

Utilizarea metalului în construcția de aeronave: oțel, aluminiu și compozite

Piesele metalice sunt componente importante ale unei aeronave moderne. În cei peste 100 de ani de când sunt construite, avioanele au evoluat mult în ceea ce privește materialele, de la aparatul din lemn al fraților Wright până la avioanele cu reacție de astăzi, realizate din materiale compozite moderne.



De-a lungul anilor, la selectarea materialelor de aeronave, proiectanții și producătorii au luat în considerare mai mulți factori, mergând de la cerințe funcționale până la minimalizarea costurilor de producție și întreținere. Însă principalul „motor al progresului” a fost dorința dezvoltatorilor de a reduce greutatea aparatelor fiabile din metal. Reducerea acestui parametru guvernează nivelul de siguranță a piloților, pasagerilor, mărfurilor și a aeronavei în sine, performanța aeronavei, consumul optim de combustibil și domeniul de zbor. Astăzi, conceptul de inginerie modernă este axat pe extinderea utilizării de materiale compozite în ingineria aerospațială. Aceste materiale oferă un echilibru ideal între greutatea aeronavei și rezistența la oboseală și coroziune, reducând în același timp costurile de întreținere.

Avioane din oțel

Cum poate fi făcut metalul să zboare? Pionierii în construcția de avioane au dezbătut cu pasiune pe această temă încă de când a zburat pentru prima dată avionul fraților Wright, în 1903. Era foarte ușor: din lemn, materiale textile și o cantitate mică de sârmă de oțel. Drept urmare, proiectanții de aeronave de la începutul secolului al XX-lea nu au crezut că este posibil ca un aparat metalic fiabil, dar greu, să se poată ridica de la sol (fie din punct de vedere financiar, fie din punct de vedere tehnic). O persoană s-a evidențiat din rândurile „necredincioșilor”. Inginerul german Hugo Junkers probabil reușise cumva să arunce o privire în viitor. Și-a dat seama că, la scurt timp, nu doar militari sau pasionații de sporturi vor vrea să zboare cu avioane. Urma să înceapă era postbelică a transportului aerian de masă pentru călători și marfă. Noile aplicații impuneau folosirea unor materiale complet diferite la fabricarea aeronavelor. Legendarul avion J1, pe care contemporanii l-au numit în glumă „Blechesel” („măgar de staniu”) a lansat o revoluție în industria aviației. Era primul avion din istorie realizat integral din piese metalice și nu doar că a fost proiectat și construit așa, dar a putut și să decoleze.

Inițial, Hugo Junkers a încercat convingă Ministerul de Război German să asigure bugetul, dar ministerul a considerat că ideea era sortită eșecului. Atunci, dezvoltatorul și-a realizat proiectul cu investiții proprii. Veniturile proveneau din activitatea unei societăți comerciale care vindea coloane de gaz. Așa au finanțat indirect femeile casnice un salt evolutiv în dezvoltarea aviației. Dar, în timp, armata a început să fie interesată de Junkers J1 și, în 1915, și-a trimis reprezentanți care să asiste la testele de zbor. Corpul metalic a provocat scepticism: reprezentanții ministerului erau siguri că avionul nu va putea decola. Rularea ușoară la sol a modelului J1 pe pistă (fără diferențe față de mișcările predecesorilor din lemn) a creat senzație în rândul audienței. Avionul a decolat de pe pistă, s-a ridicat în aer, s-a apropiat de pistă și a aterizat în siguranță. J1 a rămas experimental: reprezentanții armatei au discutat despre viteza de decolare, capabilitățile de manevră și sarcina utilă. Acești indicatori au fost insuficienți pentru sarcinile lor. De fapt, oțelul s-a dovedit a fi un metal prea greu pentru avioane. Monoplanul lui Junkers a zburat cu greu. Cu o greutate la decolare mai mare de o tonă, putea lua la bord doar 110 kg de marfă. Însă descoperirea revoluționară a lui Junkers a pus industria avioanelor pe calea unei evoluții a materialelor. Și continuă și astăzi.



În ceea ce privește industria aviatică sovietică, URSS a produs o familie destul de mare de aeronave denumite „Stal”, folosite ca avioane de transport și de poștă. În general, proiectanții și aviatorii sovietici s-au confruntat cu aceleași probleme ca omologii lor germani. În plus, în anii 1920 și 1930, când lumea începuse deja producția în masă de avioane din aluminiu (discutată mai jos), URSS a avut probleme cu producerea materiilor prime pe plan intern. Prin urmare, pentru a evita o dependență excesivă de importuri, sovieticii au produs avioane din oțel pentru aeronave o perioadă relativ lungă de timp, până la mijlocul anilor 1930.

Astăzi, inginerii de aeronave apreciază

[oțelul](#)

pentru durabilitatea, duritatea și rezistența lui la temperaturi ridicate. Aceste proprietăți îl fac un material perfect pentru fabricarea de: șasiuri, părți de fuzelaj, balamale, cabluri, organe de fixare și alte piese. De obicei, oțelul reprezintă 11-13% din toate materialele utilizate în producția aeronavelor moderne.

Avioane din aluminiu

Să revenim la Hugo Junkers. Pentru a răspunde nevoilor Ministerului Apărării, proiectantul german de avioane s-a concentrat pe aluminiu, care este un material ușor și durabil. În următorii ani, Junkers și colaboratorii săi au construit o linie întreagă de avioane militare. Erau avioane de luptă și atac de la sol, care au oferit o performanță excelentă în campaniile militare din cel de-Al Doilea Război Mondial și, din păcate, au fost utilizate împotriva URSS și a celorlalți aliați. Coroana de lauri din aviația civilă a revenit legendarului F13. Producția în masă a acestui avion, primul avion din aluminiu de pasageri din lume, a fost lansată în 1919 și a funcționat în întreaga lume mulți ani. Similar lui Hugo Junkers, de cealaltă parte a oceanului, americanul Henry Ford a lucrat și el în această direcție și a devenit în anul 1925 tatăl avionului Ford Trimotor, nu numai al renumitei mărci de automobile. (Acești pionieri au mers chiar în instanță pentru a contesta paternitatea conceptelor utilizate în ingineria aeronavei). Merită menționat și modelul Douglas DC-3, lansat de Douglas Aircraft Company în America, în 1935. Această aeronavă pentru pasageri, rapidă, convenabilă și cu o funcționare fiabilă este încă utilizată de companiile aeriene din întreaga lume, ceea ce reprezintă o dovadă convingătoare a cât de fiabile pot fi avioanele fabricate din aluminiu. Aluminiul și avioanele din aluminiu au lansat era aviației interurbane de pasageri.

Aluminiul și aliajele din aluminiu sunt încă materii prime foarte populare în fabricarea aeronavelor comerciale, datorită rezistenței lor ridicate la densitate relativ mică. În prezent, aliajul de înaltă rezistență 7075, care conține cupru, magneziu și zinc, este cel utilizat predominant în industria aeronautică. În acest caz, piesele din aluminiu reprezintă 80% din greutatea aeronavei. De notat că, datorită proprietăților sale anticorozive, piesele din aluminiu pot rămâne nevopsite. Însă aluminiul își pierde rezistența la temperaturi ridicate; deci nu este utilizat în stare pură la fabricarea fuzelajelor.



Avioane din materiale compozite

Între timp, industria aeronautică a intrat într-o eră de dezvoltare și implementare a materialelor compozite create artificial, care continuă și astăzi. Baza compoziției constă din fibre de oțel, sticlă, grafit, fibre de cristale de oxid de aluminiu, fier etc. Matricea materialelor este fie din aliaje metalice (din nou: aluminiu, titan și magneziu), fie din rășini sintetice, cum ar fi rășini epoxidice sau poliesterice. După combinarea bazei și a matricei prin presare, turnare sau altă metodă, materialul compozit dobândește nu numai proprietățile elementelor sale constitutive, dar și caracteristici complet noi, care sunt apreciate de proiectanții de aeronave.

De exemplu, greutatea pieselor compozite ajunge la aproximativ o cincime din greutatea unei piese identice, dar din aluminiu. În același timp, materialele compozite prezintă un avantaj față de cele din aluminiu în ceea ce privește performanța operațională, deoarece au o rezistență și o flexibilitate mai mari. Mai mult, materialele compozite moderne nu sunt toxice, astfel încât produsele fabricate din ele nu necesită îngrijire suplimentară.

Materialele compozite sunt utilizate pe scară largă în industria aeronautică: la fabricarea pieselor și motoarelor de mare sarcină. De exemplu, uitându-ne la ponderea materialelor compozite utilizate în avioanele Boeing, putem vedea că la modelele timpurii era de aproximativ 5%. Acum, ponderea materialelor compozite în greutatea totală a aeronavei realizată de companie poate ajunge până la 50%. Mai mult, compania efectuează experimente inovatoare cu metale, creând compozite noi, cu proprietăți unice. De exemplu, o microtresaă din nichel și fosfor a intrat în Cartea Recordurilor (Guinness Book) ca cel mai ușor metal din lume (cu o greutate de 100 de ori mai mică decât a polistirenului). Se crede că ar putea fi utilizată în viitor atât la fabricarea de plămâni artificiali, cât și la aripile aeronavelor.

La prima vedere, rezultatele unor astfel de experimente par ezoterice. Dar au o importanță practică. Pe de o parte, materialele utilizate în industria de aeronave trebuie să aibă un set extins de proprietăți și caracteristici. Pe de altă parte, prețul lor nu trebuie să fie ridicat. După cum putem vedea, nu există chiar atât de multe materii prime naturale care să le îndeplinească. Prin urmare, căutarea de compozite noi este în derulare, iar materialele tradiționale, oțelul și aluminiul, străbat în continuare cerul, oricât de incredibil ar fi părut acum doar 100 de ani.