metalică. Acest circuit poartă denumirea de circuit mono-pol. Evoluția aviației a dus folosirea de materiale tot mai ușoare și mai rezistente precum fibra de sticlă și fibra de carbon.

Aceste materiale compozite pe bază de rășini au și proprietăți izolatoare, deci nu putem folosi structura aeronavei ca împământare. Prin urmare aceste structuri au nevoie de un circuit separat de punere la masă, care poartă denumirea de circuit bi-pol.

8.1.2. Bara colectoare

Instalația de distribuție și anexe sunt formate din: conductoare, contactul general și de pornire, întrerupătoare și comutatoare, cutii și piese de legătură, prize, siguranțe fuzibile și automate. Echipamentul electric utilizează pentru legături la sursele de curent un singur conductor, de obicei pozitivul (+), masa metalică constituind conductorul al doilea de închidere a circuitului (-).

Bara colectoare apare ca un nod electric dilatat . Ea este centrul de distribuție al sistemului electric.

Energia electrică este distribuită la bara colectoare printr-un alternator (generator) și o baterie, și de aici mai departe, prin circuitele aferente,componentelor electrice care necesită energie.

8.1.3. Bateria

Bateria oferă energia electrică inițială pentru a porni motorul și o sursă de rezervă pentru folosirea în caz de urgență. Are de asemenea rolul de a alimenta consumatorii de energie electrică pe durata funcționării motorului la turații scăzute sau când acesta este oprit. La turațiile mijlocii și mari ale motorului, generatorul de curent debitează suficienta energie electrică și preia alimentarea consumatorilor. În situațiile în care consumul de energie electrică este mare (de exemplu, la pornirea echipamentelor giroscopice, sau încălzirea tubului Pitot), puterea consumatorilor poate depăși puterea generatorului. În acest caz, alimentarea consumatorilor se face simultan de către ambele surse. De aceea bateria este legată cu generatorul în paralel prin bornele de aceeași polaritate.

Funcționarea bateriei de acumulatori se bazează pe fenomenele reversibile electrochimice care se produc în interiorul său. În funcție de natura elementelor active, bateriile de acumulatori sunt : - cu plăci de plumb și electrolit acid (baterii acide) ; - cu plăci de fero-nichel sau nichel-cadmium și electrolit alcalin (baterii alcaline).

O altă clasificare a bateriilor apare din capacitatea lor de re folosire după ce au fost descărcate. Deosebim astfel **bateriile primare** respectiv **secundare**.

Bateriile primare sunt acelea care produc curent de îndată ce elementele componente au fost asamblate. Sunt considerate baterii de unică folosință deoarece NU sunt reîncărcabile, deci cu durată de viață limitată.

Bateriile secundare sunt cele reîncărcabile. De cele mai multe ori acest tip de baterie trebuie încărcată înaintea primei utilizări deoarece componentele sunt asamblate fără a fi activate din punct de vedere electrochimic. Încărcarea și reîncărcarea acestui tip de baterii se face prin aplicarea unui curent electric ce inversează sensul reacțiilor electrochimice din timpul utilizării normale. Curentul electric utilizat este aplicat într-o manieră controlată cu ajutorul unui redresor.

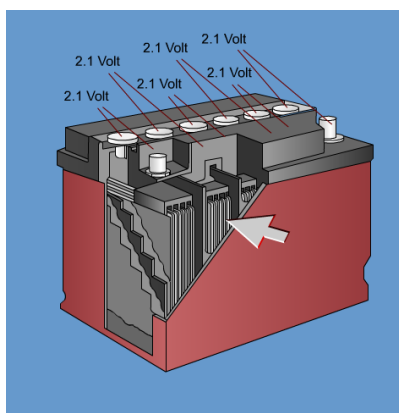
Bateriile cu acid sunt formate dintr-un anod din oxid de plumb și un catod tot din plumb dar metalic imersate într-o soluție electrolitică de acid sulfuric diluat cu apă distilată. În bateriile cu plumb moderne electrolitul este suspendat în silica-gel sau impregnat cu fibră de sticlă pentru a preveni vărsarea accidentală. Cu toate că au o bună capacitate de înmagazinare și eliberarea a energiei stocate, ele au o greutate ridicată, iar densitatea de energie raportată la aceasta este scăzută. Au un curent de descărcare important care duce la o viață de raft relativ scurtă (necesitând, încărcări repetate dacă sunt depozitate). Dacă sunt supraîncărcate, eliberează hidrogen, existând pericolul de a exploda și provoca un incendiu. Pentru prevenire, carcasa bateriilor este ventilată.

Bateriile Nichel-Cadmium (NiCd) au anodul confecționat din hidroxid de Cadmiu, catodul fiind din hidroxid de Nichel, acestea fiind imersate într-o electrolit compus din hidroxid de potasiu, sodiu și litiu. Acest tip de baterii sunt fără întreținere, curent de descărcare mic (viață lungă de raft), sunt fiabile și funcționează într-un interval larg de temperaturi. Au însă și dezavantaje cum ar fi efectul de memorie și există pericolul ambalării termice, în caz de supraîncărcare. Datorită greutății reduse și capacității mari de stocare, acest tip de baterii sunt folosite cu succes în aviație ca baterii principale. Trebuie luate măsuri suplimentare la încărcare, iar odată ce și-au terminat ciclul de viață, trebuie tratate ca deșeuri toxice având în vedere metalele conținute.

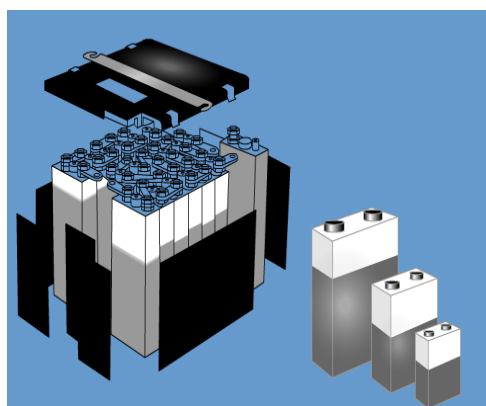
Bateriile Nichel-Metal Hibrid (NiMH) au anodul confecționat dintr-un aliaj capabil să absoarbă și să elibereze hidrogen. Catodul este produs din hidroxid de nichel, amândouă fiind scufundate într-o soluție apoasă de hidroxid de potasiu, sodiu și litiu constituind electrolitul (similar cu bateriile NiCd). Bateriile sunt formate din mai multe celule de acest fel, conectate într-o carcasă etanșă. Posedă un raport foarte bun energie înmagazinată/masă proprie, de aceea sunt ideale în aplicații aeronautice. Sunt susceptibile la ambalare termică, de aceea încărcarea trebuie să fie extrem de precis controlată.

Bateriile Litiu-Ion/Litiu-polimer sunt de asemenea baterii secundare, deci reîncărcabile. Sunt constituite din celule având anodul din grafit, respectiv catodul din combinații de elemente chimice care acceptă trecerea rapidă și repetată a ionilor de litiu prin structura lor fără a o distruge, deci capabile de cicluri descărcare/încărcare rapidă și profundă cu valori ale curentului ridicate. O celulă tipică furnizează între 3.2 și 4 volți în funcție de materialele din care a fost fabricată.

Baterii Litiu-Metal sunt baterii primare, ne-reîncărcabile. Electrochimia lor se bazează pe compusul Litiu-Dioxid de Mangan (LiMnO_2), cu anod din grafit și catod din dioxid de Litiu.



Baterie cu acid

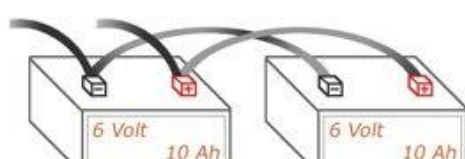


Baterie Nichel-Cadmiu

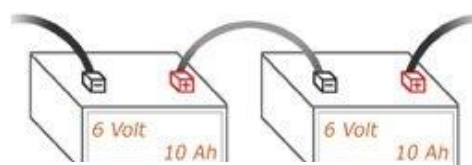
O baterie de 30 amperi/oră este capabilă să ofere constant curent de 1 amper pentru 30 ore (sau 6 amperi pentru 5 ore). Dacă energia sa electrică este epuizată, de exemplu prin pornirea motorului, bateria are nevoie de reîncărcare. Aceasta are loc de obicei după ce motorul pornește când absoarbe energie produsă de alternator. Cel mai mare consum de curent din baterie are loc pe durata pornirii, când oferă energie electrică la starter pentru a roti ansamblul propulsor - cea mai mare rată de reîncărcare a bateriei va avea loc în mod normal imediat după pornire.

Conectarea a două baterii de 12 volți 40 ore-amperi în paralel este echivalentă cu o singură baterie de 12 volți capabilă de a alimenta $(2 \times 40) = 80$ ore-amperi.

Baterii legate în paralel

Același voltaj **6V, 20 Ah**

Baterii legate în serie

Voltaj dublu **12V, 10Ah**

Starea bateriei poate fi verificată prin:

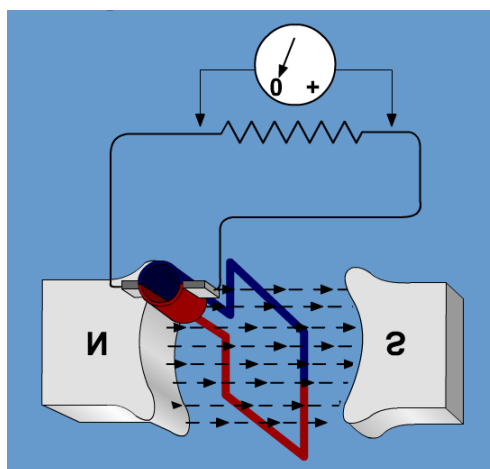
- Testarea acidității lichidului (electrolitului) folosind un hidrometru (densimetru)
- Verificarea faptului că își ține voltajul sub încărcătură.
- Verificarea faptului că lichidul acoperă plăcile. Dacă nivelul fluidului este foarte jos sub nivelul vârfului plăcilor, bateria nu își va păstra încărcarea completă pentru foarte mult timp, și ampermetrul va indica o rată ridicată de încărcare în zbor.
- Scurgerile, conexiunile și securitatea bateriei ar trebui de asemenea verificate. Aceasta are loc în cadrul programului normal de întreținere de către personalul tehnic.

Nu plecați la zbor cu o baterie descărcată - rezultatul ar putea fi să nu mai aveți suficientă energie electrică în timpul zborului. Dacă bateria este descărcată, înlocuiți-o sau reîncărcați-o înaintea începerii activității.

Scurgerile, conexiunile și securitatea bateriei ar trebui de asemenea verificate. Aceasta are loc în cadrul programului normal de întreținere de către mai sus amintitul personal tehnic. Nu porniți motorul cu echipamentele radio, de radionavigație sau alți consumatori mari în funcțiune. Fluctuații mari de voltaj pot apărea la cuplarea și acționarea starterului, care pot dăuna sever circuitelor electrice sensibile. Porniți aceste echipament electric auxiliar după ce motorul este pornit, și după ce ați verificat că alternatorul încarcă bateria. Pentru aceleași motive, opriți echipamentul electric auxiliar înainte de a opri motorul.

8.1.4. Alternatorul și generatorul

Energia electrică în majoritatea avioanelor moderne este furnizată de alternator, care folosește rotația motorului transmisă prin angrenaje sau curea de motor pentru a o produce. La avioanele mai vechi, energia electrică poate fi produsă de un generator (magnetou), neavând nevoie de sursă exterioară de electricitate pentru excitația rotorului, deoarece are propriul său câmp magnetic permanent. Odată ce rotorul este rotit mecanic, generatorul va produce curent electric. Alternatoarele, bunăoară, necesită energie electrică de la baterii pentru a putea genera câmpul magnetic necesar pentru a produce curent la rândul lor.



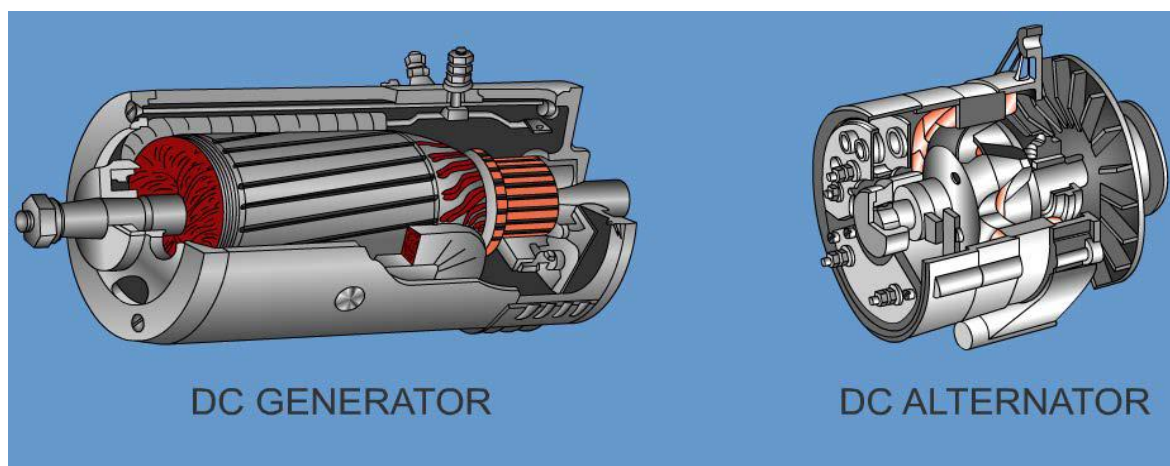
Generatorul

Inițial atât alternatoarele cât și generatoarele produc curent alternativ (CA) -curent electric care merge în direcții alternative (își schimbă polaritatea). Din moment ce există echipamente care necesită și curent continuu (CC) - curent electric care "curge" într-o singură direcție - (CA) trebuie transformat în (CC). (CA) din alternator este așadar trecut printr-un circuit electronic cu diode și rectificat în (CC)

În cazul generatoarelor, acestea folosesc un mecanism electromagnetic și anume comutatorul având aceeași funcție cu diodele mai sus amintite.

De asemenea, diodele din alternator, previn orice curgere de curent în sens invers în baterie, în vreme ce un generator necesită un releu de curent invers.

În plus față de furnizarea energiei pentru echipamentul electric, o funcție importantă a alternatorului sau generatorului este de a reîncărca bateria, menținând-o pregătită pentru a fi folosită. Majoritatea sistemelor electrice ale avioanelor folosesc instalații de curent continuu de 14 sau 28 volți. Notați că aceste voltaje sunt mai mari decât ale bateriei, pentru a permite ca aceasta să fie încărcată complet.



Generatorul și Alternatorul de curent continuu

Avantajele unui alternator:

- Alternatoarele sunt mai ușoare decât generatoarele deoarece alternatoarele nu conțin electromagneți și carcase la fel de mari și au un ansamblu de colector electric mai simplu în comparație cu generatoarele. Produc un voltaj relativ constant, chiar și la un rotații scăzute;
- Sunt mai ușor de întreținut (datorită acestui colector mai simplu și absenței comutatorului).

Dezavantajele unui alternator

Spre deosebire de generator, alternatorul necesită curent electric inițial de la baterie pentru a putea crea câmpul magnetic necesar pentru armarea bobinei statorului, transformând-o astfel într-un electromagnet capabil să genereze curent electric. De aceea un avion cu alternator trebuie să aibă totdeauna bateria încărcată, cele descărcate trebuind neapărat înlocuite. Chiar dacă roțiți elicea cu mâna pentru a porni motorul, alternatorul nu va produce curent dacă bateria nu are cel puțin un voltaj rezidual. Avantajele unui alternator depășesc totuși acest impediment.

8.1.5. Energia statică

O aeronavă în zbor din cauza frecării cu aerul va prelua sau va fi încărcată cu electricitate statică din atmosferă.

De aceea toate părțile componente ale aeronavei este necesar să fie aduse la același potențial (să fie inter-conectate) pentru a împiedica să-și acumuleze unei sarcini electrice suficient de mari încât să poată să creeze o scânteie și să genereze un risc de incendiu. Așadar, toate piesele și componentele structurii metalice ale aeronavei sunt unită între ele prin benzi de sârmă flexibile. Toate benzile trebuie să fie curate și să nu fie protejate

prin acoperiri de suprafață cum ar fi anodizarea, vopsirea, gresarea. Oxizii trebuie îndepărtați pentru a preveni apariția coroziunii electrolitice care ar induce rezistență.

Aceste metalizări sunt îmbinate printr-un proces numit lipire care crează punți pentru ca electronii unei sarcini electrice nedorite să poată traversa mai facil aeronava către punctul de descărcare. Lipirea poate acționa, de asemenea, ca parte a sistemului de împământare.

Sisteme de descărcare a energiei statice

Sistemele de descărcare statică sau fitilurile statice sunt instalate pentru a reduce acumulările electrostatice de pe structura aeronavei. Au fost inițial confecționate din bumbac cam de grosimea unei țigări. Acestea sunt montate pe marginea suprafețelor de control ale aeronavei și pe vârful aripilor sau pe stabilizator. Electricitatea statică este dispersată prin ele în atmosferă. Capătul liber al fitilului devine „tachinat” (răspândit) descărcarea având loc fie prin această „perie” metalică fie prin intermediul tijelor de descărcare situate la bordul de fugă al suprafețelor de comandă sau a planurilor.



Elemente de descărcare statică

Sistemele de descărcare statică au rol și de protecție împotriva fulgerelor, eliberând în același mod și energia electrică primită în cazul intrării în contact cu un fulger.

Descărcarea energiei statice la aterizare

Pentru a se asigura că nici sarcină electrică statică nu rămâne pe aeronavă după aterizare (cu scopul de a evita un posibil incendiu), masa instalației electrice trebuie adusă la același potențial electric cu cel al solului/pistei. Acest lucru se realizează prin intermediul anvelopelor care sunt special fabricate dintr-un cauciuc care conține o cantitate mare de carbon în compoziție. Anvelopa este în contact permanent cu circuitul de masă al aeronavei prin intermediul rulmentului roții, astfel orice sarcină statică este disipată în pământ la atingerea acestuia.

Protecție împotriva interferențelor

Ecranarea este proiectată pentru a preveni interferențele radio prin absorbția de energie electrică. Prin funcționarea anumitor echipamente electrice se creează sarcini statice care

dau naștere la interferențe în domeniul undelor radio. Acestea sunt înlăturate prin montarea de supresoare de interferență circuitele cablurile conectate la mașinile electrice despre care se știe că vor crea astfel de neajunsuri și de asemenea prin închiderea totală a cablurilor într-o teacă continuă de metal.

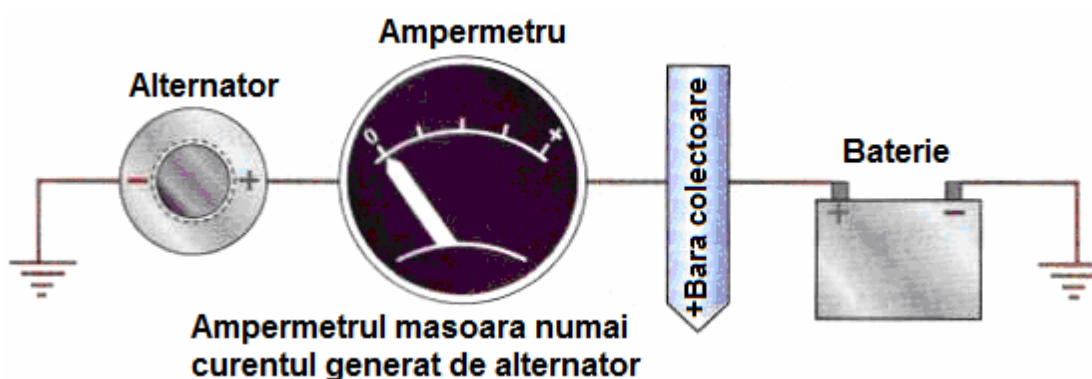
Ecranarea este necesară pentru sistemele de aprindere, generatoare de curent continuu și motoare care funcționează la peste 200 RPM și, de asemenea, pentru orice echipament electric care funcționează prin închiderea și deschiderea unui circuit la o frecvență mai mare de 10 Hz.

8.1.6. Ampermetrul

Ampermetrul măsoară curentul (amperii) care curge printr-un circuit fiind înseriat acesteia. (în unele avioane un voltmetru este oferit pentru a măsura forța electromotoare disponibilă, cu alte cuvinte tensiunea instalației).

Există două tipuri destul de diferite de prezentări ale ampermetrelor și trebuie să înțelegeți ce anume vă spune instrumentul.

Ampermetrul de zero - stânga



Aceasta măsoară doar randamentul alternatorului sau generatorului. Este gradat de la zero amperi la capătul stâng al scalei, valoarea acestora crescând spre capătul drept al scalei. Valoarea prezentată poate fi și sub formă de procent al încărcăturii alternatorului, din moment ce indică doar valoarea electrică la ieșirea acestuia.

Cu bateria cuplată și cu motorul oprit, sau cu motorul pornit și cu alternatorul oprit, ampermetrul va indica zero. Dacă motorul este pornit și alternatorul cuplat, ampermetrul va indica valoarea de încărcare generată de acesta.

În timpul pornirii, bateria va ceda din energia electrică stocată. Astfel, imediat după pornirea motorului, indicația ampermetrului va fi desul de ridicată, valoarea menținându-se pe timpul reîncărcării inițiale a bateriei.

Când bateria este complet încărcată, și alternatorul funcționează, ampermetrul ar trebui să arate o citire puțin peste zero (din cauza pierderilor din circuit), dacă toate circuitele electrice sunt deschise. Când vom adăuga consumatori (închizând circuitele), consumul va crește și va fi reflectat de indicația ampermetrului.

Dacă citirea ampermetrului scade la zero în timpul zborului, aceasta foarte probabil indică o nefuncționarea a alternatorului. Majoritatea sistemelor electrice sunt prevăzute cu o

lumină de avertizare roșie care se aprinde când energie electrică furnizată de alternator scade sub o anumită valoare..

Ar trebui să fiți familiarizați cu procedurile de urgență în cazul unei defecțiuni electrice așa cum sunt ele descrise în Manualul de operare al pilotului (POH); în cele mai multe cazuri acest demers s-ar putea să vă permită să restabiliți energia electrică cel puțin parțial.

În caz de defecțiune a sistemului de încărcare este de preferat să reduceți consumatorii electrici la minim, deoarece doar bateria vă mai oferă energie electrică. Aterizați cât mai curând posibil și remediați problema.

Ampermetrul de centru-zero

Acesta măsoară curgerea curentului în și din baterie.

Curentul care intră în baterie reprezintă încărcarea, cu acul ampermetrului la mijloc.

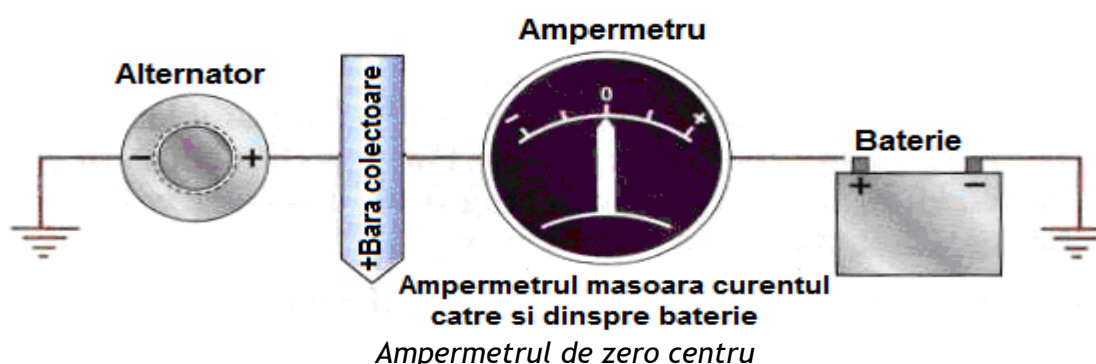
Curentul care iese din baterie este descărcarea, cu acul ampermetrului deviat la stânga.

Curgerea de curent înspre respectiv dinspre baterie este va fi indicată de faptul că acul este localizat în poziția centru-zero.

Cu bateria cuplată și fără încărcare de la alternator, ampermetrul va arăta o descărcare a bateriei, adică bateria oferind curent pentru circuitele electrice care sunt pornite fără a avea însă aport suplimentar de electricitate. Acul ampermetrului se va afla în partea stângă față de centru-zero.

Cu alternatorul pornit și oferind energie electrică, dacă cererea de consum al circuitelor pornite este mai mică decât capacitatea alternatorului, ampermetrul va arăta încărcarea; va avea loc un transfer de curent la baterie.

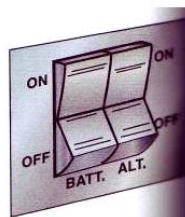
Dacă alternatorul este pornit, dar incapabil să ofere energie suficientă la circuitele electrice, bateria trebuie să compenseze această lipsă și va avea loc o curgere de curent de la baterie. Ampermetrul va arăta o descărcare. Dacă aceasta continuă, bateria poate fi complet golită. Decongestionați sistemul electric decuplând serviciile care nu sunt necesare până când ampermetrul indică o creștere, adică un transfer de curent de la alternator în baterie.



Componente electrice

Contactul general

Contactul general (sau cuplarea bateriei/cuplarea alternatorului) controlează toate sistemele electrice ale avionului, cu o excepție importantă - sistemul de aprindere, care primește energie electrică direct de la magnetou.



Contactul general

Contactul general trebuie să fie pornit pentru ca oricare alt sistem electric să primească energie, sau pentru ca bateria să fie reîncărcată când motorul este pornit. Ar trebui închis după ce opriți motorul, pentru a evita ca bateria să se descarce prin echipamentele care sunt conectate la el.

În avioanele echipate cu alternator, contactul general este împărțit având două comutatoare care pot fi cuplat și decuplat separat).

O jumătate operează cuplarea bateriei (sau releu principal pentru sistemele electrice), care conectează energia bateriei de bara colectoare.

Cealaltă jumătate operează excitația alternatorului, pentru energizarea acestuia. Conectează statorul alternatorului de bara colectoare, oferind astfel alternatorului energie din baterie necesară realizării câmpului magnetic.

Ambele trebuie pornite pentru a opera sistemul electric în mod normal. Dacă oricare dintre ele trebuie oprită în timpul zborului, atunci trebuie să luați în considerare să terminați zborul cât mai curând posibil.

Ele pot fi pornite separat, dar numai alternatorul poate fi oprit separat, oprirea bateriei va opri și alternatorul în mod automat.

8.1.7. Alarmer, disjunctoare și siguranțe



Panou de întrerupătoare de circuit



Siguranțe fuzibile cu fir

Acestea sunt necesare pentru a proteja echipamentul de orice suprasarcină cu curent electric. Dacă are loc o suprasarcină electrică sau un scurt-circuit, un fir fuzibil se va topi



sau un întrerupător de circuit va declanșa și va întrerupe circuitul astfel încât să nu mai poată trece curent prin el. Poate preveni supraîncălzirea, topirea, și arderea cu flacără deschisă a cablurilor circuitului.

Este un procedeu normal (dacă nu simțiți vreun miros sau un alt semn de supraîncălzire sau incendiu) de a reseta un întrerupător de circuit doar o dată, împingându-l înapoi pentru a-l reseta. Dacă acesta sare din nou puteți fi sigur că este o problemă electrică și nu ar trebui resetat a doua oară. În mod similar, un fuzibil cu fir nu ar trebui înlocuit mai mult de o dată. Siguranțe de rezervă de tipul corect ar trebui să fie disponibile în cabină.

Nu înlocuiți o siguranță oxidată cu una cu valoare mai mare (de exemplu cu una de 15 amperi în loc de 5 amperi) deoarece aceasta poate permite curentului excesiv să treacă prin circuitul electric pe care se presupune că îl protejează. Astfel putea apărea un foc la instalația electrică.

Unele manuale recomandă o întârziere de un minut sau două înainte de resetare pentru a permite răcirea circuitului posibil supraîncălzit. Dacă detectați foc, fum sau miros de ars, o eventuală resetare a întrerupătorului sau înlocuirea siguranței circuitului afectat în astfel de cazuri.

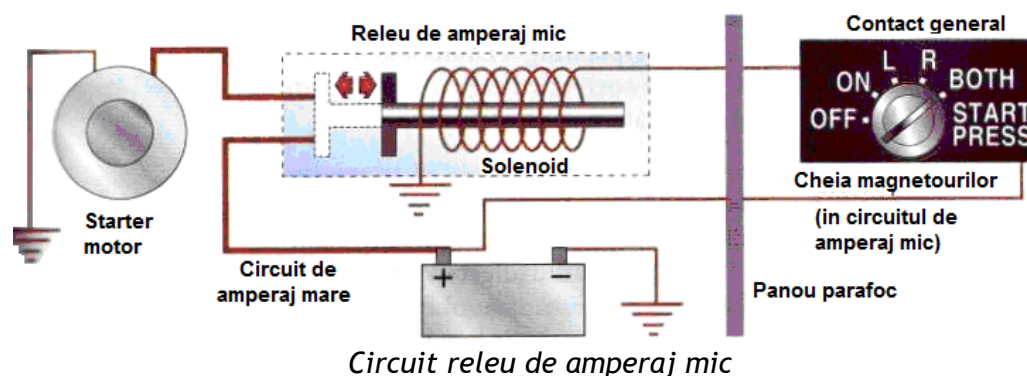
Releele

Releul este o componentă electronică, un dispozitiv, care produce anumite modificări (cum ar fi închiderea și deschiderea unui circuit) pe baza unui parametru care variază (precum tensiunea electrică aplicată), permițând controlarea unui curent de intensitate mare cu ajutorul unui curent de intensitate mică.

În loc să aibă tensiuni ridicate și fire groase care merg în direcția întrerupătoarelor din cabină (cu pierderi de curent în consecință și greutate sporită) un curent scăzut în amperi operat printr-un întrerupător poate fi folosit pentru a închide un releu îndepărtat închizând astfel un circuit cu amperaj ridicat, cum ar fi starterul.

Un releu este de obicei operat pe principiul solenoidului. Un solenoid este o bară de metal sau o tijă cu o înfășurare dublă spiralată în jurul său. Dacă prin această înfășurare trece curent, acesta stabilește un câmp magnetic care poate mișca tija de metal, care poate efectua o sarcină mecanică, cum ar fi deschiderea sau întreruperea unui contact în alt circuit electric.

Curentul care activează releul este într-un circuit complet diferit de releu.



Ocazional un releu va rămâne cuplat chiar dacă curentul care îl activează a fost înlăturat, și un curent nedorit va trece prin circuit. Multe startere electrice au o lumină de avertizare roșie care va sta aprinsă pentru a-l avertiza pe pilot de releul de pornire care stă în continuare cuplat, starterul motorului fiind în continuare în funcțiune deși întrerupătorul a fost închis.

Mufă externă de energie

Avioanele ușoare mai sofisticate sau avioanele mai mari sunt dotate cu o mufă externă pentru a conecta sistemul electric al avionului la o sursă de curent externă - fie pentru a asigura energie de la sol pentru o perioadă mai mare cu motorul oprit sau pentru a păstra bateria avionului în timpul pornirii motorului.

Unele tipuri de avioane dețin o protecție, energia externă poate fi branșată, dar nu se va conecta la sistemul electric al avionului este necesar puțin curent de la baterie pentru a opera releul care conectează energia externă branșată în circuitul avionului. Există alte sisteme care operează diferit de acesta, așa că verificați în Manualul de operare al pilotului. Asigurați-vă că aveți o unitate de energie împământată sau că este folosit voltajul corect. (Dacă puneți o unitate de 28V într-un avion de 12 volți va dăuna echipamentelor electrice).

Defecțiuni electrice

O supraîncărcare electrică va cauza în mod normal o siguranță să se topească sau un întrerupător de circuit să iasă. Acesta protejează circuitul afectat. Așa cum am spus mai sus, se recomandă minim două minute să se răcească și dacă nu este nici un indiciu de fum, foc, sau miros de ars, înlocuiți siguranța sau reșetați întrerupătorul de circuit. Este indicat resetarea doar o dată. Nu reșetați și a doua oară.

Ampermetrul ar trebui verificat când motorul este pornit pentru a vă asigura că alternatorul oferă suficient curent (amperi) pentru echipamentele electrice și pentru a reîncărca bateria. Ampermetrul indică de obicei rata la care curentul curge în baterie și o reîncarcă. Cu motorul pornit, ampermetrul poate indica două probleme:

- Curent insuficient pentru a încărca bateria.
- Prea mult curent

Cu insuficient curent de la alternator, sau fără curent deloc, echipamentele electrice pornite ar trebui oprite pentru a păstra bateria și ar trebui să vă gândiți să aterizați în cel mai scurt timp posibil. Majoritatea bateriilor nu pot susține toate echipamentele electrice pentru o perioadă lungă de timp.

Cu prea mult curent și cu o rată de încărcare excesivă, bateria se poate supraîncălzi și încep să se evapore electrolitul (care poate fi acid sulfuric), provocând daune bateriei. Dacă motivul curentului în exces este un regulator de voltaj defect, echipamente precum radioul ar putea fi afectate. Majoritatea avioanelor au un senzor de supravoltaj care, în aceste circumstanțe, ar închide automat alternatorul și ar ilumina martorul de culoare roșie pentru a alerta pilotul.

Dacă alternatorul se defectează (lucru indicat în majoritatea avioanelor fie prin ampermetrului care scade la zero sau printr-o lumină de avertizare roșie), bateria va funcționa ca o sursă de urgență pentru energia electrică. Pentru a mări perioada pentru care bateria poate oferi energie în urma faptului că alternatorul se strică, consumul electric ar trebui redus. Acest lucru poate fi făcut prin oprirea serviciilor neesențiale precum lumini de aterizare.

NOTA: Operațiunile cu un sistem electric cu alternator și o baterie încărcată parțial nu sunt recomandate pentru motivele de mai sus.

Sisteme electrice tipice

Manualul de operare al pilotului pentru fiecare avion va conține o diagramă a sistemului său electric și cu echipamentele cărora le este asigurată energia electrică. Amplasarea variază foarte mult între avioane, dar anumite echipamente importante care ar putea primi energie de la un sistem electric includ:

Unele sau toate instrumentele giroscopice de zbor (indicator de viraj și glisadă, giroorizont și girodirecțional).

- Indicatori presiune ulei și un indicator temperatura uleiului, sau indicator temperaturii aerului din carburator.
- Sistem de pornire

- Lumini de aterizare, lumini de navigație, beacon(girofar), strobelight, iluminat cabină, iluminat instrumente
- Echipamente radio, radionavigație

Verificați diagrama sistemului electric pentru avionul dumneavoastră, exemplu fig.3.13:

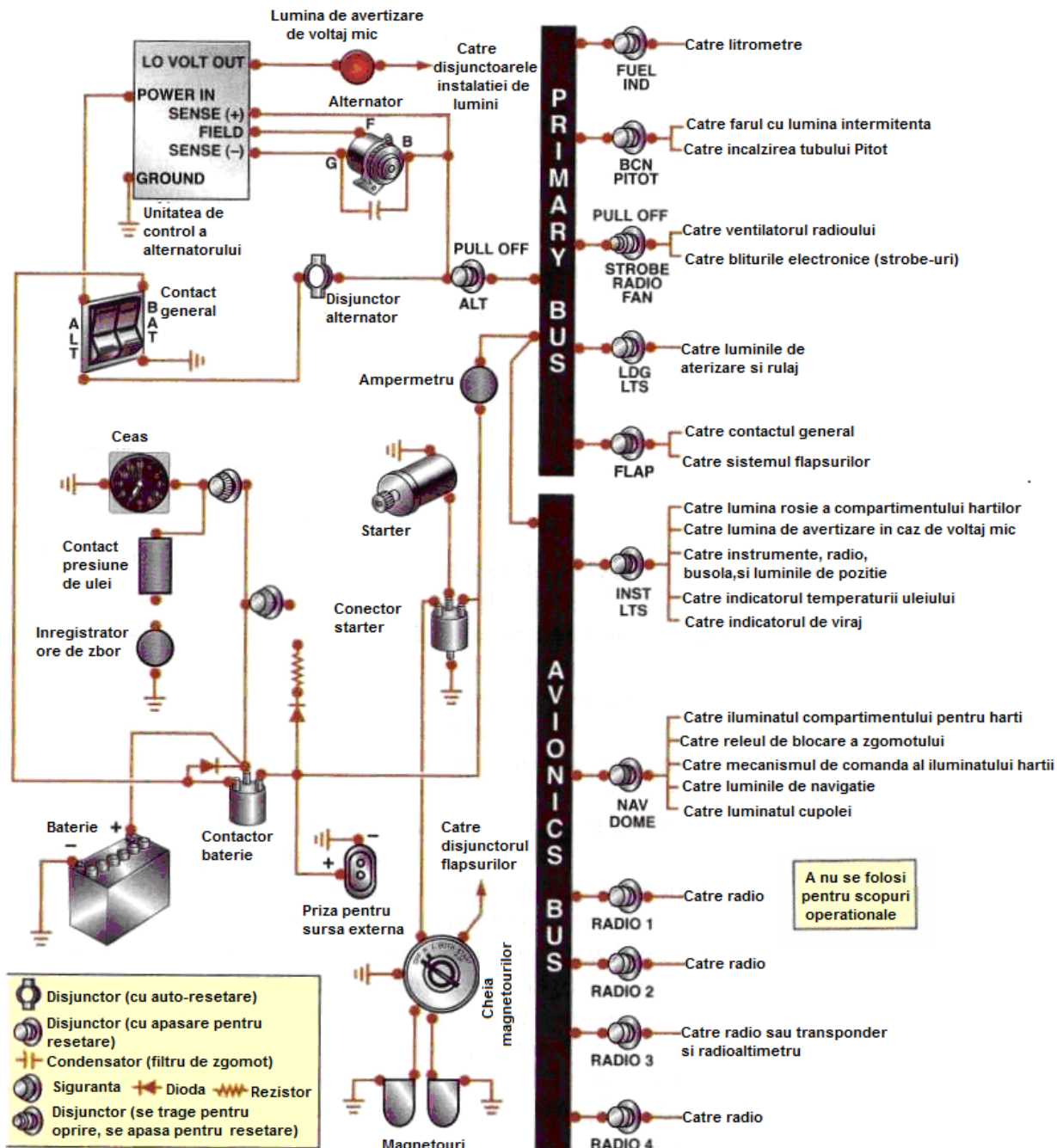


fig.3.13 Exemplu de diagrama electrica

8.2. Sistemul de vacuum

8.2.1. Pompa de vacuum

Majoritatea sistemelor de vacuum moderne folosesc o pompă de vacuum antrenată de motorul aeronavei. Aceasta creează presiune negativă în interiorul carcasele instrumentelor giroscopice.

Depresiunea necesară trebuie să fie cu 3 până la 5 inch mercur mai scăzută decât presiunea atmosferică. Va fi indicată în cabină printr-un instrument specializat.



fig.3.14 Instrument de indicare a secțiunii

Aerul aspirat este filtrat și direcționat printr-o duză prin rotorul giroscopului, făcând ca acesta să se rotească la o viteză ridicată, adesea peste 20.000 RPM. Aerul este aspirat încontinuu pe durata funcționării motorului de către pompa de vacuum și eliberat în atmosferă.

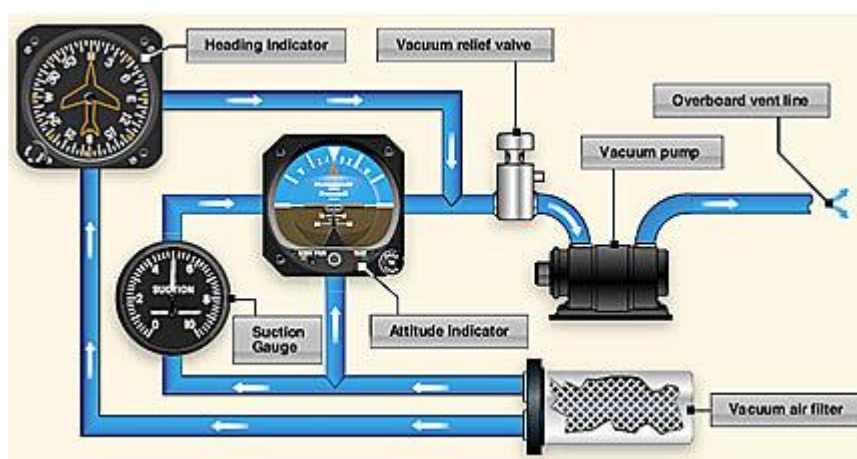


fig.3.15 Circuitul de Vacuum



Defecțiuni ale sistemului de vacuum

Filtrul de aer blocat

Dacă filtrul de aer se blochează, curentul de aer redus poate permite giroscopelor să scadă treptat rotațiile pierzându-și proprietățile (stabilitate în spațiu și precizie), iar instrumentele care funcționează cu vacuum vor indica eronat sau vor răspunde cu întârziere. Un vacuum mai scăzut este indicat de instrumentul de bord aferent.

Insuficiența pompei de vacuum

Aceasta va fi indicată de o valoare zero a instrumentului de vacuum. Cu puțin noroc, giroscopurile pot avea suficientă viteză să permită instrumentelor o citire corectă pentru un minut sau două înainte ca acestea se oprească complet.

Presiune în exces

Dacă presiunea este prea mare, rotorul giroscopului se poate roti prea repede și pot surveni daune mecanice. Pentru a preveni acest lucru, o supapă de evacuare va elibera excesul de aer în atmosferă pentru a readuce debitul de aer la valori normale.

9. Instrumentele aeronavei

9.1. Instrumente și sisteme de indicare

Instrumentele aeronavei utilizează diferite mijloace pentru a afișa pilotului atitudinea aeronavei. O parte din instrumentele de bază utilizează presiunea atmosferică și sunt denumite instrumente de presiune, altele folosesc magnetismul pământului și efectul giroscopic. Mai complex, sistemele moderne folosesc tehnologie electronică, computerizată și prin satelit. Cabinele aeronavei noastre sunt umplute cu tot mai multe cadrane și indicatoare. O anumită ordine și standardizare a modului de amplasare a instrumentelor, care sunt absolut necesare în operarea aeronavei au fost aranjate sub aspectul de mai jos, denumit generic ” six pack”:



fig.4.1 Instrumente esențiale

Alte instrumente sunt amplasate pe poziții convenabile pentru proiectantul aeronavei și producător.

9.2. Instrumente pentru măsurarea presiunii

9.2.1. Indicatorul de presiune al uleiului

Indică în cabină presiunea uleiului oferită de pompa de ulei, senzorul de presiune al uleiului este situat după pompa de ulei și înainte ca uleiul să intre în circuitul din motor.

Funcționarea multor motoare pentru aeronave se bazează pe acțiunea lichidelor și a gazelor a cărei presiune trebuie măsurată și indicată pilotului. Instrumentele și sistemele de indicare se încadrează în două categorii: citire directă și indicare la distanță.

„Citirea directă” descrie tipul de instrument utilizat atunci când fluidul este alimentat direct la interiorul instrumentului poziționat în cabină.

„Indicarea de la distanță” este aceea în care un element de detecție separat este conectat la o sursă la un moment dat și informațiile solicitate sunt transmise electric la instrumentul din cabină.

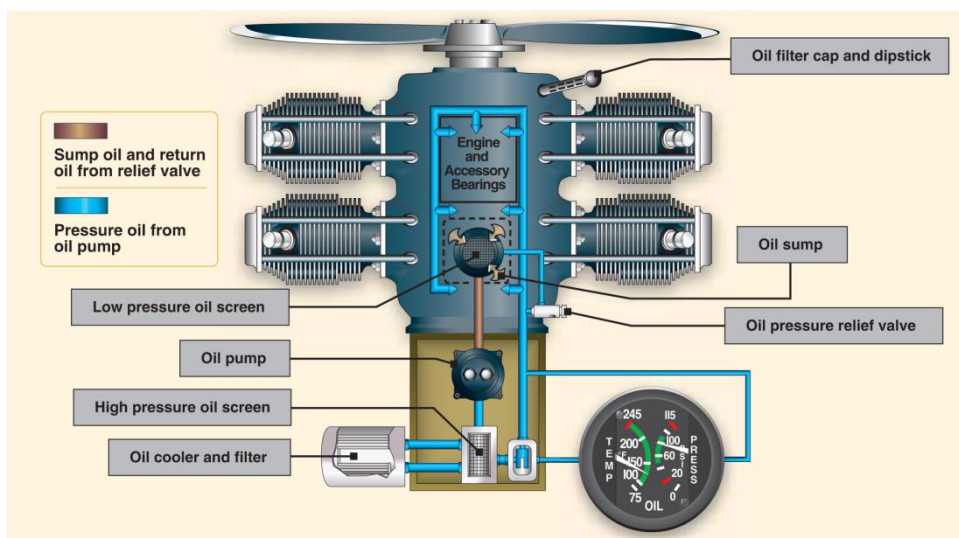


fig.4.2 Circuit de prelevare presiune ulei

La un regim de putere normală, o presiune scăzută a uleiului poate indica o lipsă de ulei și o defectare iminentă a motorului. Presiunea scăzută a uleiului ar putea însemna:

- lipsă de ulei datorată unei defectiuni din sistemul de ungere;
- ulei insuficient;
- pierderi de la rezervorul de ulei sau de la conductele de ulei;
- defectarea pompei de ulei;
- uzura motorului, precum jocuri mari la lagarele arborelui cotit;
- supapa de reducere a presiunii este deschisă (blocată).

La pornire, indicatorul de presiune al uleiului ar trebui să indice o creștere a presiunii uleiului în max. 30secunde. Câteodată indicatorul de presiune al uleiului sau senzorii se defectează și dau indicații greșite. O indicare de presiune scăzută a uleiului poate fi interpretată greșit, atunci când observăm că temperatura uleiului rămâne normală pe o perioadă de timp. Fiți atenți la ambele indicatoare(presiune/temperatura), aterizați cât mai curând posibil și cercetați defectul.

9.2.2. Manometru de presiune în galeria de admisie

Manometru de presiune în galeria de admisie a unui motor cu piston, folosește două burdufuri pentru a măsura ambele presiuni atmosferice ambientale și presiunea în galerie de intrare. acest ecartament masoara presiunea absoluta și sunt de obicei calibrate în centimetri de mercur (în. Hg). Versiunile anterioare ale acestui instrument au fost calibrate pentru a citi „Boost” în kilograme pe inch pătrat și numit Boost Pressure Maneges.



fig. 4.3 Manometru presiune admisie

Atunci când motorul nu funcționează, pe manometru se poate citi presiunea atmosferică ambientală. În timp ce aeronava este staționată la sol, această indicație specială se numește boost static.

9.2.3. Indicatorul de presiune combustibil

Poate fi montat în sistemul de injecție cu combustibil pentru a indica presiunea de combustibil și printr-o calibrare adecvată vă permite să fie ajustat amestecul în funcție de altitudine și setarea de putere.

9.3. Instrumente monitorizare temperatură

9.3.1. Indicatorul de temperatură a uleiului

Este amplasat în cabină. Este conectat de o sondă de temperatură care monitorizează temperatura uleiului după ce a trecut prin radiatorul de răcire și înainte să fie folosit în secțiunile fierbinți ale motorului.

Motoarele cu piston sunt motoare termice. Puterea pe care o produc este direct proporțională cu căldura degajată în timpul arderii combustibilului. Componentele motorului și sistemele sunt proiectate să reziste la anumite temperaturi. Dacă temperatura limită este depășită, componentele se pot defecta. Pentru o funcționare sigură, trebuie monitorizate temperaturile motorului. Următoarele temperaturile sunt monitorizate la motoarele cu piston: ulei, gaze de evacuare și chiulasa.

În primul rând, uleiul în sine își va păstra proprietăți lubrefiante până la un anumită temperatura maximă. Mai sus de asta temperatura, uleiul se descompune și părțile mobile ale motorului încep să se frece între ele, generând căldura excesivă. Rezultând avarierea rapidă a motorului. Motorul folosește un procent din puterea sa forțând uleiul în cuzineți. Cu cât este mai rece uleiul, cu atât va fi mai mare procentul de putere. Pentru ca aeronava să funcționeze în siguranță, temperatura uleiului de motor trebuie să atingă un anumit nivel înainte ca pilotul să poată fi sigur că motorul său livrează puterea necesară.

9.3.2. Indicatorul temperaturii chiulaselor cilindrilor (CHT).

Indicatorul de temperatură al capului cilindrului este un instrument de motor conceput pentru a proteja motorul împotriva căldurii excesive.



fig.4.42 Indicator al temperaturii chiulaselor cilindrilor (CHT).

Principiul de funcționare al sistemului de măsurare a temperaturii capului cilindrului este similară cu cea a gazelor de eșapament. O sondă constând din două metale diferite, unite între ele pentru a forma un termocuplu, este montată pe chiulasa motorului. Sonda transmite o tensiune la un voltmetru în cockpit care indică o valoare proporțională cu temperatura sesizată. La majoritatea motoarelor folosite în aviația generală se prelevă o probă de temperatură de pe cel mai fierbinte cilindru, acesta fiind determinat în urma perioadei de teste efectuate de producător. Din nou, pilotul trebuie să se asigure că temperatura capului cilindrului rămâne în limite normale într-o urcare prelungită (pentru a evita riscul de supraîncălzire) sau o coborâre prelungită (risc de răcire bruscă).

Temperatura la chiulasă trebuie monitorizată atât în timpul zborului cât și la sol, când răcirea este mai slabă. Manualul de Zbor al Aeronavei vă va indica temperaturile minime și maxime, recomandate pentru o funcționare optimă a motorului.

9.3.3. Temperatura gazelor de evacuare (EGT)

Un instrument pentru temperatură al gazelor de evacuare, poate indica dacă motorul tău funcționează folosind un amestec sărac sau prea bogat.



fig.4.5 Indicator EGT

O sondă de temperatură a gazelor de evacuare este instalată la aproximativ patru centimetri de chiulasă pe sistemul de evacuare. Sonda este joncțiunea a două diferite

metale numite termocuplu. Când un termocuplu este încălzit, o tensiune este produsă care este proporțională cu temperatura la joncțiune. Instrumentul, în sine, este un milivoltmetru care este calibrat în grade Celsius sau Fahrenheit. Cu toate că indicatorul de temperatură al gazelor de eșapament poate ajuta la depistarea unei probleme de la motor, acesta este în primul rând un instrument de gestionare a debitului de combustibil.

9.4. Sistemul de măsurare a combustibilului

9.4.1. Litrometrele

Măsurarea cantității de combustibil în rezervoarele de combustibil ale aeronavei și indicarea sa exactă pentru pilotului este o cerință esențială. Cea mai simplă formă de indicarea volumului este un sistem plutitor. Aeronavele timpurii aveau un plutitor care rămânea la suprafața combustibilului. Pe acesta era atașată o bucată de sârmă care ieșea în exterior pe partea de sus a rezervorului de combustibil. Pe măsură ce nivelul combustibilului se reducea, sârma odată cu plutitorul se scufunda în interior.

Au existat multe variante ale acestui sistem. Cel mai întâlnit pe aeronavele ușoare moderne folosește un plutitor conectat la un rezistor variabil care modifică curentul furnizat la un indicator cu o scară gradată care aproxima volumul de combustibil în litri sau galoane disponibili în rezervoare.

Dezavantajul acestui sistem este că indicația nu este liniară și nu există prevederi pentru efectuarea ajustărilor pentru precizia sistemului. Ecartul este setat să fie exact în pozițiile gol și complet plin. De asemenea, sistemul este supus unor erori ori de câte ori aeronava execută manevre gen viraje și/sau schimbări de atitudine.

9.4.2. Debitmetrul de combustibil (fuel flow)

Ca și măsurarea cantității de combustibil conținut în rezervoare, există instrumente care pot indica și rata consumului de combustibil. Debitmetrul de combustibil poate afișa debit volumetric sau masic.

Un debitmetru simplu poate să fie o adaptare a unui manometru. Acest sistem este utilizat în multe aeronave ușoare care folosesc sisteme de injecție de combustibil pentru motorul cu piston



fig.4.6 Debitmetru combustibil (reprezentarea din dreapta)

9.5. Echipamente de transmitere a poziției aeronavei sau transponder

Un transponder de baliză radar sau pur și simplu un transponder, asigură identificarea pozitivă și amplasarea unei aeronave pe ecranele radar ale ATC. Pentru fiecare aeronavă echipată cu un codificator de altitudine, transponderul furnizează de asemenea altitudinea de presiune a aeronavei care va fi afișată adiacentă pe ecran alături de figura aeronavei. Capabilitățile radarelor din aeroporturi variază. În general, sunt două tipuri, radarul este utilizat de controlul traficului aerian (ATC). Radarul primar transmite secvențial undele radio UHF sau SHF în toate direcțiile. Când undele radio întâlnesc o aeronavă, o parte din aceste valuri se reflectă înapoi la o antenă la sol. Se fac calculele într-un receptor pentru a determina direcția și distanța aeronavei față de emițător. Un punct sau o țintă reprezentând aeronava este afișată pe un ecran radar cunoscut și sub denumirea de indicator de poziție a planului (IPP). sunt prezentate azimutul direcția și distanța măsurată față de turn oferind controlorilor o imagine bidimensională despre aeronavă.

Impulsurile din modul 3 / A, așa cum sunt cunoscute, ajută la confirmarea locația aeronavei. Când comunicarea verbală este stabilit cu ATC, un pilot este instruit să selecteze un cod pe transponder. Acestea coduri octale sunt digitale. Stația de la sol transmite un impuls de energie la 1030 MHz iar transponderul transmite un răspuns cu codul atribuit atașat la 1090 MHz. Acest lucru confirmă locația aeronavei de obicei modificând simbolul țintă pe ecranul radarului. Deoarece ecranul poate fi umplut cu multe aeronave, ATC poate cere, de asemenea, pilotului să identifice. Apăsând butonul IDENT de pe transponder, acesta transmite în așa fel încât să fie evidențiat simbolul țintă al aeronavei pentru a ieși în evidență.

Pentru a obține o transmitere a altitudinii, modul transponderului trebuie să fie plasat în poziția ALT sau Mod C. Semnalul transmis înapoi la ATC ca răspuns la interogarea pulsului este apoi modificat cu un cod care plasează altitudinea de presiune a aeronavei de lângă simbolul țintă de pe ecranul radarului. Transponderul primește altitudinea de presiune a aeronavei de la un codificator de altitudine la care este conectat electric transponderul.

Pentru a crește siguranța, a fost dezvoltat un sistem care transmite și altitudinea, poartă denumirea de transponder Mode S. Cu modul S, fiecărei aeronave i se atribuie o identitate unică cod care se afișează împreună cu altitudinea pe radarul ATC atunci când transponderul răspunde la interogarea SSR.



fig.4.7 Transponder

9.6. Indicator RPM

Măsurarea turației motorului este de o importanță vitală, permițând un control precis și monitorizarea motorului de către pilot. La motoarele cu piston, este viteza arborelui cotit care este măsurat, în rotații pe minut (RPM). Instrumentul de bază pentru măsurarea vitezei de rotație a motorului cu piston sunt tahometrul mecanic (sau magnetic).

Tahometrul mecanic este format dintr-un cablu de antrenare flexibil și indicator RPM. Un capăt al cablului de antrenare flexibil este conectat la indicatorul RPM din cabina de pilotaj. Celălalt capăt al cablului de antrenare este conectat la carcasa de acționare accesorie de pe carcasa motor, unde este antrenat prin angrenaje de arborele cotit.

Tahometrul magnetic folosește un magnet într-o carcasă de aluminiu sau cupru antrenat direct de arborele cotit. Prin procesul de inducție se creează un curent electric care măsurat va indica pe o scară gradată RPM



fig 4.8 Indicator RPM

9.7. Măsurarea presiunii

Presiunea este definită ca forță pe suprafață. În termeni de instrumente de aeronave cu motor ușoare, în mod normal, este indicat în livre(pounds) pe inchi pătrați (PSI), sau centimetri de mercur (în. Hg).

Instrumentele sub presiune se bazează pe sistemul static și tubul pitot, care furnizează toate elementele necesare instrumentelor de zbor barometrice cu informațiile de presiune. Conectate la acest sistem sunt următoarele instrumente:

- Indicator de viteză a aerului
- Altimetru
- Indicatorul de viteză verticală

Presiunea Statică

La orice punct în atmosfera, presiunea statică este exercitată în mod egal în toate direcțiile. Este rezultatul greutății tuturor moleculelor ce compun aerul deasupra aceluși punct apăsând în jos. Presiunea statică a atmosferei este exercitată chiar acum în toate punctele de pe pielea mâinii dumneavoastră. Așa cum sugerează și numele său, presiunea statică nu presupune mișcarea relativă a aerului. Presiunea statică este măsurată pe suprafața unui avion cu ajutorul unei supape statice.

Presiunea Dinamică

Dacă ții mâna dreaptă contra vântului puternic sau în afără ferestrei aflându-vă într-o mașină în mișcare, atunci se simte o presiune în plus datorită vântului care lovește mâna dumneavoastră. Această presiune peste presiunea statică care este prezentă întotdeauna, se numește presiune dinamică sau presiune datorată mișcării relative. Este simțită de corpul ce se mișcă relativ cu aerul, ar putea să se miste prin aer sau aerul ar putea să curgă pe lângă acesta.

Cât de puternică poate fi această presiune dinamică depinde de doi factori:

Viteza corpului raportată cu aerul. Cu cât mașina circulă mai repede sau cu cât vântul suflă mai tare, cu atât presiunea dinamică în plus pe care o simțiți pe mână este mai puternică. Acest lucru este datorat faptului că mâna este lovită de mai multe molecule de aer pe secundă.

Densitatea aerului. În afără atmosferei, oricât de repede ai călătorit nu simți această presiune dinamică pentru că practic nu sunt molecule de aer care să te lovească.

La nivelul mării, acolo unde atmosfera este cea mai densă, mâna dumneavoastră ar fi lovită de multe molecule de aer pe secundă, cu siguranță mult mai multe decât cele din zonele superioare ale atmosferei. Deci, chiar dacă ați călători cu aceeași viteză veți simți o presiune dinamică mult mai mică în regiunile mai înalte și mai puțin dense ale atmosferei.

Formula presiunii dinamice:

$$\frac{1}{2} \rho V^2$$

Unde ρ este densitatea aerului, ce scade odată cu altitudinea, iar V este viteza corpului în raport cu aerul (nu contează dacă corpul se mișcă prin aer sau dacă aerul trece pe lângă corp, ori o combinație între amândouă - atâta timp cât se mișcă proporțional una cu cealaltă va exista presiune dinamică).

Presiunea totală

În atmosferă, întotdeauna este exercitată presiune statică, într-o anumită măsură, dar pentru ca presiunea dinamică să fie exercitată, trebuie să existe o mișcare a corpului în raport cu aerul. Presiunea totală este compusă din presiune statică plus presiune dinamică. Presiunea totală se mai numește și presiune pitot, presiune ram sau presiune de impact.

9.7.1. Sistemul static și tubul pitot

Tubul Pitot măsoară viteza de curgere a unui fluid (de obicei gazos) prin transformarea energiei cinetice a fluidului în energie potențială. Sau tubul Pitot este un instrument simplu și eficient de măsurare a diferenței dintre presiunea statică, dinamică și totală. Este utilizat pe scară largă pentru a determina viteza unei aeronave și pentru a măsura viteza aerului.

Tubul Pitot de bază constă dintr-un tub îndreptat direct în fluxul de aer. Deoarece acest tub conține aer, presiunea poate fi măsurată; aerul în mișcare este adus în starea de repaus, după cum nu există nici o ieșire pentru a permite fluxului să continue. Această

presiunea este presiunea de stagnare a aerului, cunoscută și ca presiunea totală sau presiunea Pitot.

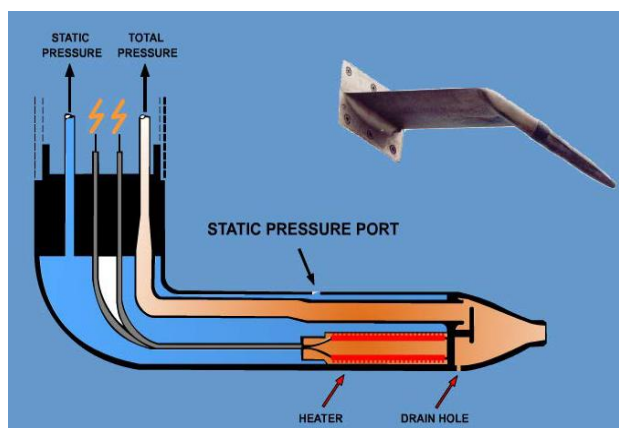


fig.4.9 Tubul Pitot

Presiunea de stagnare măsurată, în sine, nu poate fi utilizată pentru a determina viteza aerului. Principiul folosește relația lui Bernoulli:

Presiunea totală = presiunea statică + presiunea dinamică

Atunci, presiunea dinamică este diferența dintre presiunea totală și cea statică. Presiunea statică este în general măsurată folosind porturi statice pe o parte a fuzelajului.

Presiunea dinamică este determinată utilizând o diafragmă în interiorul unui container închis. În cazul în care aerul de pe o parte a diafragmei este la presiune statică, iar de partea cealaltă este la presiune de stagnare, atunci deformarea diafragmei este proporțională cu presiunea dinamică, care poate fi apoi folosită pentru a determina viteza indicată de aeronave. Regimul diafragmei este de obicei inclus în indicatorul de viteză, care convertește presiunea dinamică în viteza citită prin intermediul unor pârghii mecanice.

9.7.2. Măsurarea temperaturii

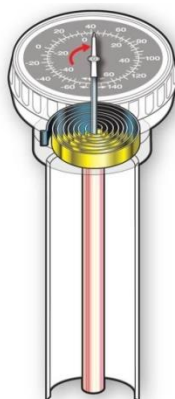


fig.4.10 Termometrul

Cei mai mulți dintre noi nu ne gândim prea mult la indicatorul de temperatură al aerului exterior, dar există pentru motive foarte bune. Oferă informațiile necesare pentru a realiza calculul de viteză adevărată, altitudinea de densitate și alte calcule. De asemenea, servește ca o avertizare timpurie a potențialelor condiții de givraj. Ecartul termometrului este simplu și este surprinzător de precis. Se compune din trei componente principale: o sondă, o bandă bimetalică și un indicator de transformare și de indicare.

Sonda ridică temperatura aerului, apoi o transmite la o bandă subțire de metal care este înfășurată într-o bobină. Metalul este bi-component, de obicei oțel și cupru, topite unul peste celălalt. Fiecare dintre aceste metale răspunde diferit la încălzire sau răcire. Pentru a utiliza un termen din fizică, aceștia au coeficienți diferiți de expansiune termică. Pe măsură ce sonda încălzește bobina, banda exterioară de cupru se extinde, îndreptând bobina. Odată cu răcirea, banda interioară de oțel se contractă, determinând strângerea bobinei. Între timp, bobina, care este conectată mecanic la indicatorul termometrului, se deplasează astfel încât să indice temperatura pe fața cadranului.

Termometrele mai vechi folosesc scala Fahrenheit ca principală indicație a temperaturii. Cele mai noi folosesc scara Celsius, care devine rapid moneda țărâmului în meteorologia modernă, manualele de operare ale pilotului și aviația în generală. Chiar și așa, ambele scale sunt de obicei reprezentate, astfel încât toți piloții să cunoască valoarea - indiferent de preferința lor.

Marje de eroare

Unele avioane de înaltă performanță cu glass cockpits măsoară temperatură exterioară electronic. S-ar putea să credeți că această metodă este mai exactă decât tehnica cu arc în spirală, dar testele au confirmat că ambele pot fi la fel de exacte. Adevărat, încălzirea prin frecare poate provoca citiri false, ridicate pe indicatoarele de temperatură exterioară cu arcuri cu arc, dar acest lucru se produce numai la viteze de viteză mai mari de 180 de noduri. și chiar atunci, creșterea temperaturii este doar un grad sau două. Pentru a feri de frecare, precipitații și efecte de acumulare de gheață, unele sonde sunt închise într-o teacă de metal, perforate cu găuri pentru a permite curgerea liberă a aerului.

9.8. Altimetrul

Atmosfera standard Internațională (ISA)

ISA are: un standard mediu al mării MSL (mean sea level) de 1013,25 milibari (mb) care scade cu aprox. 1mb cu fiecare 30ft în înălțime. Din scopuri practice, folosim 1013mb.

O temperatură MSL de +15 ° C, care scade cu aproximativ 2 ° C la fiecare 1.000ft pe verticală.

Standardul internațional de atmosfera al densității aerului și al nivelului mediu al mării este 1,225gm / metru cub, și acesta descrește odată cu creșterea altitudinii.

Hectopascalul (hPa), un nou standard de măsurare a presiunii în aviație, echivalentul milibarului, a fost adoptat în multe țări. Deoarece 1 mb = 1hPa, doar schimbarea de nume este semnificativă.

Reglajele importante ale altimetrului sunt QNH, QFE și presiunea standard. Adaptarea la QNH, care este presiunea pe aeroport corectată la nivelul mării la valorile ISA - atmosfera standard internațională. Ajustarea la QFE la sol, care va indica o indicație de 0 picioare

Ajustarea la presiunea standard de 1013,25 milibar. Acest lucru se realizează pentru zbor la nivel de zbor.

QNE și QFF sunt mai puțin utilizate și sunt definite după cum urmează:

QNE, în timp ce aceasta este altitudinea indicată după aterizare dacă altimetrul este selectat la 1013,4 milibar

QFF - presiunea reală la nivelul mării

Indicația altimetrului este întotdeauna legată de nivelul de presiune care este reglat în fereastra Kollsman (sub scală).

Scala de indicare a altimetrului poate fi fie în picioare, fie în metri și scara în Kollsman poate fi fie în Hectopascali, fie în centimetri de mercur. O reducere de 1 Hectopascal pe scara ferestrei Kollsman va determina indicarea altimetrului să scadă cu aproximativ 30 de picioare și invers.

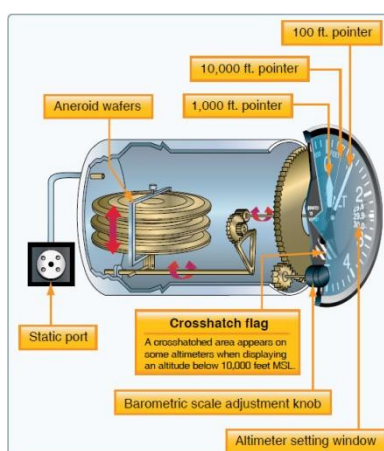


fig.4.11 Altimetrul

Elementul de percepere al presiunii instrumentului este o capsulă metalică sigilată, o diafragmă (capsulă aneroidă) în interiorul unei carcase. Odată cu creșterea altitudinii, presiunea aerului din carcasă scade și capsula aneroidă din interiorul carcasei se extinde, determinând rotirea indicatoarelor în sensul acelor de ceasornic. De îndată ce aeronava își reia zborul orizontal rezistența capsulei și presiunea atmosferică va fi într-o stare de echilibru și noua altitudine este indicată.

Când aeronava coboară, capsula se contractă deoarece presiunea înconjurătoare crește. Acest lucru face ca indicatoarele să se rotească invers sensul acelor de ceasornic. La noua altitudine (inferioară), capsula și presiunea vor intra din nou într-o stare de echilibru, iar indicatorii vor indica noua altitudine.

Mecanismul de reglare a presiunii barometrice este montat în carcasă. Este format dintr-un braț orientat pe arborele unui buton de reglaj din fața carcasei. Arborele poartă, de asemenea, un pinion care se plasează cu un angrenaj în jurul mecanismului principal. Când butonul este rotit pentru a seta presiunea de aer necesară, mecanismul principal este, de asemenea, rotit și indicatoarele sunt setate la altitudinea corespunzătoare.

Erorile care afectează altimetrele sunt multe, iar amploarea unora dintre ele variază în funcție de tipul altimetrului. Se depune mult efort pentru îmbunătățirea preciziei instrumentului; toleranțele admise ale altimetrelor moderne sunt mai mici decât în cazul tipurilor anterioare. Există alte erori cauzate de abaterea atmosferei reale de la condițiile standard și, de asemenea, dificultatea de a sesiza corect presiunea aerului exterior.

Cu multe tipuri de altimetre, răspunsul la schimbarea înălțimii nu este instantaneu. Acest lucru face ca altimetrul să fie sub-citit într-o urcare și supra-citit într-o coborâre. Decalajul se observă cel mai mult atunci când modificarea altitudinii este rapidă și prelungită. În calibrarea în laborator a altimetrului sensibil, decalajul dintre citirile de creștere și cele descrescătoare nu trebuie să depășească 150ft.

Erorile sunt menținute cât mai mici prin ajustări în cadrul instrumentului, iar procedura de calibrare asigură că acestea sunt în limitele permise. Erorile reziduale pot fi listate pe un card de corecție.

Eroare de Poziție (presiune)

Acest lucru se datorează în mare măsură incapacității de a sesiza adevărata presiune statică în afară aeronavei

Eroare indusă de manevră

Acest lucru este cauzat de fluctuații tranzitorii sau de scurgere de presiunea statică în timpul schimbării altitudinii și a întârzierilor în transmiterea schimbărilor de presiune datorate efectelor vâscoase și acustice ale conductei statice.

Eroare barometrică

Dacă altimetrul are o sub-scală de presiune și QNH local este setat pe el, altimetrul va indica înălțimea AMSL. Dacă presiunea de suprafață locală s-a modificat de la setarea valorii QNH, va rezulta o eroare barometrică de 27ft pe hPa. Dacă presiunea a scăzut altimetrul indică o valoare mai mare decât cea reală.



Eroare de temperatură

Chiar și fără alte erori, altimetrul de presiune nu va indica altitudinea adevărată (înălțimea AMSL) decât dacă temperatura suprafeței și rata de scurgere a coloanei de aer sunt cele asumate în calibrare. Când zbori în aer mai rece (cu o densitate a aerului mai mare decât ISA la acea altitudine), altimetrul va indica prea mult.

Blocaj și scurgeri

Dacă sursa statică se blochează, altimetrul nu va înregistra nicio modificare a înălțimii, înălțimea la care s-a produs blocajul va fi indicată în continuare indiferent de urcare sau coborâre. La multe aeronave, va fi disponibilă o sursă alternativă de presiune statică. Dacă fracturarea liniei statice într-o aeronavă sub presiune, altimetrul va arăta altitudinea (mai mică) a cabinei și nu altitudinea aeronavei.

O fractură în linia statică dintr-o aeronavă nepresurizată va duce, în mod normal, la o citire excesivă a altimetrului, datorită presiunii în cabină mai mică decât cea ambientală, din cauza aspirației aerodinamice.

9.9. Indicatorul de viteză verticală

Indicatorul de viteză verticală arată rata de coborâre sau rata de urcare a unui avion. De asemenea, este utilizat pentru a menține nivelul de zbor selectat în zborul drept și nivel. Indicatorul de viteză verticală este calibrat pentru a indica viteza de urcare sau coborâre, fie în picioare pe minut, fie în metri pe secundă.

Toți indicatorii pneumatici de viteză verticală funcționează cu o întârziere considerabilă. Sunt manometre de presiune diferențială foarte sensibile, concepute pentru a indica viteza de modificare a altitudinii pur și simplu de la modificarea presiunii statice.

Indicația de urcare sau coborâre a indicatorului de viteză verticală este cauzată de măsurarea diferenței de presiune între presiunea din interiorul capsulei aneroid, care este direct conectat la presiunea statică și presiunea din interiorul carcasei, conectat doar la presiunea statică printr-un mic restrictor. Prin urmare, într-o urcare, presiunea în interiorul capsulei aneroid va scădea mai repede decât în interiorul carcasei instrumentului, deoarece fluxul de aer este restricționat. Acest lucru va determina comprimarea aneroidului și apoi va fi transferată printr-un sistem de roți dințate și pârghii la indicator.

Pe indicatorul de viteză vertical cu recipient de compensare, presiunea din interiorul capsulei aneroid iese din recipientul de compensare, ceea ce ar trebui să ofere o precizie mai mare printr-o creștere a volumului de aer.

Principiul de funcționare

Principiul de bază al indicatorului de viteză verticală se bazează pe faptul că presiunea statică, adică barometrică, este o funcție a altitudinii. Indicatorul de viteză verticală funcționează ca un manometru diferențial. Măsoară viteza de schimbare a presiunii statice în interiorul și în afrcapsulei.

Pe măsură ce aeronava urcă, presiunea statică din interiorul carcasei este momentan prinsă de unitatea de dozare calibrată în timp ce presiunea statică din interiorul capsulei

scade imediat. Diferența rezultată deprimă diafragma, determinând indicatorul să indice o urcare. În timpul unei coborâri are loc acțiunea opusă.

Indicator de viteză verticală bazat pe capsulă

Indicatorul de viteză vertical funcționează pe principiul presiunii diferențiale. Bazat pe capsule simte modificările presiunii statice și le convertește pentru a indica o rată de urcare sau coborâre în picioare pe minut (uneori în metru pe secundă). Instrumentul este conectat la linia statică a sistemului pitot, carcasa printr-un tub capilar și capsula aneroidă printr-o conductă „normală”.

Un indicator de viteză vertical bazat pe diafragmă, camera de aer folosește o unitate care este proiectată pentru a crea un efect de presiune diferențial mai rapid, în special la începutul unei urcări sau coborâri.

Mecanismul indicator este închis într-o cutie închisă ermetic cu o conexiune în spate la linia de presiune statică. Mecanismul este format din indicatorul, un orificiu pentru calibrat și un spațiu gol de aer. Divizează camera de aer în 2 secțiuni separate.

Camera inferioară este conectată direct la linia de presiune statică prin filtrul în cascadă. Camera superioară a carcasei este deschisă, care este conectată la filtrul în cascadă printr-o deschidere calibrată. Astfel, o cameră este alimentată cu presiune statică, iar cealaltă, cu presiunea care iese în interiorul carcasei. În condiții de zbor la același nivel, presiunea statică rămâne constantă. Presiunile din ambele camere sunt egale, iar indicatorul indică valoarea „zero”.

Odată cu creșterea altitudinii, presiunea statică scade și provoacă o reducere imediată a presiunii în camera inferioară. Presiunea mai mare din camera superioară face ca mecanismul indicatorului să se deplaseze spre presiunea joasă a camerei inferioare până când se ajunge la un echilibru între diferența de presiune și arcul atașat. Când aeronava nu va mai urca, presiunea statică va rămâne constantă și presiunile din cele 2 camere se vor egaliza prin orificiul de calibrat. Arcul va readuce mecanismul indicatorului la zero. În schimb, atunci când aeronava coboară presiunea statică în interiorul camerei inferioare crește și indicatorul indică „jos”. Rata de coborâre indicată crește din nou până când diferența de presiune și presiunea arcului sunt în echilibru, adică până când este indicată adevărata rată de coborâre a aeronavei.

9.9.1. Indicator de viteză verticală instantanee

Indicatorul de viteză verticală poate fi utilizat ca indicator de atitudine dacă indicația sa nu rămâne în urma schimbării efective a presiunii. Pentru a remedia această problemă, a fost elaborat indicatorul de viteză verticală instantanee, Un Indicator de viteză verticală instantanee folosește un mecanism similar cu un indicator convențional de viteză verticală, dar are de asemenea, o pompă de aer, care funcționează ca accelerometru.

Atunci când aeronava își schimbă atitudinea pentru a începe o coborâre, inerția pistonului accelerometrului face ca acesta să se deplaseze în sus, crescând instantaneu presiunea în interiorul capsulei și scăzând presiunea în interiorul carcasei. Această modificare a presiunii oferă o indicație imediată a unei coborâri.

Până în acest moment, decalajul Indicatorului de viteză verticală obișnuit a fost depășit și începe să indice descendența; nu mai există inerție de la rotirea nasului în jos și pistonul accelerometrului va fi centrat astfel că instrumentul va indica nivelarea de la coborâre.

Blocarea sistemului Pitot-static

Erorile indică aproape întotdeauna blocarea tubului pitot, a portului sau porturilor statice sau a ambelor. Blocarea poate fi cauzată de umiditate (inclusiv gheață), murdărie sau chiar insecte. Înainte zborului, asigurați-vă că capacul tubului pitot este îndepărtat. Apoi, verificați deschiderea portului pitot și static. Un tub de pitot blocat afectează doar precizia indicatorului de viteză. Cu toate acestea, blocarea sistemului static nu afectează numai indicatorul de viteză, dar poate provoca erori pe altimetru și pe indicatorul de viteză verticală.

Blocarea sistemul Pitot

Sistemul pitot poate fi blocat complet sau parțial doar dacă gaura de scurgere a tubului pitot rămâne deschisă. Dacă tubul Pitot se blochează și orificiul de scurgere aferent rămâne liber, aerul nu mai poate intra în sistemul Pitot. Aerul deja în sistem va ieși prin orificiul de scurgere, iar presiunea rămasă va scădea la presiunea ambientală (exterioară). În aceste condiții, citirea indicatorului de viteză scade până la zero, deoarece indicatorul de viteză nu constată nici o diferență între presiunea aerului și presiunea statică. Indicatorul de viteză indică ca și cum avionul ar fi în repaus. Pierderea aparentă a vitezei aerului nu este de obicei instantanee. În schimb, viteza aerului va scădea spre zero.

În cazul în care tubul Pitot, drenajul și sistemul static devin blocate în zbor, modificările vitezei nu vor fi indicate, indicația corespunzând presiunii rămase blocate în interiorul carcaselor și tubulaturii aferente. Totuși dacă sistemul static rămâne neobstrucționat, indicatorul de viteză acționează ca un altimetru. O creștere aparentă a presiunii aerului din sistemul Pitot în raport cu presiunea statică apare când altitudinea crește deasupra nivelului în care tubul Pitot și gaura de evacuare au devenit blocate. Această diferență de presiune face ca indicatorul de viteză să arate o creștere a vitezei. O scădere a indicației vitezei aerului apare pe măsură ce avionul coboară sub altitudinea la care sistemul de Pitot a rămas blocat (vitezometrul va indica o descreștere a vitezei în coborâre, fapt anormal, care dacă nu este interpretat corect poate avea consecințe grave ajungându-se ușor la depășirea VNE prin împingere de manșă pentru asigurarea vitezei care va descrește și mai accentuat).

Tubul Pitot poate deveni blocat în timpul zborului prin umiditate vizibilă. Unele avioane pot fi echipate cu sisteme de încălzire acestuia pentru zbor în condiții de umiditate vizibilă. Consultați AFM sau POH pentru proceduri specifice privind utilizarea acest sistem.

Dacă priza de presiune statică se blochează, dar tubul Pitot rămâne liber, indicatorul de viteză continuă să funcționeze, dar este inexact. Indicațiile de viteză sunt mai mici decât viteza reală atunci când avionul este acționat peste altitudinea în care porturile statice au fost blocate, deoarece presiunea statică rămasă blocată de dinaintea blocajului, nu se modifică, fiind mai mare decât normal pentru acea altitudine. Când zburăți la o altitudine mai mică, o viteză aerului mai mare decât cea reală este afișată datorită presiunii statice relativ mici prinse în sistem.

Un blocaj al sistemului static afectează, de asemenea, altimetrul și indicatorul de viteză verticală. Presiunea statică prinsă determină înghețarea altimetrului la altitudinea în care s-a produs blocajul. În cazul indicatorul de viteză verticală, un sistem static blocat produce o indicație continuă a valorii de zero.

9.10. Indicatorul de viteză a aerului (vitezometrul)

Indicatorul de viteză afișează viteza cu care aeronava se deplasează prin aer, indiferent de direcția sau viteza vântului. Acestea sunt manometre foarte sensibile care măsoară diferența dintre presiunea captată de tubul Pitot (sau de impact, totală) și presiunea statică (sau atmosferică) detectată prin priza statică. Cu cât este mai mare diferența dintre cele două valori de presiune, cu atât va fi mai mare indicația vitezometrului.

Descrierea sistemului

Vitezometrul indică viteza aeronavei în raport cu aerul din jur. Ca element de măsurare se folosește o diafragmă. Indicația se bazează pe măsurarea unei presiuni diferențiale, rezultată din presiunea din interiorul diafragmei (presiunea totală) și presiunea din interiorul carcasei (presiunea statică).

Un instrument de indicare a vitezei este format din:

- Carcasă etanșă
- Diafragmă (capsulă)
- Mecanism de acționare a indicatorului
- Compensator de temperatură (bandă bi-metalică)
- Conexiuni de presiune marcate

Principiul de funcționare

Principiul funcționării este acela al unui instrument de presiune diferențială. Presiunea totală (captată cu ajutorul tubului Pitot) este furnizată interiorului diafragmei, în timp ce presiunea statică este aplicată pe exteriorul acesteia, în interiorul carcasei. Diferența dintre cele 2 presiuni, numită „presiune dinamică”, face ca diafragma să se extindă sau să se contracte și astfel să se miște indicatorul. Așadar capsula aneroidă măsoară diferența de presiune dintre presiunea Pitot și presiunea statică. Expansiunea rezultată cu creșterea vitezei de înaintare este transmisă acului indicator printr-un sistem de pârghii. Viteza indicată este o funcție a densității aerului și a vitezei de înaintare, prin urmare corectitudinea indicației depinde și de altitudine și temperatură.

Creșterea vitezei de înaintare crește presiunea totală captată la tubul pitot din interiorul diafragmei. Aceasta se extinde și indicatorul se va deplasa către valori mari.

Scăderea vitezei de înaintare face ca acțiunea opusă să aibă loc. Diafragma se contractă și indicatorul se va deplasa spre partea inferioară a scalei.

În timpul zborului rectiliniu uniform accelerat, vitezometrul va indica o valoare constantă a vitezei de deplasare a aeronavei, deoarece diferența dintre presiunea din tubul Pitot (totală) și presiunea statică rămâne aceeași. Deplasarea diafragmei deplasează un sistem de pârghie de amplificare și un angrenaj. Extensia sau contractia face ca arborele de antrenare al cadranului de viteză să se rotească împotriva presiunii arcului și, în final, să miște indicatorul. Mișcarea acestuia este dependentă de cantitatea de expansiune sau

de contracție a diafragmei și, prin urmare, este proporțională cu schimbarea presiunii dinamice.

Dacă viteza aeronavei rămâne constantă, dar altitudinea sa este schimbată, presiunea diferențială pe diafragma din interiorul vitezometrului se va schimba din cauza schimbării presiunii statice a aerului din jur. Aceasta înseamnă că atât presiunea dinamică cât și presiunea statică își vor modifica valorile cu aceeași magnitudine, neperturbând funcționarea indicatorului de viteză.

Marcaje

Scara indicatorului va fi în funcție de unitatea de măsură în care a fost calibrat instrumentul fie în noduri, mile pe oră sau kilometri pe oră.

Toleranța pentru eroarea de instrument a indicatorului de viteză este de aproximativ 3 noduri pentru decolare și aterizare și aproximativ 5 noduri pentru zborul de croazieră. Ținând cont de histerezis-ul instrumentului, această toleranță este crescută pentru schimbările de viteză.

Indicatorul de viteză este calibrat la valorile atmosferei standard internaționale și, prin urmare, indicația va fi corectă numai în aceste condiții, cu condiția ca eroarea de instalare să fie zero.

Corecția pentru compresibilitate la viteză este doar diferența de calibrare la nivelul mării. Prin urmare, valoarea indicată este denumită viteză de înaintare indicată (IAS).

Următoarele marcaje trebuie instalate pe indicatorul de viteză conform FAR 23:

Arcul verde. Este zona vitezei de operare normală între viteza de încetinire cu o greutate maximă ce poate fi operată (flapsurile ridicate) până la VNO (viteza normală de operare sau viteza maximă structurală de croazieră) care nu ar trebui depășită decât în aer stabil. Operațiunile desfășurate la vitezele de aer indicate de arcul verde ar trebui să fie în siguranță în orice condiție, chiar și în cazul turbulențelor.

Arcul galben. Este limita de precauție care se extinde de la VNO (viteza normală de operare) până la VNE (viteza care nu trebuie depășită niciodată). Aparatul de zbor ar trebui operat în raza de precauție a indicatorului de viteză a aerului numai în condiții atmosferice stabile.

Arcul alb. Este raza de operare a extindere a flapsurilor de la viteza minimă cu greutatea maximă ce poate fi admisă în configurație de aterizare (flaps scos, tren de aterizare coborâtă,) până la VFE (viteza maximă de extindere a flapsurilor).

Linia roșie. Este VNE, viteza care nu trebuie depășită niciodată.

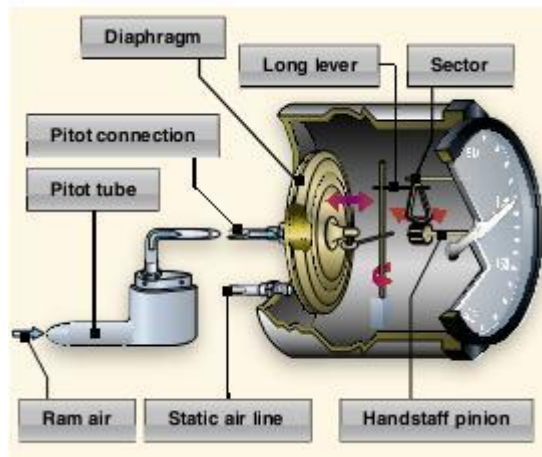


fig.4.12 Indicatorul de Viteză

Unele ASI au linii radiale albastre pentru a delimita anumite viteze importante, (de exemplu cea mai bună viteză a unui motor pentru un avion ușor cu doua motoare). Toate însemnările ASI se referă la viteza indicată (IAS) și nu viteza adevărată (TAS). Acolo unde greutatea este factorul de determinare a vitezei limite (de exemplu vitezele de încetinire) valoarea însemnată este pentru greutatea maximă de operare situație întâlnită în toate cazurile.

9.10.1. Viteza indicată (IAS) și Viteza adevărată (TAS)

Viteza indicată (IAS)

Citirea directă a instrumentului este obținută din indicatorul de viteză, necorectat pentru variații de densitate atmosferică, eroare de instalare sau eroare de instrument. Producătorii folosesc această viteză de aer ca bază pentru a determina performanța avionului. Vitezele de decolare, aterizare și angajare menționate în Manualul de zbor al aeronavei sunt indicate cu viteze aeriene și nu variază în mod normal cu altitudinea sau temperatura

Viteza de aer calibrată (CAS)

Viteza aerului indicată a fost corectată pentru eroarea de instalare și eroarea instrumentului. Deși producătorii încearcă să mențină la minimum erorile de viteză, nu este posibilă eliminarea tuturor erorilor de pe raza de operare a IAS. La anumite viteze de aer și cu anumite setări de flaps, erorile de instalare și instrument pot totaliza mai multe noduri. Această eroare este, în general, mai mare la viteze ale aerului mici. În intervalul de croazieră și de viteză mai mare, IAS și CAS sunt aproximativ aceleași. Consultați graficul de calibrare a indicatorului de vitezei aerului pentru a corecta posibile erori ale vitezei .

Viteza adevărată (TAS)

Viteza de aer calibrată a fost corectată pentru altitudine și temperatura standard. Deoarece densitatea aerului scade odată cu creșterea altitudinii, un avion trebuie să fie zburat mai repede la altitudini mai mari pentru a provoca aceeași diferență de presiune între presiunea de impact asupra tubului Pitot și presiunea statică. Prin urmare, pentru o anumită viteză calibrată dată, viteza adevărată a aerului crește pe măsură ce altitudinea crește; sau pentru o anumită indicație a vitezei adevărate, viteza calibrată scade odată cu creșterea altitudinii. Un pilot poate găsi viteza adevărată prin două metode.

Cea mai precisă metodă este utilizarea unui computer de zbor. Prin această metodă, viteza calibrată este corectată pentru variația temperaturii și presiunii prin utilizarea scării de corecție a vitezei de viteză de pe computer. Sunt disponibile și computere de zbor extrem de precise. Trebuie doar să introduceți CAS, altitudinea și temperatura presiunii și calculatorul calculează viteza de viteză adevărată.

O a doua metodă, care este o „regulă generală”, va oferi viteza aproximativă. Pur și simplu adăugați 2% la viteza calibrată pentru fiecare 1.000 de picioare altitudine.

Viteza față de sol (GS)

Viteza reală a avionului peste sol este denumită viteză la sol(GS). Este viteză adevărată avionului ajustată pentru condițiile actuale de vânt. Viteza la sol scade cu un vânt de față respectiv crește cu un vânt de spate.

Faptul ca IAS și TAS sunt de obicei diferite, pare să creeze probleme piloților neexperimentați, deși nu ar trebui. IAS este o viteză aerodinamică aflată în legătură cu presiunea dinamică

Formula presiunii dinamice: $\frac{1}{2} \rho V^2$.

Presiunea dinamică ($\frac{1}{2} \rho V^2$) reprezintă o cantitate aerodinamică vitală deoarece cantitatea de portanță produsă este o funcție a acesteia:

Portanța = Coef. Portanță x $\frac{1}{2} \rho V^2$ x S

- valoarea rezistenței la înaintare a portanței produse este o funcție a presiunii dinamice:

Rezistența la înaintare = Coef. de Rezistență x $\frac{1}{2} \rho V^2$ x S

Atunci când discutăm despre performanța zborului unui avion - portanță, rezistență la înaintare, viteză de croazieră, viteză de angajare, vitezele maxime, viteză de urcare, viteză de decolare, etc., ne vom raporta viteza indicată. IAS-ul reprezintă o informație vitală pentru pilot, din moment ce calitățile aerodinamice ale avionului depind de aceasta.

TAS este viteza reală a avionului față de fileurile de aer. TAS este important pentru navigație. Din TAS putem obține viteza față de sol, GS. TAS este de obicei mai mare decât IAS.

Sursa statică alternativă

Presiunea statică este vitală pentru funcționarea indicatorului de viteză a aerului, a altimetrului și a indicatorului de viteză verticală. Multe aparate de zbor au o sursă alternativă de presiune statică ce poate fi furnizată instrumentelor în cazul în care sursa primară nu mai oferă presiunea statică corectă din vreun motiv(devine blocată de gheață sau impurități).

Sursa statică alternativă (într-un aparat de zbor nepresurizat) este deseori presiunea statică din carlingă care este ușor mai mică decât cea exterioară. Atunci instrumentele vor indica ușoare erori:

- Altimetrul va indica o altitudine mai mare decât cea reală;



- Indicatorul de viteză a aerului va indica un IAS mai mare decât cel real deoarece diferența dintre presiunea totală și presiunea statică va fi mai mare decât cea reală (Vitezometrul măsoară această diferență);

Toleranțe și erori

Toleranța pentru eroarea de instrument a indicatorului de viteză este de aproximativ 3 noduri pentru decolare și aterizare și aproximativ 5 noduri pentru zborul de croazieră. Datorită erorii data de histerezis-ul instrumentului, această toleranță este crescută prin schimbări ale vitezei aerului.

10. Magnetism și busole

10.1. Câmpul magnetic al pământului

Cei doi poli magnetici ai pământului, nordul magnetic și polul sud magnetic nu sunt co-locați cu cei doi poli geografici.

Polul nord magnetic se află la 77,6 grade nord, 102,2 grade vest și se deplasează cu aproximativ 8 kilometri pe an spre nord. Polul Sud magnetic se află la 65,5 grade sud, 139,3 grade est și se deplasează cu aproximativ 9 kilometri pe an în nord-vest.

Direcția câmpului magnetic al pământului este indicată prin linii de flux. Un magnet-cum ar fi acul busolei-se va alinia cu aceste linii de flux, în așa fel încât polul sud al magnetului, (negativ) se va orienta spre polul nord al pământului, iar polul nord al magnetului va indica spre polul sud magnetic.

Variații

Câmpul magnetic al pământului se află aproximativ la nord și sud, dar poli magnetici ai pământului nu sunt aceiași ca la poli geografici. Câmpurile magnetice locale și depozitele minerale pot de asemenea să denatureze câmpul magnetic al pământului. Prin urmare, în majoritatea locurilor, nordul adevărat și nordul magnetic nu vor fi aceleași. Această diferență unghiulară între nordul adevărat și magnetic se numește variație și este indicată de linii de variație, numite linii izogone, pe diagramele aeronautice.

Deviații

Abaterea este eroarea care este cauzată de tulburările magnetice din interiorul aeronavei. Poate fi corectat la o anumită suprafață prin ajustarea magneților compensatori atașați busolei. Abaterea care nu poate fi corectată trebuie arătată sub forma unui tabel de compensare care este atașat lângă busolă.

AIRCRAFT	DATE					
MAGNETIC COMPASS CALIBRATION WITH ENGINES, ELECTRICAL GENERATORS AND RADIOS ON, AND WINDSHIELD ICE PROTECTION OFF						
	FOR	USE	FOR	USE	FOR	USE
N	360°	120°	122°	240°	242°	
30°	32°	150°	148°	W	269°	
60°	59°	S	179°	300	301°	
E	89°	210°	211°	330	332°	

fig.4.13 Tabel compensare Busolă

Declinații

Liniile de flux și suprafața pământului sunt aproximativ paralele doar în jurul ecuatorului. Odată cu creșterea latitudinii, componenta orizontală va scădea în mod constant, iar componenta verticală va crește constant, provocând o creștere a unghiului de înclinare.

10.2. Busola magnetică cu citire directă

Busola magnetică, singurul instrument de căutare a direcției, este simplă în construcție. Conține două ace de magnet din oțel fixate pe un plutitor. Rulmenți sunt folosiți pentru a monta plutitorul pe un ansamblu pivot. Montat în jurul plutitorului este marcajul busolei care are căsuțe pentru rubricile cardinale. Fiecare interval de 30 de grade este reprezentat de un număr. Între aceste numere marcajul este gradat la fiecare 5 grade. Linia din spatele geamului instrumentului este utilizată ca linie de referință la alinierea rubricilor de pe cardul busolei.

Ansamblul plutitor este găzduit într-un vas plin cu lichid care ar trebui să amortizeze oscilațiile excesive. Pentru a compensa tulburările magnetice produse de metale și accesorii electrice în interiorul avionului, un instrument magnetic de compensare este atașat la instrument. Acest ansamblu conține doi magneți compensatori mici, care pot fi reglați manual.

În zilele noastre, busola magnetică servește doar ca dispozitiv de rezervă datorită introducerii busolelor giroscopice. Este utilizat pentru navigare în condiții de urgență atunci când celelalte sisteme de navigație sunt defecte.

În spatele carcasei busolei, este instalată o diafragmă pentru a permite orice expansiune sau contracție a lichidului. Acest lucru previne formarea de bule sau o posibilă explozie a carcasei. O lampă mică este prevăzută pentru iluminarea marcajelor.

În interiorul carcasei, partea de busolă mobilă în formă sferică este atașată în jurul unui plutitor. Acest plutitor este liber să se deplaseze pe un ansamblu de suport pivot. Există 2 ace de oțel magnetizate fixate pe plutitor. Acele sunt dispuse în paralel unul cu celălalt, cu capetele de căutare spre nord orientate în aceeași direcție.

Afișarea are marcaje pentru rubricile cardinale (N, E, S și W). Fiecare pas de 30 ° este reprezentat de un număr, din care ultimul zero este omis. Scara este gradată în trepte de 5 °. De obicei, este acoperit cu vopsea luminoasă cu tritium verde.

Principii de funcționare

Carcasa busolei este prinsă fix de structura aeronavei, aceasta se va roti odată cu aeronava. Partea mobilă a busolei va rămâne orientată spre nordul magnetic afișând pe linia de citire direcția (Lubber Line) de deplasare.

Marcajul busolei se poate deplasa pe cercul complet de 360 ° și la o înclinație de până la $\pm 20^\circ$. Sticla de vedere expune un sector de cca. 100 ° din marcajul busolei și are efect de lupă pentru a facilita citirea.

Înclinația magnetică și erorile busolei

Câmpul magnetic al pământului este slab, și variază în intensitate și direcție deasupra suprafeței pământului. Intensitatea câmpului magnetic are două componente:

- o componentă orizontală paralelă cu suprafața pământului, folosită pentru a alinia acul compasului cu nordul magnetic
- o componentă verticală, care determină acul magnetic să cadă

O busolă magnetică indică direcția mai precis la latitudini mijlocii decât în apropierea polilor. La așa-numitul ‘ ecuator magnetic ‘ (la aprox. jumătatea drumului dintre polii magnetici), liniile de forță magnetică sunt paralele cu suprafața pământului (mai exact, sunt orizontale). Apoi, componenta orizontală a câmpului magnetic al pământului este la cel mai înalt nivel aici și compasul magnetic este stabil și precis în aceste zone.

La altitudini mai mari, lângă polii magnetici, unde liniile de forță magnetică pătrund prin suprafața pământului, componenta verticală a câmpului magnetic al pământului ce cauzează declinația magnetică este mai puternică, iar componenta orizontală paralela cu suprafața pământului este mai slabă. Acest lucru face în așa fel încât compasul devine mai puțin eficient ca indicator al direcției orizontale în regiunile polare în comparație cu eficacitatea la altitudini mai joase.

La latitudini mai mari de 60° nord sau sud, compasul magnetic are un grad de credibilitate foarte scăzută. Ca mijloc de evitare a coborârii acului compasului odată cu forța magnetică, mecanismul este suspendat într-un mod care dislocă centrul sau de gravitație de la axul la care este suspendat .Cu cât declinația este mai mare, cu atât mai mult coboară acul către cel mai apropiat pol magnetic și cu atât mai multă forță de gravitație este dislocată. Acest lucru determină forța de greutate să echilibreze forța declinației și să țină acul aproximativ orizontal.

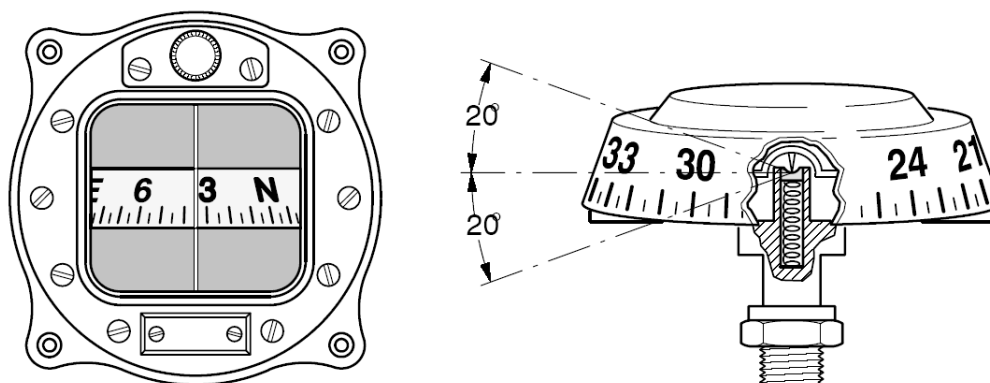


fig.4.14 Busola

Erori de indicare la accelerare

Orice accelerare a aeronavei va fi transmisă acului busolei prin axul său. Centrul de greutate al acului va avea tendința să continue rotirea la viteza sa anterioară asadar va rămâne în urmă la o accelerare și se va deplasa înainte la o scădere a vitezei. Într-un viraj aeronava va induce axului o accelerare către centrul virajului.

Erori de indicare la virare

Virajul este de asemenea o accelerare datorită schimbării direcției. Aeronava are o forță centripetă care acționează asupra acesteia îndreptată către centrul virajului, mai exact într-un viraj, forța centripetă acționează către centrul virajului și la 90° față de viteză. Aceasta forță acționează de asemenea pe ax, care este atașat la avion, și îl accelerează către centrul virajului. Magnetul busolei ,fiind suspendat ca un pendul, este lăsat în urmă datorită inerției. Aceasta duce la o eroare în indicația direcției de către busolă.



SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT

11. Instrumente giroscopice

Un giroscop este o roată ce se învâрте (sau un rotor) poziționat în interiorul unui mecanism care îi conferă unul sau mai multe grade de libertate. O masă de rotație cu viteză suficient e mare, este capabilă să-și mențină aceeași direcție absolută în spațiu contrar forțelor ce apar în jurul ei. Această proprietate se numește **rigiditate în spațiu**. Astfel, giroscopul este folositor ca indicator pentru direcție și atitudine. Datorită proprietății giroscopul este capabil să rămână stabil în spațiu în timp ce avionul se mișcă în jurul acestuia.

Precesia

Precesia este înclinarea sau rotirea unui giroscop ca răspuns la o forță defletoare. Reacția la această forță nu are loc în punctul în care a fost aplicată ci mai degrabă, ca urmare a formării unui cuplul de forțe, va fi decalată cu 90° mai târziu în direcția de rotație. Acest principiu permite giroscopului să determine o rată de viraj prin detectarea cantității cuplului de forțe creată de schimbarea de direcție. Rata de precesie a giroscopului este invers proporțională cu viteza rotorului și proporțională cu forța de deformare a unui arc ce se opune acestei mișcări. Imaginați-vă o roată de bicicletă suspendată printr-un cablu metalic de tavan. Când roata este în repaus, ea va atârna de respectivul punct de sprijin. Lucrurile se schimbă însă în momentul în care începem să o învârtim, axul roții devenind perpendicular pe cablu. Dacă roata se rotește în sensul acelor de ceasornic atunci când o vizualizăm din partea ei dreaptă și aplicăm o forță în partea de sus a roții, aceasta va acționa la 90° în direcția de rotație, determinând deplasarea roții de bicicletă spre stânga. Precesia poate crea, de asemenea, unele erori în instrumentele giroscopice. Un instrument lăsat în mod liber, fără corecție a precesiei se va deplasa din planul său intenționat de rotație cu 15° /oră \times sin Latitudinea la care se află aeronava. De asemenea precesia poate apărea și din cauza unor imperfecțiuni din interiorul instrumentului, cum ar fi prin frecare rulmentului etc. Anumite instrumente pot necesita realiniere corectivă în timpul zborului, cum ar fi girodirecționalul.

Giroscop vacuumatic

Când folosiți metoda pneumatică, carcasa instrumentului este conectată fie la o pompă de vid comandată de motor, fie la un tub Venturi situat la exteriorul aeronavei, în fluxul de alunecare al unei elice. Un instrument giroscopic alimentat cu aer are 2 conexiuni: una la pompă și cealaltă (intern) la un sistem cu jet de filare. Instrumentul este deschis către atmosfera din jur. Când se aplică vid pe instrument, presiunea în interiorul carcasei este redusă pentru a permite aerului înconjurător să intre și să iasă prin jeturile de filare. Jeturile sunt adiacente unor găleți mici atașate rotorului astfel încât fluxul de jet să poată transforma rotorul cu viteză mare.

Acestea sunt independente de energia electrică și, prin urmare, nu sunt vulnerabile la riscul unei defecțiuni electrice totale. Din păcate, umiditatea, praful, uleiul și impuritățile din fluxul de aer pătrund prin filtru, reducând viața rulmentului, dezechilibrând și afectând astfel precizia. La o altitudine mare, nu se poate menține aspirația adecvată. Cu

un tub Venturi, aspirația este insuficientă la sol și în zbor, un astfel de tub este supus givrajului.

Giroscop electric

În metoda electrică, puterea furnizată este de 115 V / 400 Hz, AC trifazată (derivată de la un inverter sau un alternator cu motor) sau 28 V CC. Giroscopurile instrumentelor care folosesc curent alternativ folosesc principiul motorului de inducție. Datorită frecvenței ridicate a sursei de alimentare, viteze mari ale rotorului sunt posibile pentru a asigura o rigiditate și stabilitate mai mare. Acestea sunt o dezvoltare mai recentă decât tipurile cu aspirație și în general sunt mai scumpe, mai grele și necesită alimentări cu curent alternativ. Rotorul electric poate fi construit cu un moment mai mare de inerție și viteză de rotire, oferind o rigiditate mai mare și, în consecință, o stabilitate îmbunătățită. Viteza rotorului poate fi menținută la orice altitudine, menținută cu exactitate, oferind o precizie îmbunătățită. Rpm de funcționare este atins mai repede când giroscopul este pornit pentru prima dată. Carcasa instrumentului este sigilată pentru o durată de viață mai lungă și o precizie mai mare.

Este obișnuit ca instrumentele de rezervă din aeronave să fie acționate prin aspirație dacă instrumentele principale sunt alimentate cu mijloace electrice. Aceasta permite un sistem de referință alternativ în cazul unei defecțiuni a sursei de energie electrică.

11.1.1. Indicator de viraj și glisadă

Mecanismul de indicare a virajului din acest instrument este un giro-mecanism montat într-un singur punct cu axa de rotație orizontală și axa giroscopului aliniată cu axa longitudinală a aeronavei. Atunci când aeronava se învârtă sau se rotește în jurul axei sale verticale, se aplică o forță pe partea din față și în spatele giroscopului, care din cauza precesiunii, face ca giroscopului să se aplece. Această înclinare este determinată de un arc de calibrare, iar cantitatea de înclinare a giroscopului este determinată de viteza cu care aeronava se rotește. Rotația giroscopului conduce indicatorul în formă de paletă pe cadranul instrumentului.



fig.4.15 Indicator de viraj și glisadă

Nu există numere pe cadran, doar o notă de index în partea de sus. Arcul de calibrare este reglat astfel încât acul să se deplaseze în această poziție atunci când aeronava se rotește

cu o viteză de 3 grade pe secundă. Aceasta se numește un viraj cu viteză standard și va rezulta într-un viraj de 360° în două minute.

Există trei tipuri de indicatori de rotire de bază:

- „Indicatorul de rotire de 2 minute”, care indică o rată de o rotație de 3 grade pe secundă, când acul este aliniat cu indicele de stânga sau dreapta;
- „Indicatorul de rotire de 4 minute”, care indică o rată de virare de 1,5 grade pe secundă atunci când acul este aliniat cu primul indiciu de stânga sau dreapta, și o rată de 3 grade pe secundă când acul este aliniat cu a doua indică stânga sau dreapta.
- Al treilea indicator este „coordonatorul de virare”, care folosește un avion în miniatură în locul acului indicator. Acest indicator indică o rată de o rotație de 3 grade pe secundă atunci când aripa avionului în miniatură este aliniată la indice.

În plus față de indicarea principală a vitezei de rotație, este de asemenea necesar să se indice dacă aeronava este sau nu înscrisă corect pentru un anumit viraj. Prin urmare, este prevăzut un mecanism secundar de indicare, numit „indicator de glisadă”. Principiul său de funcționare se bazează pe efectul forțelor gravitaționale și centrifuge pentru a indica dacă aeronava este derapată sau glisată. Într-o rotație coordonată, forța de greutate și forța centrifugă sunt echilibrate, iar mingea rămâne în centrul tubului de sticlă curbat, între cele două linii. Dacă rata de viraj este prea mare pentru unghiul de înclinare forța centrifugă este mai mare decât forța de gravitație și mingea se rostogolește spre exteriorul virajului. Dacă unghiul băncii este prea mare pentru rata de rotație, efectul gravitației este mai mare decât forța centrifugă și mingea se rostogolește spre interiorul virajului. Acest indicator simplu se găsește în continuare pe afișajele de zbor primare în glass cockpit-urile de astăzi.

11.1.2. Giroorizont

Indicatorul de atitudine reprezintă atitudinea avioanelor în raport cu orizontul. Constă din orizontul artificial în mișcare, un avion în miniatură care reprezintă aeronava, zona albastră care reprezintă cerul, zona brună care reprezintă indicarea solului și a unghiului de înclinare.



fig.4.16 Giroorizontul

Această indicație unghiulară arată unghiul de urcare sau coborâre real, unghiul rotirii spre stânga, unghiul rotirii spre dreapta sau o combinație de urcare și întoarcere. Cei mai mulți indicatori de atitudine au o limită de +/- 70 grade în profunzime și +/- 110 grade în rotire.

Giroscopul din indicatorul de atitudine este montat într-un dublu plan cu axa de centrare verticală. Prin bare și pârghii, un cadran cu două culori se deplasează în spatele unui simbol fix al aeronavei. Partea superioară a cadranelui este albastră pentru a reprezenta cerul, iar partea inferioară este maro, pentru pământ. Liniile orizontale drepte, marcate în grade, se aliniază simbolului aeronavei pentru a indica unghiul de urcare sau coborâre, iar liniile înclinate, toate îndreptate spre centru, indică gradul de rotire.

Construcție

Orizontul artificial folosește un giroscop în care axa de centrifugare este menținută sau legată la verticala de gravitația pământului. Aceasta înseamnă că planul de rotație a rotorului este orizontal, oferind astfel referințele laterale și longitudinale stabile necesare. Ansamblul rotorului se realizează ușor în jos, pentru a reduce la minimum timpul necesar calibrării inițiale atunci când giroscopul este pornit pentru prima dată, dar este necesar un sistem de control complex pentru a menține axa rotorului vertical în zbor. Giroorizontul poate fi acționat electric sau vacuumatic.

Un orizont artificial de aspirație sau de aer evacuează aerul prin patru fante, care sunt în mod normal pe jumătate acoperite de patru palete pendulare. Orizonturile artificiale electrice folosesc întrerupătoare de nivel cu mercur și motoare de cuplu.

În partea din spate a carcasei orizontului este prevăzută o conexiune pentru cuplarea alimentării cu vid. O intrare de aer filtrată este poziționată deasupra suportului și pivotului portantului posterior al inelului exterior. Sunt conectate la un canal din inelul exterior. Acest canal se încheie în jeturi opuse diametral opuse în carcasa rotorului. Partea inferioară a carcasei are o serie de găuri de evacuare .

În timpul funcționării sistemului de vid se creează o depresiune, astfel încât atmosfera înconjurătoare intră în orificiu și trece prin canalele către jeturi.

Când părăsește jeturile, aerul lovește gălețile rotorului, oferind astfel forțe motrice pentru a roti rotorul la aproximativ 15.000rpm. După rotirea rotorului, aerul trece printr-o unitate cu palete pendulare atașată pe partea inferioară a carcasei rotorului. În cele din urmă, este extras de sursa de vid.

Limitări

Limita în care se poate mișca în raport cu giroscopul este controlată prin opriri fixe. Cu modele mai vechi, limitele tipice sunt de + sau -60 ° și 110 ° în fiecare sens.

În instrumentele moderne există o libertate completă la mișcare și până la 85 ° în coborâre sau urcare.

11.1.3. Girodirecțional

O busolă de giroscop folosește proprietățile giroscopului pentru a ajuta la menținerea indicațiilor precise. Girodirecțional-ul nu poate simți nordul magnetic de la sine și, prin

urmare, girodirecționalul trebuie să fie corectat constant. Pilotul poate face acest lucru verificând busola magnetică și apoi reglând manual giroscopul direcțional. Acesta se numește un sistem de girodirecțional.

Girodirecționalul este construit astfel încât să ofere libertate în jurul tuturor axelor. Giroscopul se învârte în jurul axei orizontale, iar sistemul său de calibrare menține axa de rotație orizontală. Mai mult, o imagine a indicatorului busolei este atașată la planul vertical.

Girodirecționalul nu este o busolă și prin urmare, nu caută nordul magnetic. Acesta va menține o direcție cu o precizie suficientă timp de aproximativ 15 până la 20 de minute și trebuie să fie ajustat ocazional prin utilizarea busolei magnetice. Acest lucru este realizat cu ajutorul butonului de reglare care va transforma scala printr-o serie de angrenaje în timp ce un ambreiaj instalat împiedică rotirea axei giroscopice.

Giroscopul direcțional a fost primul instrument giroscopic introdus în aviație. Acesta servește ca indicator de direcție.

Instrumentul folosește un giroscop pe axa orizontală și este întotdeauna utilizat împreună cu busola magnetică. Datorită precesiunii, aceasta definește schimbările de direcție pe termen scurt în timpul virajelor, în timp ce busola magnetică oferă o referință de încredere a direcției pe termen lung ca în zborul drept și la nivel. Este prezentat în grade similare cu o busolă magnetică.

În forma sa de bază, girodirecționalul constă dintr-un inel exterior pivotat pe axa verticală Z și care poartă reprezentarea grafică a unui avion într-un cerc gradat. Grafica este referită la o linie de ghidare fixată pe cadrul giroscopic.



fig.4.17 Girodirecționalul

Rotorul cu aer este montat universal, având libertăți despre toate cele 3 axe. Este închis într-o cutie și se învârte în jurul axei orizontale X. Rotorul este susținut într-un inel interior care este liber să se întoarcă în jurul axei orizontale Y. Inelul interior este montat în inelul exterior vertical care poartă cadranul busolei și este pivotat pe axa verticală Z.

Ansamblul complet este montat astfel încât să aibă o libertate completă de rotație în jurul axei verticale Z. Ansamblul inelar -gimbal- (inclusiv rotorul) are libertatea de a roti 55° în ambele părți ale axei orizontale Y.

Principiul de funcționare



Când rotorul se învârte, sistemul giroscopic și marcajul busolei sunt stabilizate astfel încât numărul de grade prin care se rotește rotorul să poată fi citit pe instrument față de linia de ghidaj.

Când sistemul de vid este în funcțiune, se creează un vid parțial în interiorul carcasei. Acest lucru face ca aerul din jur să intre în carcasă prin intrare și să treacă prin canale și prin jeturi la cupele rotorului și îl determină să se rotească la viteze cuprinse între

12 000rpm și 18 000rpm.

Pentru a cala instrumentul la aceeași poziție indicată de busola magnetică, în partea frontală a carcasei este prevăzut un buton de fixare. Când acest buton este împins este ridicat un braț care blochează inelul interior în unghi drept cu inelul exterior. În același timp, un angrenaj conic de la capătul de fixare a butonului angrenează altă roată conică fixată pe inelul exterior.

Eroi de indicare

Dacă giroscopul nu are viteză, instrumentul poate indica eronat, poate răspunde cu întârziere la schimbări în atitudine și/sau direcționare, sau poate indica în mod incorect.

12. Sisteme de comunicare

12.1 Moduri de transmisie:

12.1.1. VHF, HF și SATCOM

Echipamente radio În aviația generală, cele mai frecvente tipuri de radio sunt VHF. Un radio VHF funcționează pe frecvențe între 118.0 megahertz (MHz) și 136.975 MHz și este clasificat ca 720 sau 760 în funcție de numărul de canale pe care le poate găzdui. 720 și 760 folosesc .025 MHz (25 kilohertz) (KHz) distanțare (118.025, 118.050) cu 720 având o frecvența de până la 135.975 MHz și atingerea 760 până la 136.975 MHz. Radiourile VHF sunt limitate la linia vizuală transmisii; prin urmare, aeronavele la altitudini mai mari sunt capabile să transmită și să primească la distanțe mai mari.

În martie 1997, Organizația Aviației Civile Internaționale (OACI) și-a modificat standardele internaționale și recomandate. Practici pentru încorporarea unui plan de canal specificând 8,33 kHz distanțarea canalelor în serviciul mobil aeronautic. Planul canalului de 8,33 kHz a fost adoptat pentru a reduce deficitul de Canalele ATC VHF cu experiență în vestul Europei și în Regatul Unit. Șapte țări din vestul Europei și Marea Britanie a implementat planul de canal de 8,33 kHz 1 ianuarie 1999. În consecință, aeronavele care operează în spațiul aerian din aceste țări trebuie să aibă capacitatea de a transmite și recepționând pe canalele distanțate de 8,33 kHz. Această modificare a dus numărul de canale până la 2000

Aeronavele moderne au mai multe radio-uri:

- Un VHF-COM pentru comunicații voce de foarte bună calitate;
- Echipament radio de navigație (VHF-NAV pentru VOR și ILS/DME/ADF)
- Un transponder pentru identificare radar.

12.1.2. VHF-COM

Majoritatea avioanelor sunt echipate cu cel puțin 1 radio de calitate pentru comunicații voce și care funcționează în banda VHF (very high frequency). Un astfel de echipament este VHF-COM - ul, care este atât un transmițător cât și un receptor. Cele mai moderne VHF-COM - uri au 720 de canale. La majoritatea aerodromurilor veți folosi numai una sau două frecvențe. Acestea sunt publicate în AIP AD.



Fig 4.18 Stația Radio

Stația radio prezentată în fig. de mai sus este folosită în aviația generală pentru a stabili legătura între aeronavă și ATC . Pentru a pregăti VHF-COM-ul pentru folosire:

Furnizați curent electric radioului

- Porniți butonul electric principal
- Porniți butonul principal de avionics
- Verificați faptul că radioul este pornit
- Verificați microfonul și căștile
- Setări panoul cu selector audio
- Selectați transmițătorul către radioul dorit (de obicei VHF-COM-1), pe care, la multe aeronave, îl veți folosi și pentru a recepționa.
- Selectați butonul de recepție, fie difuzor sau căști.

Pentru a transmite

- Selectați frecvența dorită
- Ajustați volumul (pentru recepție)
- Ajustați squelch-ul;
- Apăsăți butonul PPT (push to talk) de pe manșă

13. Echipamente de radio navigație

Majoritatea aeronavelor sunt echipate cu mai multe radiouri care pot fi selectate pe frecvența unor transmițători ai unor stații radio de la sol create pentru a vă ajuta la navigație. Acestea sunt:

VHF-NAV Poate fi selectat pe stații VOR (VHF Omnidirecțional Range) aflate la sol pentru a vă ajuta la menținerea drumului, sau pentru stațiile ILS (instrument landing sistem) aflate de asemenea la sol, aliniate cu o anumită pistă pentru a vă asista la o aterizare mai exactă

DME Echipament de măsurare a distanței (Distance Measuring Equipment), care măsoară distanța reală de la aeronava către transmițătorul DME aflat la sol, de obicei, făcând pereche cu un VOR.

ADF Dispozitiv automat de localizare a direcției (Automatic Direction Finder), are un ac și indică direcția către radiofarul non-direcțional, NDB (non-directional beacon) aflat la sol.

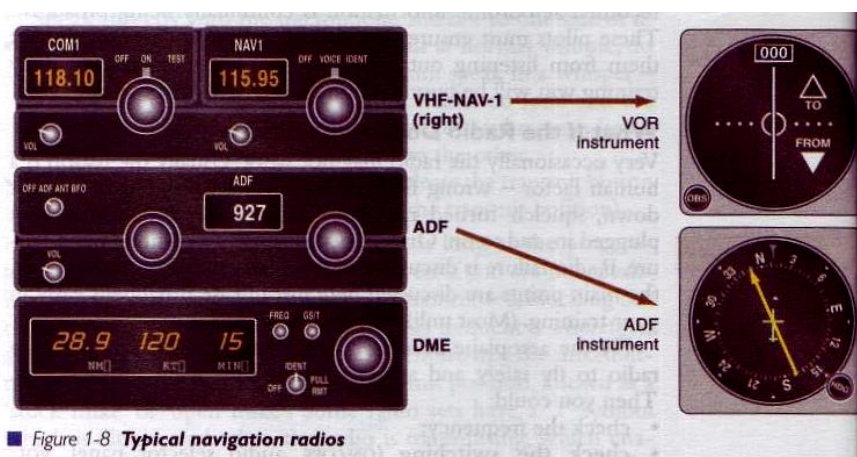


fig.4.19 Echipamente Radio Navigație

Nu puteți transmite mesaje către mijloacele de radionavigație, dar puteți recepționa mesaje voce pe frecvențe VOR și NDB. Informații meteo de aerodrom (cum ar fi ATIS - automatic terminal Information service) sunt transmise des pe frecvența unui VOR. VHF-NAV-ul poate fi folosit pentru a selecta frecvențe între 118.000 MHz până la, dar fără să includă, 118.000 MHz (fiind o banda de frecvență mai joasă față de VHF-COM: 118.000 MHz până la, dar fără să includă, 137.000 MHz).



SPAȚIU LĂSAT LIBER INTENȚIONAT

14. Sisteme de alertă și sisteme de proximitate

14.1.1. Sisteme de avertizare în zbor

Un sistem de evitare a coliziunilor aeriene (ACAS, de obicei pronunțat ca ay-kas) funcționează independent de echipamentele de la sol și de controlul traficului aerian în avertizarea piloților cu privire la prezența altor aeronave care pot prezenta o amenințare de coliziune. Dacă riscul de coliziune este iminent, sistemul inițiază o manevră care va reduce riscul de coliziune. Standardele ACAS și practicile recomandate sunt definite în principal în anexa 10, volumul IV, la Convenția privind aviația civilă internațională. O mare parte a tehnologiei care se aplică atât aviației militare, cât și aviației generale este astăzi dezvoltată de NASA și de alți parteneri încă din anii 1980.

Aeronavele moderne pot folosi mai multe tipuri de sisteme de evitare a coliziunilor pentru a preveni contactul neintenționat cu alte aeronave, obstacole sau teren:

Sistemul de evitare a coliziunilor de trafic (TCAS), care interoghează activ transponder-ele altor aeronave și negociază tactici de evitare a coliziunii cu acestea în caz de amenințare. Sistemele TCAS sunt relativ scumpe și tind să apară doar pe aeronavele mai mari. Acestea sunt eficiente în evitarea coliziunilor numai cu alte aeronave care sunt echipate cu transpondere care funcționează cu raportare la altitudine(mod C sau S).

FLARM este un dispozitiv de dimensiuni reduse, cu putere redusă (utilizat în mod obișnuit în planoare sau alte aeronave ușoare) care transmite propria poziție și vectorul de viteză (obținut cu un GPS integrat) printr-o transmisie radio fără bandă ISM. În același timp, ascultă alte dispozitive bazate pe același standard. Algoritmii inteligenți de predicție a mișcării prezic conflictele pe termen scurt și avertizează pilotul în consecință prin mijloace acustice și vizuale. FLARM încorporează un receptor GPS de 16 canale WAAS de înaltă precizie și un emițător radio integrat de mică putere. Obstacolele statice sunt incluse în baza de date FLARM. Nu se dă niciun avertisment dacă o aeronavă nu conține un dispozitiv FLARM suplimentar.

Sistem de avertizare de proximitate la sol (GPWS) sau sistem de avertizare de coliziune la sol (GCWS), care utilizează un altimetru radar pentru a detecta apropierea de sol sau viteze neobișnuite de coborâre. GPWS este comună pentru avioanele civile și aeronavele de aviație generală mai mari.

Un sistem de avertizare la sol (TAWS) folosește o hartă digitală a terenului, împreună cu informații despre poziție de la un sistem de navigație precum GPS, pentru a prezice dacă traiectoria actuală de zbor a aeronavei ar putea să o pună în conflict cu obstacole precum munții sau turnurile înalte, care nu ar fi detectat de GPWS (care utilizează altitudinea solului direct sub aeronavă). Unul dintre cele mai bune exemple ale acestui tip de tehnologie este Auto-GCAS (Ground Collision Avoidance System)

Viziunea sintetică oferă piloților o simulare generată de computer a mediului exterior pentru utilizare în situații de vizibilitate scăzută sau zero. Informațiile utilizate pentru prezentarea avertismentelor sunt adesea preluate de la senzori GPS, INS sau giroscopici.

Supravegherea automată dependentă (ADS - B) este o tehnologie de supraveghere în care o aeronavă își stabilește poziția prin navigare prin satelit și o transmite periodic,

permițându-i să fie urmărită. Informațiile pot fi primite de către stațiile terestre de control al traficului aerian ca un înlocuitor pentru radarul de supraveghere secundară, deoarece nu este necesar niciun semnal de interogare de la sol. Poate fi primit și de alte aeronave pentru a oferi conștientizare situațională și pentru a permite auto-separarea. ADS - B este „automat” prin faptul că nu necesită intervenția pilotului sau externă. Acesta este „dependent”, deoarece depinde de datele din sistemul de navigație al aeronavei.

ADS-B oferă multe avantaje atât pentru piloți cât și pentru controlul traficului aerian, care îmbunătățesc atât siguranța cât și eficiența zborului.

- Trafic - Când utilizați un sistem ADS-B În sistem, un pilot este capabil să vizualizeze informații despre trafic despre aeronavele înconjurătoare dacă aceste aeronave sunt echipate cu ieșire ADS-B. Aceste informații includ altitudinea, titlul, viteza și distanța față de aeronave. Pe lângă primirea rapoartelor de poziție de la participanții ADS-B, poate furniza rapoarte de poziție pentru aeronavele care nu sunt echipate cu ADS-B, dacă există echipamente adecvate la sol și radar la sol. ADS-R transmite rapoarte de poziție ADS-B între UAT și benzi de frecvență de 1090 MHz.
- Situația meteo - Avioanele echipate cu transceiver cu acces universal (UAT)
- Informații despre zbor - Difuzarea serviciilor de informații de zbor (FIS-B) transmite, de asemenea, informații de zbor care pot fi citite, cum ar fi restricții temporare de zbor (TFR) și NOTAM-uri către aeronave echipate cu UAT. -
- Cheltuieli - Stațiile de la sol ADS-B sunt semnificativ mai ieftine de instalat și de utilizat în comparație cu sistemele radar primare și secundare utilizate de ATC pentru separarea și controlul aeronavelor.

Avertizare de viteză limită

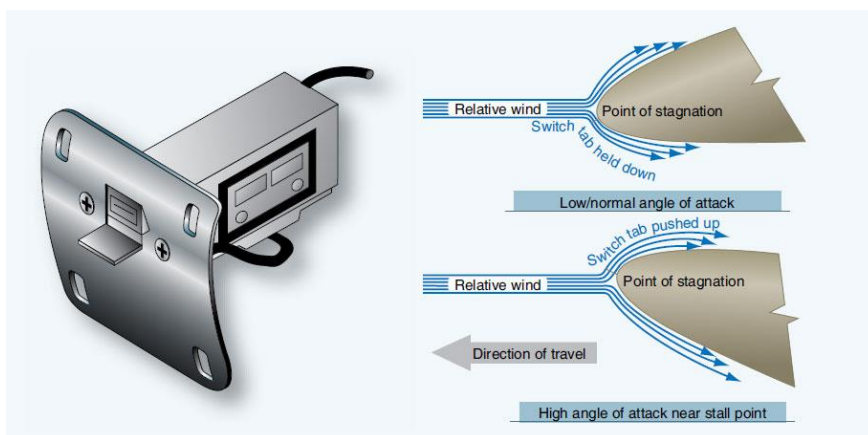


fig.4.20 Sistem avertizare viteză limită electric

Sistemele de protecție împotriva vitezei limită oferă echipajului un avertisment clar și distinctiv înainte de a ajunge la angajare. Sensorul principal necesar acestui sistem de protecție este montat pe bordul de atac al aripii și măsoară unghiul de atac al aeronavei și modul în care fileurile de aer parcurg această suprafață.

Acest sistem este prezent în majoritatea aeronavelor și îl găsim în două variante constructive:

- Sub forma unei lamele care acționează un întrerupător electric care transmite un semnal la un buzzer
- Mecanic sub forma unei prize in bordul de atac al aripii care în momentul ruperii fileurilor de aer se creează o depresiune in priză, În interiorul prizei este un instrument acustic sub forma de trompetă care produce un sunet ce se aude în cabină.

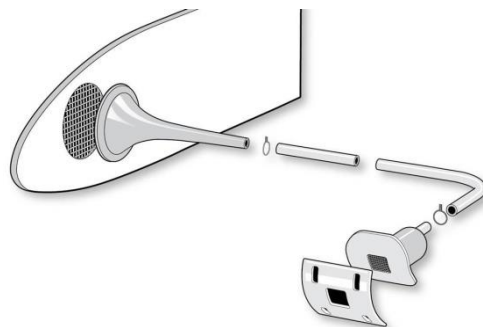


fig.4.21 Sistem avertizare viteză limită mecanic



Bibliografie

1. AR-NCCGA-ATO Ed.1 - ianuarie 2015
2. Oxford Aviation Aircraft General Knowledge
3. Pooley's Aeroplane General Knowledge