

Peatükk 2

Miks lennukid lendavad

2.1. Lennukiirus ja tiiva pinnakoormus.

Lennukid lendavad mööda õhku. Õhupallid, täidetud kerge gaasiga, ujuvad õhus nagu õngekork vees. Langevarjud ja sügised lehed laskuvad aeglaselt maale, toetudes õhule. Lennukid aga tungivad pidevalt õhku oma tiivadega, mis on paigutatud õhuvoolu kiiruse vektori suhtes väikese nurga alla. Seda nurka nimetatakse aerodünaamikas "kohtumisnurgaks" (vene keeles "ugol ataki" – väljend, mida nii väga armastavad ajakirjanikud). Meil teiega on oluline mõista ja meeles pidada, et kohtumisnurk ei ole mitte lennutrajektoori kaldenurk horisondi suhtes (ehk siis mitte pikeerimise või tõusu nurk), vaid tiiva kaldenurk nähtamatu ja mõttelise õhuvoolu kiiruse vektori suhtes.

Teadus ütleb, et lennukid lendavad seetõttu, et tiiva alumisel pinnal tekib kõrgendatud rõhk, tänu millele tekib tiival aerodünaamiline jõud, mis on suunatud ülesse risti tiivaga. Lennuprotsessi mõistmise lihtsustamise huvides esitatakse seda harilikult kahe vektorina: aerodünaamilise takistusena X suunatuna piki õhuvoolu ja tõstejõuna Y , mis on suunatud risti õhuvoolu kiiruse vektoriga.

Esimene järeldus, mis tuleks meelde jätta, kõlab: kõige hea eest tuleb maksta. Ja see aerodünaamiline reegel ei erine mitte millegi poolest lihtsast igapäevatõest. Tõstejõu eest tuleb "maksta" takistuse suurenemisega. Kusjuures suure tõstejõu eest tuleb maksta eriti suure takistusega. Kui lendamisel keskmise lennukiirusega on takistus umbes kümnendik lennukiirusest, siis lennul suurtel kohtumisnurkadel, kus tekib maksimaalne tõstejõud, võib takistus tõusta kuni neljandikuni tõstejõust.

Intuitiivselt on mõistetav, et aerodünaamilised jõud sõltuvad tiiva pindalast, kohtumisnurgast, õhu tihedusest ja õhuvoolu kiirusest. (Tänapäevastel lennukitel, mille kiirus erineb tuule kiirusest tunduvalt, võetakse õhuvoolu kiiruse asemel kasutusse lennukiirus õhu suhtes, mis horisontaallennu puhul kattub lennukiirusega maapinna suhtes s.t. "normaalse" kiirusega)

Teadus kinnitab, et kõik need sõltuvused (nagu kõik põhjanevad loodusseadused) on väljendatavad väga lihtsa valemiga:

Tõstejõu sõltuvus tiiva pindalast (S) ja õhu tihedusest (p) on proportsionaalne. See tähendab – teeme tiiva kaks korda suuremaks, saame kaks korda suurema tõstejõu. Tõustes suurele kõrgusele, kus õhu tihedus on kaks korda väiksem, kui maa lähedal, vähenevad kõik aerodünaamilised jõud kaks korda. Jne. Tiiva profiilist ja kohtumisnurgast tekkivat mõju väljendatakse muutumatu koefitsendiga (C_y)

Aerodünaamiliste jõudude sõltuvus õhuvoolu kiirusest on **ruutsõltuvus**. Kiirus kasvab kaks korda, takistus kasvab neli korda. Kiirus kasvab kolm korda, takistus kasvab üheksa korda. See ongi vist põhiline, "mida peab teadma igäüks". Vähemalt igäüks, kes tahab kaasa rääkida sõjalennukite teemal.

Tõstejõu ruutsõltuvus kiirusest seletab paljugi sellest, mida me kuuleme – näeme. Näiteks lendab meie teleri ekraanil ameerika tiibrakett. Sigarikujulisest kerest tolknevad välja kaks imetillukest kitsast tiivakest. Ja pole vigagi, "rakett" (täpsemalt öeldes – piloodita lennuk) lendab sadu kilomeetreid ja ei kukugi alla. Miks? Suur kiirus, (ligi 250 m/s) ruutu tõstetuna loob piisava tõstejõu isegi sellisel väikesel tiival. Tiibrakett on hea näide üherežiimsel lennust. Kõik kiirused: stardi-, keskmine-, maksimaalne-, "maandumis"- kiirused – kõik on tema jaoks võrdsed. Aga kuidas projekteerida normaalset lennukit, mis peab startima maapinnalt ja mille maksimumkiirus peab olema stardikiirusest tunduvalt suurem? Näiteks tänapäeva hävitaja stardikiiruseks on 250 km/h ning õhus olles saavutab ta kiiruse kuni 2500 km/h. Kümme raudus on sada. See vastuvaidlematu fakt viib meid mõttele, et tiib lennuks sellise kiirusega võiks olla sada korda väiksem kui "starditiib". Või teiste sõnadega, maksimaalkiirusel lennates muutub tiib mitte ainult liigseks kaaluks, vaid loob ka tohutu takistuse.

Loodan, et lugeja nõuab juba seletusi. Tõepoolest, mis siis on "suur tiib"? Mida tähendab "suur"? Kas tiib pindalaga 18,3 ruutmeetrit on "suur" või "väike"? Arvutagem. Just sellise pindalaga tiivad olid kolmel hävitajal saksa õhujõudude relvastuses: "Fokker" D-1 Esimeses Maailmasõjas, "Focke-Wulf" 190 D Teises Maailmasõjas ning "Starfighter" F-104 G kuuekümnendate "külma sõda". Maksimaalne stardikaal oli neil masinatel vastavalt 586 kg, 4840 kg ja 13140 kg. Järelikult rippus "Fokkeri" iga tiiva ruutmeetri küljes 32 kilo lennukit, "Focke-Wulfil" 264 kg ja "Starfighteril" 720 kg. See näitaja – tiiva pinnakoormus – ongi "suure või väikse" tiiva arvuline näitaja.

Aga nüüd kõige huvitavam küsimus: miks mitte teha lennuk väikese tiivaga (ja suure pinnakoormus) ning startida kui mitte maksimaalse, siis vähemalt sellele lähedase kiirusega? Meil on ju olemas lennukitel

võimsad turboreaktiivmootorid, mis põhimõtteliselt suudavad lennukit selliste kiirusteni kiirendada. Aga lennukid siiski nii ei lenda. Teiseks, selleks, et lennukit kiirendada maapinnal “kasvõi” 1000 km/h, on vaja betoonrada pikkusega paarkümmend kilomeetrit. Ning kõige peamine on selles, et lennuk inimestega pardal peab mitte ainult startima, vaid ka maanduma. Nii võimsa mootori kui ka määratu pika stardiraja me võime ehitada. Kallivõitu, kuid võimalik. Aga “kohtuda” jääga maapinnaga kiirusel 1000 km/h ja sealjuures mitte kildudeks puruneda on võimatu. No ei tule välja. Parem on mitte proovida. Praktika on näidanud, et maandumiskiirus 270-300 km/h (nagu vene püüdurhävõtaja Su-15-1 või ameeriklaste “Starfighter” F-104-1) on isegi ideaalselt siledal ja laial maandumisrajal pikaajalise kogemustepagasiga lendurite võimete piiril. Aga sellel masinal, mida kutsutakse tiibraketiks, pole vaja ei startida ega maanduda: stardib ta lennukilt, mis juba ise lendab suurel kiirusel ning mida suurem on maandumiskiirus, seda hullem vaenlasele...

Kõik see, mida me siiani teada saime, ei ole kasutu ballast. Tänu sellele võime edasi arutleda, miks “lootusetult vananenud” nõukogude hävitajad “ei suutnud järele jõuda” saksa pommitajatele.

Paradoksaalne, kuid fakt – esmapilgul õhuke tiib on tegelikult aerodünaamilise takistuse peamiseks allikaks. Järelikult, tiiva erikoormuse suurendamine ehk tiiva pindala vähendamine on üks kõige efektiivsematest kiiruse suurendamise meetoditest. Selle väite illustreerimiseks tasub tuua üks õpikunäide. Võidusõidulennuk “Supermarine” S-6B, mis püstitas 1931 aastal kiirusrekordi, oli ujukitega vesilennuk. Kahe tohtu lennukipikkuse pontooni õhutakistuse koos kõige sinna juurde kuuluvaga ei seganud lennukil põrmugi saavutamast tolle aja kohta fenomenaalset kiirust 655 km/h, mis ületas ligi kahekordselt seeriahävitajate kiirust. Sellele tehnilisele imele on kaks seletust. Esiteks imetabane “Rolls-Royce” mootor ning teiseks selle aja kohta väga suur tiiva pinnakoormus, 178 kg/m². Aga selleks, et sellise “väikse” tiivaga lennuk saaks edukalt startida – maanduda, valis konstruktor Reginald Michell välja vesilennuki skeemi, millele on võimalik leida piiramatu pikkusega stardi- ja maandumisrada.

Sõjalennuvägi alustas 30-40 kilogrammise tiiva pinnakoormusega ning tiivaprofiiliga, mille tõstejõu koefitsent oli 0,7 kuni 1,0. Taoliste näitajate juures on startimiseks vajalik kiirus 80-100 km/h. Selline tagasihoidlik stardikiirus tegi lennukid väga vähenõudlikuks starditingimustele ning võimaldas nende ekspluateerimist ka pinnaskattega lennuväljadelt. Iga vähegi siledam karjamaa võis olla lennukite stardi- ja maandumispaigaks. Nõudmised maksimaalkiirustele olid tollal minimaalsed, piisas kui lennati kiiremini auruvedurist. Seejärel, kahekümnendate – kolmekümnendate piirimaal, ilmusid nii **tehnilised kui ka taktikalised** eeldused tiiva erikoormuse tunduvas suurendamiseks. Tehnilised eeldused olid põhiliselt selles, et olid välja töötatud, katsetatud ja praktikasse juurutatud (kusjuures esmalt reisilennukitel) erinevad tiiva mehhaniseerimise vahendid, tagatiivad (lihtsad, kilbid ja välja nihutatavad) ning eestiivad.

Need seadmed lubasid stardi ja maandumise ajal kiiresti muuta tiivaprofiili kumerust, suurendada tiiva pindala (väljanihutatavad tagatiivad) ning suurendada maksimaalse lubatavuseni kohtumisnurka (eestiivad).

Kokkuvõttes lubasid kõik need abinõud suurendada tõstejõu koefitsenti 2-2,5-ni. Säilitades stardikiiruse kuni 100 km/h oli vastavalt võimalik suurendada tiiva erikoormust 30-40-lt kilogrammilt kuni 120-130 kilogrammini. Samaaegselt tehniliste täiustustega muutusid sõjaväe juhtkonna vaated lennuväe kasutamise taktikale. Pommitajatele tegevusraadiusega 500-1500 km ei olnud enam vajalik baseeruda pinnaskattega väliaerodroomidel rindejoone vahetus läheduses. Eeldati, et pommitajad hakkavad startima vähestelt suurtelt aerodroomidelt, mis on paigutatud sügavale operatiivtagalasse ning varustatud pikkade paarikilomeetriste betoneeritud stardi- ja maandumisradadega, mis teevad võimalikuks maandumiskiirused 130 - 150 km/h. Arvestades tõstejõu ja lennukiiruse ruutsõltuvust võimaldas selline maandumiskiiruse tõstmine teoreetiliselt suurendada tiiva erikoormust 200-250-ne kilogrammini.

Praktikas ei jõudnud asi siiski mitte kohe niikaugemale, kuid juba kolmekümnendate teises pooles läksid tootmisse pommitajad tiiva pinnakoormusega 140-160 kg/m² (saksa “Dornier-17”, nõukogude DB-3, inglise “Blendheim”, itaalia “Savoia-Marchetti-79”). Ning nagu näitas praktika, oli tegu alles pinnakoormuse pidurdamatu kasvu algusega. Saksa “Junkers 88” ja nõukogude Pe-2 esimesed modifikatsioonid omasid juba sünnihetkel 190 kg/m² tiiva pinnakoormust, aga sõja lõpul oli Tu-2 ja ameerika B-26-e tiiva pinnakoormus vastavalt 233 kg ja 253 kg ruutmeetrile ning lennukiirused 547 ja 510 km/h.

Täiesti loomulik, et hävitajad (ja mitte ainult nõukogude “lootusetult vananenud”, vaid **kõik tolleaegsed hävitajad**) tiiva pinnakoormusega 100-140 kg/m² kaotasid võime pommitajatele järele jõuda. See ei tähenda, et hävitajad lendasid pommitajatest aeglasemalt. Omades suuremat võimsust kui pommitajad, saavutasid kolmekümnendate aastate parimad hävitajad (nõukogude I-16, ameeriklaste P-36, prantslaste MC-406, sakslaste Bf-109D) kiiruseks 460-500 km/h, samal ajal kui näiteks “Junkers 88” A-1 kiirus ei ületanud 460 km/h. Kuid see väike ülekaal kiiruses oli taktikaliselt täiesti vastuvõetav. Lihtne arvutus näitab, et avastades vaenlase pommitaja viiekilomeetriselt distantsilt, kulub aega temani jõudmiseks 9. minutit, aga tagaajamise pikkuseks on 70 kilomeetrit.

Kõik see on lihtne ja selge. Veider on esmapilgul muu - mis siis takistas hävituslennukite konstruktoritel suurendada tiiva pinnakoormust samal määral nagu seda tehti pommitajatel? See on väga lihtne küsimus, kuid sellele vastamiseks peame me selgeks saama, kuidas lennukid õhus keeravad.

2.2 Võimsus ja manööverdusvõime

On laialt levinud väärvamus, et lennuk pöörab õhus saba abil, täpsemalt sabakiilul asuvate pöördetüüride abil. Saba on lennukile esmajärgulise tähtsusega, kindlustades üldist stabiilsust ning aidates säilitada vajalikku kohtumisnurka, kuid horisontaaltasapinnas pööramisel ei mängi ta erilist rolli. Lennuk lendab tänu tiivale ja ka pöörab sellesama tiiva abil.

Eelkõige peame meelde tuletama kaks seadust koolifüüsika kursusest. Liikumine mööda ringjoont on liikumine kiirendusega (tsentrifugaaljõud). Seda isegi juhul kui see toimub ühtlase joonkiirusega. Aga igasugune kiirendav liikumine on võimalik ainult mingi jõu rakendamise tulemusena. Kiirendus on otseses sõltuvuses jõust (ehk Newtoni II seadus). Järelikult, kui me soovime lennata suure tsentrifugaalse kiirendusega ehk lennata kiiresti ja sealjuures järsult pöörata, on meil vajalik rakendada selleks piisavalt suurt jõudu. Kust seda võtta? Mootorist? Ei, see pole üldsegi suurim jõud, mida meil lennuki pardal on võimalik kasutada. Isegi tänapäevastel hävitajatel on mootori võimsus 70-80 % lennuki stardikaalust. Kõige suuremaks jõuks on tiiva tõstejõud, mis võib ületada lennuki stardikaalu viie, kuue, kümnekordselt. Aga selleks, et tõstejõud veaks lennuki pöördesse, tuleb lennukit kallutada pöörde suunda.

Niisiis, pööre algab kaldest, kusjuures küllaltki suurest, pärast mida tõstejõu horisontaalprojektsioon hakkab muutma lennutrajektoori ning lennuk hakkab sooritama pööret ehk viraaži. Et pööre oleks järsk ehk toimuks võimalikult väikse raadiuse ning minimaalse ajaga, peab tiiva poolt arendatav tõstejõud olema võimalikult suurem. Aga selleks omakorda peab tiiva pinnakoormus olema võimalikult väike. Ehk siis on pöörde (viraaži) jaoks vajalik "suur" tiib.

Millega siis mõeldetakse ja määratakse see "maksimaalne võimalik suurus"? Tavapäraselt on lennunduses kõik seotud kaaluga. Nii ka siin kasutatakse näitajat, mis iseloomustab kaalu ületamist tõstejõu poolt. Seda muutumatut koefitsienti nimetatakse ülekoormuseks - G. Nimetus pole juhuslik. Pikale ja peenele plaadile, milleks tugevusteooria järgi on lennuki tiib, on järsk tõstejõu suurenemine võrreldes sirge horisontaallennu koormustega tõepoolest "ülekoormuslik", mis suudab tiiva kere küljest lahti murda. See piirang – tiiva konstruktsiooni vastupidavus – on üks neljast põhjusest määramaks maksimaalset lubatavat ülekoormust tiivale. Kolmeks ülejäänuks on võimsus, õhuvool ja inimene. Vaatleme neid kõiki ükshaaval.

Tõstejõu kasv kutsub viivitamatult esile aerodünaamilise takistuse suurenemise. Kusjuures nagu me juba eespool tähendasime, takistuse kasv on eriti suur siis, kui me suurema tõstejõu saamiseks kasutame lennul maksimaalset kohtumisnurka. Et vältida või vähemalt vähendada sellist efekti, on vaja juba projekteerimisel anda lennukile "suur" tiib. Mis omakorda tähendab väikest tiiva pinnakoormust. Igal juhul, et ületada kasvavat õhutakistust, tuleb viia mootor maksimaalsele tõmbele. Ning lõppude lõpuks võib saabuda selline moment, kus tiib oleks veel suuteline arendama tõstejõudu, aga mootoril ei jätku võimsust ületamiseks kasvavat õhutakistust.

Arvudes näeb see välja nii. Väga suuritel kohtumisnurkadel ulatub aerodünaamiline takistus kuni ühe neljandikuni tõstejõust. Ning kui tiib sealjuures suudab tekitada tõstejõu, mis kuuekordselt ületab lennuki kaalu, (ülekoormus kuus G-d), siis kasvanud takistuse ületamiseks vajab lennuk mootorit, mille võimsus ületaks poolteist korda lennuki kaalu (võimsus 1,5 ühikut). Selline võimsus oli kolbmootorite ajastu lennukitele kättesaamatu. 30-40-date aastate hävitajate ülekoormuse näitaja oli kaks kuni kolm G-d. Rahvakeeles - ülekoormusele 2,9 G-d vastab 360-meetrise raadiusega pöörde sooritamine 21 sekundi jooksul lennukiirusega 90 m/sek (324 km/h). Need näitajad pole valitud juhuslikult, vaid vastavad Teise Maailmasõja kõige massilisemate hävitajate JAK-9, La-5 ning Me-109 G parameetritele.

Uus ajastu, mis algas järelepõletitega turboreaktiivmootorite ilmumisega lennunduses, tõstis päevakorda ülekoormuse piiramise tiiva aerodünaamika näitajate järgi. Tohtu võimsuse ülejääk lubas ületada kasvavat aerodünaamilist takistust, kuid ka tiiva tõstejõu kasv pole piiramatult suur. Kohtumisnurkadel üle 20 kraadi tõstejõu kasv esialgu väheneb, siis aga lakkab hoopis ning juhtub kõige hirmsam aerodünaamikas. Nimelt muutub õhuvool katkevaks, rebeneb kandepinna ülemise poole küljest lahti ning tõstejõud väheneb järskude hüpetega nullini. Õhuvoolu katkemine on oma olemuselt juhitamatu ja stiihiline protsess, mis kunagi ei toimu üheaegselt ja võrdselt paremal ja vasakul tiival korraga. Seetõttu ei vii õhuvoolu katkemine mitte rahuliku maandumiseni, vaid korrapäratu kalde ja pöörlemiseni. Kõige halvemal juhul muutub selline pöörlemine vägagi püsivaks pööriseks, millest väljuda ei õnnestugi...

Kõikvõimalikud ja isegi professionaalidele raskeltseletatavad aerodünaamilised kavalused lubavad tervel real juhtudel lükata õhuvoolu katkemist edasi väga suurte kohtumisnurkadeni 20–30 kraadi juures.

Kooskõlas tänapäeva hävitajate tohutu võimsusega on võimalik viia ülekoormust kuni 9 ja enama ühikuni (9+ G). Selle tulemusena võib näiteks tänapäeva vene hävitaja MiG-29, omades 40-ndate aastate standardi kohta väga suurt tiiva pinnakoormust (443 kg/m²), sooritada eelpool mainitud viraaži 15,3 sekundi jooksul s.t. kiiremini ükskõik millisest Teise Maailmasõja aegsest hävitajast välja arvatud I-16.

Probleem seisneb selles, et selliste ülekoormustega ei suuda kaugeltki mitte iga lendur toime tulla. Ülekoormus ei rebi mitte ainult tiibu küljest, vaid tagab ka vere äravalgumise nii peast kui jalgadest. Sellega seostuvaid aistinguid nimetatakse lendurite omavahelises zargoonis “mustadeks prillideks”. Lühiajalisi teadvusekaotusi esineb juba 4-5 G puhul. Spetsiaalsed ülekoormusevastased ülikonnad, poolleभवत asendit tagavad istmed, spetsiaalsed treeningud lubavad lenduril lennukiga toime tulla 7–8 G juures. Edasilikumine üha suurenevate ülekoormuste maailmas on aga siiski võimalik ainult piloodita lennumasinatena puhul. Ilmekaks näiteks sellest on mõningate “õhk-õhk” tüüpi raketite puhul esinevad koletuslikud kuni 35 kordsed ülekoormused.

Teeme nüüd mõningad kokkuvõtted. Teame juba, millest tuleks lähtuda lennuki taktikalis-tehnilisi andmeid sisaldava tabeli juures. Pinnakoormus tiivale ja võimsus – need on kaks põhilist näitajat, mis kirjeldavad lennuki olemust ning tema loojate talenti ning kvalifikatsiooni. Ja kas olete Teie, kallid lugejad, kohanud palju selliseid tabeleid, kus need näitajad on ära toodud? Kõige keerulisemaks ja vastuolulisemaks on tiiva pinnakoormuse valik. Tahame lennata kiiresti – tähendab tuleb vähendada tiiva pindala ja suurendada tiiva erikoormust. Tahame keerutada viraaže ümber telefoniposti – vajame suurt tiiba, mis arendaks suurt tõstejõudu ja omaks minimaalset pinnakoormust. Hävituslennuki jaoks on see dilemma peaaegu lahendamatu - talle on ju vajalik nii suur kiirus kui ka hea manööverdusvõime. Mõnevõrra on seda vastuolu võimalik pehmedada ainult võimsuse suurendamisega. Kusjuures suur mootori võimsus lubab mitte ainult ületada viraažidel järsult kasvavat tiiva aerodünaamilist takistust, vaid kindlustada ka head kiirus ja kiirendusomadused, kiiruse vertikaalmanöövriks, mis samuti kuuluvad lahutamatu termini “manööverdusvõime” juurde. Kuid siin tekib juba järgmine probleem.

2.3 Leegitsev mootor.

Suur võimsus – see on suur ja raske mootor, samuti suur ja raske propeller, vastupidavad ning rasked kinnitused, suure pindalaga radiaatorid, mis omakorda loovad täiendava õhutakistuse. Äärmisel juhul võib lennuk muutuda tiibadega mootoriks, kus puudub koht meeskonnale ja ruum kasulikule koormale. Rangelt võttes toimuski Teise Maailmasõja algusaegade hävitajatega midagi sellist. Püüdlemine võimatu poole s.t. soov säilitada head horisontaalset manööverdusvõimet, mis oleks 30-ndate keskpaiga parimate biplaanide tasemel ning samaaegselt saavutada kiirusi, mis tunduvalt ületaksid uute pommitajate oma, viis lõpptulemusena selleni, et jõubloki kaal ulatus pooleni tühja lennuki kaalust, aga relvastuse, mille kasutamiseks hävitaja õhus lendab, kaal ulatus 2–3 %-ni lennuki kaalust.

Et luua kvalitatiivselt uut hävitajat, mis oleks suuteline aretama suurt kiirust ja omaks piisavat manööverdusvõimet, oli vaja mitte ainult lihtsalt suure võimsusega mootorit, vaid kvalitatiivselt uut mootorit tunduvalt suurema erivõimsusega (võimsus jagatud mootori kaaluga). Või siis teiste sõnadega mootorit, mis senise kaalu juures arendaks tunduvalt suuremat võimsust. Seda ülesannet radikaalselt lahendada õnnestus alles reaktiivmootorite ajastul.

Kolmekümnendate aastate lõpuks oli kolbmootorite konstrueerimisel saavutatud põhimõtteliselt tehnilise täiuse piir s.t. uute kiirhävitajate põlvkonna mootorite erivõimsus oli saavutanud kõikjal maksimumi. Järele oli jäänud ainult üks koht, mis oli veel kasutamata - väljalasketoru.

Väljalasketorusse lendab ligi 40 % mootoris põleva kütuse energiast. Kui kasutada seda energiat, sundides tuliseid väljalaskegaase panema pöörlema turbiini, selle turbiini teljele aga kinnitada kompressor, mis suunab lisaõhku silindritesse, siis sellisel juhul paranevad mootori näitajad tunduvalt. Praktikas aga lahendada seda ülesannet mitte üksikute rekordlennukite, vaid seeriatootmise jaoks ei õnnestunud mitte kellelgi peale ameeriklaste. See tähendab, kõrgustesse mõeldud õhukompressorid olid olemas küll kõigil selle perioodi lennukimootoritel, kuid kõik need võtsid oma energia mootoris pöörlevalt väntvõllilt. Iga lisameeter kõrguses maksti kinni kasuliku võimsusega propelleri pealt, ehk siis täies vastavuses vanasõnaga “nokk kinni, saba lahti, saba lahti, nokk kinni”. Ameerika Riigidepartemang hindas oma inseneride

unikaalset saavutust väärikalt ning keelas turbokompressoritega lennukite müügi isegi oma lähimatele liitlastele.

Veel üheks probleemiks, mis oli seotud lahingulennukite mootorigrupiga, oli dilemma, kas kasutada "vedelikjahutusega" või "õhkjahutusega" mootoreid. Jutumärgid ei seisa siin sugugi mitte juhuslikult. Iga lennukimootorit, ka nõndanimetatud "vedelikjahutusega", jahutatakse tegelikult õhuga. Mootori töö käigus tekkivat soojust pole lihtsalt kuhugi mujale juhtida kui õhku. Ainult selle soojuste äraandmine on organiseeritud erinevalt. "Õhkjahutusega" mootoritel antakse soojust üle vahetult silindripea ribilise pinna vahel kulgevale õhuvoolule, kusjuures suurema efektiivsuse huvides on silindrid paigutatud risti õhuvooluga ja moodustavad mitme kiirega tähe. Nõndanimetatud "vedelikjahutusega" mootoritel paiknevad silindrid reas üksteise taga, soojust antakse esialgu mootori silindrite ümber olevale vedelikule, mis omakorda pumbatakse radiaatorisse, kus siis õhk seda jahutab.

Lennundus alustas "õhkjahutusega" mootorite kasutamisest. Need olid lihtsad, kerged ning töökindlad. Puudusid ju radiaatorid, torud, pumbad, mis kõik võisid kas üles öelda või lekkima hakata. Seejärel, püüdes saavutada üha suuremaid ja suuremaid kiirusi, pöörasid konstruktorid oma pilgud "vedelikjahutusega" mootorite poole. Tõepoolest, pikkusesse välja venitatud mootor tungib õhku "nagu nuga võisse", samal ajal kui "õhkjahutusega radiaal-"täht" muudab lennuki sarnaseks tõmbi palgiga. Näis, et "vedelikjahutusega" mootori eelised oma sujuvate vormide ja vähendatud õhutakistusega on ilmsed ja vaidlustamatud. Radiaalmootori üheksa silindrit omavad tunduvalt suuremat ristlõiget kui needsamad üheksa silindrit paigutatuna üksteise taha. Huvi "vedelikjahutusega" mootorite vastu sai valdavaks, aga iseloomulik teravanaline kere sai uute kiirhävitatjate põlvkonna kohustuslikuks tunnuseks.

Varsti aga tuli konstruktoritel veenduda selles, et moodi järgides olid nad mitmedki asjaolud kahe silma vahele jätnud. Esiteks, üheksa, aga mitmetel mootoritel ka kaksteist silindrit, ühte ritta ei mahu. Võimsad "vedelikjahutusega" mootorid muutusid kaherealisteks, kus silindrid paiknesid V tähe kujuliselt. Peale selle on kolbmootorites palju teisi seadmeid, mis samuti riputatakse mootoribloki külge ning mis suurendavad mootori ristlõiget. Teisest küljest õppisid "õhkjahutusega" mootorite loojad paigutama oma mootoris ühte tähte teise taha nii, et oli tagatud ka tagumise silindri jahutus. Selle tulemusena suurenes silindrite arv ja kaherealised radiaalmootorid osutusid 14- ja 18-silindrilisteks. Silindrid ise muutusid lühemaks ning sellega vähenes ka mootori enda diameeter. Nii näiteks radiaalmootor AŠ-82 kubatuuriga 41,2 l omab diameetrit 1,26 m, aga "vedelikjahutusega" ridamootor AM-35 töömahuga 46,6 l omab laiust 0,876 m ja kõrgust 1,09 m. Nagu näeme, imet ei sündinud, radiaalmootori laupakistus jäi küll mõnevõrra suuremaks V- kujulise blokiga ridamootori omast, kuid see vahe polnud enam mitte üheksakordne. Kõige tähtsam seisneb veel selles, et kogu võit väiksema ristlõike osas kadus mihinal radiaatorisse. Füüsikaseadusi petta ei õnnestunud, "vedelikjahutusega" mootor osutus oma põhimõttelt siiski õhk-jahutusega mootoriks, seetõttu ei saanud radiaatorite jahutuspind olla sugugi väiksem vastavast pinnast radiaalmootori silindritel.

Väga kaalukaks (stardikaaluga ligi 6 tonni) tõestuseks kõigele eelpool öeldule on ameerika hävitaja "Thunderbolt" P-47D. Tohtu tõmbiniline "kann" (nii nimetasid teda lendurid) kaherealise õhkjahutusega tähtmootoriga omas väiksemat õhutakistuse koefitsienti kui sale Me-109 ning arendades suures kõrguses kiirust 690 km/h, osutus "Thunderbolt" üheks Teise Maailmasõja kiireimaks lennukiks.

Kuni sõja lõpuni jäi vaidlus radiaal ja ridamootorite vahel lahenduseta. Inglased sõdisid 39-ndast kuni 45-nda aastani eranditult vedelikjahutusega mootoritega lennukitel, jaapanlased õhkjahutusega. USA, Saksamaa ning NL õhujõud omasid sõja lõppedes hävitajate paare, üks radiaal, teine ridamootoriga. "Thunderbolt" ja "Mustang", "Focke-Wulf" ja "Messerschmitt", La ja JAK. Kõik ameeriklaste pommitajad olid varustatud õhkjahutusmootoritega, peaaegu kõik inglise ja saksa - vedelikjahutusega. Nõukogude lennukite omas sõja lõpul relvastuses kahte tüüpi pommitajaid õhkjahutusega mootoritega (DB-3f ja Tu-2), kuid kõige levinumaks oli kerge pommitaja Pe-2, millel seisis vedelikjahutusega mootorid...

2.4. Muutumatu tasakaal

"Kõige tähtsamat silmaga ei näe". Need kuulsa prantsuse kirjaniku ja lenduri tuntud sõnad võtavad väga täpselt kokku lennuki projekteerimise võimalused ja peamised probleemid. Suur võimsus saavutati (või siis jäi saavutamata) põhiliselt tänu oskuslikule kaalu projekteerimisele. Kuna plaaneri kaal oli lennuki

üldkaalust (ilma kütuse, meeskonna ja pommideta) 35–40 %, siis iga suhteliselt väike võit kaalus viis üldkaalu tuntavale vähenemisele. Optimaalne konstruktsiooniskeem, hoolikalt läbitöötatud suuri koormusi taluvate detailide konstruktsioon, kvaliteetsed materjalid – need ongi need kõrvalisele silmale nähtamatud otsused, mis lõpptulemusena määravadki õhusõiduki lennuandmed. Üllatav, kuid siiski tõsiasi: igavad arvutused on olulisemad aerodünaamilisest ilust.

Toome ühe lihtsa näite. 30-40-ndatel aastatel töötati välja ja võeti tollal juhtivate maade relvastusse mitmeid hävitajaid mootorivõimsusega 1050–1100 hj. Ühesuguse võimsuse ja kiiruse juures olid lennukite kaalud küllaltki erinevad.

	Kiirus, km/h	Kaal, kg
LaGG-3 (NSVL)	560	2680
“Tomahawk” P-40C USA	545	2636
JAK-1 (NSVL)	569	2445
“Spitfire”Mk-1 (Inglismaa)	582	2261
“Messerschmitt”Me-109E3 (Saksamaa)	560	2184
“Bloch” MB-152 (Prantsusmaa)	500	2097
I-180-3 (NSVL)	575	1815

Kordame veelkord, et see kõik on praktiliselt ühesuguse võimsusega mootorite juures. Ei saa ka öelda, et juhtivate konstruktsioonide väike kaal oleks saavutatud relvastuse vähendamise arvelt. Sellise näitaja järgi nagu “sekundilise kogupaugu kaal”, oli Polikarpovi I-180 (kaks 12,7-mm kuulipildujat UBS ja kaks 7,62-mm kuulipildujat ŠKAS) võrdne “Tomahawkiga” (1,86 kg/s ja 1,84 kg/s) ning ületas “Spitfiret”, mis suutis sekundis välja tulistada 1,52 kg metalli. Mis puutub aga aeglasemat prantsuse “Blochi”, siis temale paigaldatud relvastus oli kõige võimsam, nii ka sekundilise tule kaal kõige mõjuvam. Kaks 20-mm kahurit ja kaks 7,5-mm kuulipildujat suutsid sekundis vaenlase poole läkitada 3,2 kilogrammi rasket rauda.

Ülaltoodud tabelit ei tasu vaadelda kui konstruktorite kvalifikatsioonireitingut, kuigi peab tunnistama, et nõukogude uute hävitajate kaal on muljetavaldav. Kuid nagu öeldud – peamine välja ei paista. Nende lennukite kaal tuleneb pigem värskete konstrueerimisbüroode juhtkonna kahetsusväärsest kiirustamisest, püüdes täita Partei ja Valitsuse järjekordseid suuniseid. Samal ajal on “Tomahawk” suur kaal arvatavasti seletatav mitte projekteerimisvigadega, vaid plaaneri suurte mõõtude ja tugevusvaruga, mis lubas ameeriklastel hiljem muuta “kirves” hävitus-pommitajaks, mida võis täiesti vabalt nii pommikaalu (450 kg) kui ka tegevuskauguse (1127 km) poolest võrrelda nõukogude kahemootorilise pommitajaga Pe-2.

Väga raske “Thunderbolt” (tühikaal 4452 kg, stardikaal 5961 kg) on heaks näiteks üheaegselt mitmele põhjapanevale lennukiehituse printsibile. Kaks neist on lugejale juba tuntud: lennuomadused määratakse mitte kaalu kui sellisega, vaid kahe võrreldava parameetriga (tiiva pinnakoormuse ja võimsusega). Kõrge pinnakoormus (214 kg/m²) võimaldas Teise Maailmasõja kõige raskemal hävitajal saada ka kiirusrekordi omanikuks. Küllaltki keskpärane erivõimsus (386 hj/t stardirežiimis) koos väga suure tiiva pinnakoormusega andis keskmised või isegi nigelavõitu manööverdusomadused, näiteks viraaži sooritamiseks vajalik aeg oli 30 sekundit – kaks korda suurem kui I-16-l.

Võrdleme nüüd “Thunderbolti” ja Teise Maailmasõja kõige kergema nõukogude hävitaja JAK-3 (tühikaal 2123 kg, max stardikaal 2692 kg) lennuomadusi. Nagu näeme, oli nõukogude hävitaja ligi kaks korda kergem ameeriklaste “kannust”. Kusjuures ta oli ka aerodünaamilises mõttes 18 % kergem (tiiva pinnakoormus 181 kg/m² vs “Thunderbolti” 214 kg/m²). JAK-3 erivõimsus on samuti 24 % suurem

ameeriklasest (479 hj t vs 386 hj/t). Resultaadiks olid tunduvalt paremad lennuomadused nii horisontaal kui ka vertikaalmanöövris. Isegi maapinna lähedal ületas JAK vaatamata oma suuremale tiivapindalale "Thunderbolti" kiiruses (567 km/h vs 535 km/h). Alles 5000-6000 m kõrguses saavutas ameerika hävitaja ülekaalu kiiruses.

Esmapilgul on tegu karjuva mõttetusega. Milleks on vaja raisata raha ja ressursi kuuetonmise monstrumi tootmiseks, kui ta ei ole millegi poolest parem ja mitmete näitajate poolest isegi halvem kolmetonnisest? Kusjuures vähegi vastuvõetava erivõimsuse jaoks (just nimelt vastuvõetava, aga mitte rekordilise) oleks sellisele masinale vaja vähemalt 2300 hj mootorit. Isegi mitte iga tuhandetonnise veeväljasurvega veesõiduk ei oma sellise võimsusega jõuallikat. Sellise võimsusega lennukimootori loomine, mis oleks üheaegselt kerge, kompaktne ja suuteline kõrgustes töötama, on juba iseenesest inseneridele ülimalt komplitseeritud ülesanne. Milleks siis sellised titaanlikud pingutused ning kulutused?

Aegu tagasi loeti selliseid küsimusi nõukogude sõja-ajaloolises kirjanduses retoorilisteks ning JAK-3-e muutumatult Teise Maailmasõja parimaks hävitajaks. Kuid tegelikult on see ekslik arvamus. Kõige kergem hävitaja ei saa **põhimõtteliselt** olla kõige parem. See on vastuolus füüsikaseadusega, mida lennukiehituses nimetatakse "olemasolev tasakaal". Seaduse mõte on selles, et lennuomadusi säilitades ei ole reaalselt lendavas lennukis võimalik muuta üksikute detailide kaalu, ilma et sellega ei kaasneks kõigi teiste komponentide kaalu muutus. Toome lihtsa näite. Tahame lennukile paigaldada lisasuurtüki kaaluga 50 kg. Kui me tahame säilitada sama erivõimsuse ja kõik muud sellega seotud lennuomadused, tuleb meil lisada mootorile võimsust. Võimsam mootor omakorda kaalub rohkem ja vajab tugevamat-raskemat propellerit. Samuti kulub kütust rohkem. Kõik see viib omakorda loogiliselt tugevama šassii loomiseni. Et säilitada tiiva pinnakoormust, tuleb seda teha suuremaks, mis omakorda muudab lennuki raskemaks ning jällegi tuleb tiiva pinda suurendada...

Lõpuks see ahelreaktsioon lõpeb. Millega? Uue lennuki ilmaletulekuga, milles **kõikide detailide omavaheline kaalusuhe on täpselt samasugune kui vanal**, kuid terve lennuki kaal on suurem. Oletame, et algselt oli lennukil kaks suurtükki kaaluga 100 kg ja nende kaal moodustas 4 % lennuki üldkaalust. Ehk siis lennuk kaalus 2500 kg. Kolmanda suurtüki kaaluga 50 kg paigaldamine samale lennukile (säilitades kõik lenniomadused) viib uue lennuki tekkele, millel kahurite kaal on endiselt 4 % lennuki kaalust, aga lennuk ise kaalub juba 3750 kg.

Loodetavasti pole see kõik liiga keeruline. Olemasolevast tasakaalust tuleneb mitmeid huvitavaid järeldusi. Näiteks igal kindlal tehnika arengu etapil ühesuguse otstarbega lennukite eri komponentide kaalusuhe jääb enam-vähem ühesuguseks. Võtame näiteks pommitaja, mis on suuteline toimetama tonnise pommilaadungi 2000–3000 km kaugusele keskmise kiirusega 340-360 km/h. 30-ndate lõpus vastasid nendele tingimustele inglise "Wellington", saksa "Heinkel-111" ja "Junkers 88", nõukogude DB-3f ning itaallaste "Savoia-Marchetti". Väliselt üsna erinevad lennukid, erinevate mootori paigutuste ja arvuga, erinevate aerodünaamiliste ja konstruktsiooniliste skeemidega, erinevalt relvastatud. Kuid tühja lennuki kaal võrrelduna stardimassiga on kõigil peaaegu ühesugune (vastavalt siis 63,3 %, 60,0 %, 61,6 %, 62,2 %, 62,3 %). Kütuse kaal normaalse stardimassi juures moodustab samuti sarnase rea (21,2 %, 27,6 %, 27,6 %, 32,5 %, 22,8 %). Üldisest reast langevad siin välja kaks lennukit - "Wellington" oma 21,2 %-ga ja DB-3f 32,5 %-ga, kuid siin on tegu just sellise juhuga, kus erand kinnitab reeglit. "Wellington" lendas kõigest aeglasemalt (kursikiirus kõigest 290 km/h), millest ka selline kütuse ökonoomia, aga DB-3f omas suurimat lennukaugust (3300 km).

Pöördume aga tagasi hävitajate lennuomaduste võrdlemise juurde. Konstruktsiooni kaalu suhe stardikaalu ei muutunud praktiliselt kogu sõja jooksul ning mahtus kolmekümne kõige erinevamate lennuomaduste ja otstarbega hävitaja juures vahemikku 74–82 %. Teiste sõnadega, kütuse ja kasuliku koorma jaoks jäi muutumatult 18–26 %. Näiteks hävitaja Me-109E3 kaalus 2016 kg (77,7 %), kasulik koorem (592 kg) koosnes kütusest ja õlist (330 kg), relvastusest ja lahingumoonast (172 kg) ning lendurist langevarjuga (90 kg).

Nüüd aga jälle tagasi "Thunderbolti" ja JAK-i manu. Neljandik kuuest starditonnist on 1500 kilo, aga seesama neljandik "kõige kergemast hävitajast" JAK-3 on 570 kg. Kõige kasulik koorem on inimene. Lendur, kes piloteerib kuuetonnist hävitajat, ei ole üldsegi paksem või raskem inimesest, kes istub JAK-i või I-16-e kabiinis. Koos langevarjuga mitte üle 100 kilo. Relvastuse ja kütuse jaoks jääb siis "Thunderbolti" 1400 kilo, aga JAK-3-l 470 kilo ehk siis **KOLM** korda vähem. Seetõttu leiamegi ameerika hävitajal kuus kuni kaheksa suurekaliibrilist kuulipildujat tohutu lahingukomplektiga (maksimaalvariandis 3400 lasku), lendurikabiinis aga kõikvõimalikku varustust alates pissuaarist ja lõpetades autopiloodiga, sinna vahepeale raadionavigatsiooniseadmed, piloodi seljatagust kaitsva võimsa soomustuse, jalgade alt unikaalse terrassuusa, mis kaitseb pilooti kõhule maandumisel. Maapealsete sihtmärkide ründamiseks võib

“Thunderbolt” pardale võtta 900 kilo pomme ja kümme 127 mm raketti (see on kahe ründelennuki IL-2 last). Vastupidav konstruktsioon võimaldab maksimumvariandis võtta kaasa kolm ripp-paaki mahutavusega 2688 l, mis kasvatab lennuaega kümne tunnini (selleks ongi kabiinis nii pissuaar kui ka autopiloot). Maksimaalne lennukaugus 3780 km võimaldab saata kõiki pommitajaid, isegi neid, mida nii Saksamaal kui ka NSVL-s nimetati kaugpommitajateks. Samal ajal omas “kõige kergem pommitaja” JAK-3 lennukaugust 647 km ning ligi pooled seeriahävitajatest ei omanud isegi raadiosaatiat, sest kaalu säästmise huvides paigaldati neile ainult vastuvõtja. Ja seda 1944-1 aastal!

Niisiis, 2300 hj võimsusega mootori kallal ei nähtud ilmaasjata vaeva. See lubas luua ühemootorilise ühekohalise hävitaja, mis täiesti vastuvõetavate lennuomaduste juures omas stardimassi kuus tonni. Suur stardikaal ja sellega koos käiv suur kasulik koorem lubas selle lennuki baasil luua kõrgefektiivse mitmeotstarbelise relvasüsteemi, mis võis suurtel kaugustel täita kõige mitmekesisemaid ülesandeid. See näide (ehkki ta viis meid üpriski kaugele Suure Isamaasõja algusest) demonstreerib meile ilmekalt 30 – 40- te aastate lahingulennukite üldisi arengusuundi :

- pidev stardikaalu kasv
- aeglane, kuid pidev tiiva pinnakoormuse kasv
- seda kõike saavutatud erivõimsust säilitades.

2.5 Kindlad tiivad

Otse öeldes - käsitleda spetsiifilisi tootmis-tehnilisi küsimusi populaarteaduslikus sõjaajaloo raamatus on täiesti liigne. Ning autor ei hakkaks lämmatama lugejat järjekordse koguse tehnilise terminoloogiaga, kui teda (autorit ikka) poleks äärmuseni ära tüüdanud agressiivsed ja ebakompetentsed avaldused “vineerist nõukogude lennukite” teemal, mis erinevalt raudsetest saksa lennukitest “põlesid nagu küünlad”. Isegi paljude teiste vähe tõepäraste väljamõeldiste taustal nõukogude sõjatehnika mahajäämuse kohta paistab see jama eriti teravalt silma.

Alustame sellest, et just Venemaa (ehkki igasugust müstikat on tema pinnal toimunud enam kui küll) on olnud pioneeriks täismetallkerega lennukite ehituses. 1922. aasta augustis lasti NSVL välja esimene partii kodumaiseid duralumiiniumist kerega lennukid (materjali tootva tehase asukohta järgi nimetati seda koltšugalumiiniumiks). 24. mail 1924. aastal sooritas esimese lennu metallkerega ANT-2. Järgmisel, 1925-dal aastal, loodi Tupolevi büroos raske pommitaja TB-1. Rääkimata juba paljudest novaatorlikest lahendustest, mis määrasid põhilised arengusuunad paljudeks aastateks, oli TB-1 oma mõõtmete poolest suurim kõikidest oma aja metalllennukitest. Ning lõpuks 22. detsembril 1930 sooritas oma esimese lennu maailma esimene raske neljamootoriline täismetallkerega pommitaja - TB-3 (ANT-6). Oma stardikaalu (20 t) ja pommikaalu (5 t) poolest ületas see lennuk kõiki Teise Maailmasõja ajal seerias toodetud saksa pommitajaid. Täismetallkerega gigante lasti välja suures seerias (üldse ehitati 819 TB-3-e) ning nende baasil loodi (jällegi esmakordselt maailmas) strateegiline lennuvägi kui relvajõudude omaette liik.

Loomulikult, ilma läänelt pihta panemata ei saadud seegi kord läbi. Sedapuhku siis Saksamaalt. Tupolev polnud esimene. Esimene oli hoopistükkis G. Junkers. Kuid Versailles-i rahulepingu kohaselt purustatud ja paljaksröövitud Saksamaal ei olnud Junkersile arenguvõimalust. See-eest Nõukogude Venemaa juhtkond pakkus geniaalsele saksa insenerile helled lepingut ning suurt tehast Filis, mida hiljem hakati kutsuma lennukitehas Nr. 22. Kõikidele joonistele ja arvutustele teostati kontsessioonitehases “salajane võetus” (selline termin oli kasutusel tšekistide ettekandes kaitse rahvakomissar Vorošilovile). Hiljem meelitati Junkersi tehase juhtivad spetsid tööle NSVL-tu ning varsti peale seda katkestati leping Junkersiga ennetähtaegselt. Ta püüdis isegi kohtu poole pöörduda, kuid see oli juba päris naljakas. Bolševikud nimelt teavad ilma müüdava kodanliku kohtu otsusetagi, et neil on alati õigus. Nii et meetodid, mille abil stalinlik impeerium relvastus ja ohtlikuks muutus, ei olnud kaugeltki õiguspärased. Aga selles raamatus ei ole teemaks meetodid, vaid resultaat...

Nüüd paar sõna “põlevatest küünaldest”. Tugev tuul – see on umbes 40-50 km/h. Väga tugev, mis kustutab igasuguse lõkke, on 70-80 km/h. 100-150 km/h on orkaan, mis viib majadelt katuseid ning pühib majad maapinnalt. Kõige aeglasemad Teise Maailmasõja aegsed pommitajad lendasid kursikiirusega 250-300 km/h. Sellise tuule käes ei põle mitte ükski puu ega vineer. Põlevas lennukis põleb kütus. Sajad või ka tuhanded liitrid lennukibensiini. Bensiin põleb ereda leegiga nagu küünal. Musta suitsulehviiku põleva lennuki järele jätab vineer, kumm, plastik, värv, mis põleb bensiinileegis. 500-600 kilomeetrise tunnikiruse juures muutub bensiinipaak otsekui leeklambiks, mille leegis põleb isegi duralumiinium. Lennuki võime

ületada vaenlase õhukaitset ning seejuures mitte süttida sõltub paljudest asjaoludest (mõningaid neist vaatleme edaspidi), kuid kõige vähem lennukikere katematerjalist.

Isegi Mariaivanovna, kes loeb uuema ajaloo kateedris silmapaistvaid loenguid “Nõukogude Liidu sõjaks mittevalmisoleku kohta”, peaks teadma, et Kalašnikovi automaadi kuul läbib raudteerööpa. Seda õpetati talle juba keskkoolis sõjalise algõpetuse tunnis. Teise Maailmasõja aegsed hävitajad ei olnud relvastatud mitte Kalašnikovidega, vaid hoopistükkis näiteks Berezini suurekaliibrilise kuulipildujaga, mille kaliiber on 12,7 mm. Kahesajalt meetritl (aga tulistada õhulahingus suuremalt distantsilt pole mõtet, niikuinii ei taba) läbib UBS-i kuul 20 mm soomusplaadi. Nii et lennukikuulipilduja kuuli (aga olid ju ka veel suurtükid ja üldsegi mitte ainult 20 mm) jaoks pole vahet, kas tegu on vineeri, lõuendi, duralumiiniumi või paberossipaberiga, lennuki sisikonda ei suuda ükski neist kaitsta.

Nüüd lähme keerulisema küsimuse juurde – miks ühed lennukid (nii nõukogude kui ka välismaised) olid puust, teised metallist ning kolmandad lõuendist?

Tähelepanelik lugeja mäletab kindlasti eelpool esinenud väljendit - “konstruktsiooniskeem”. See on vägagi huvitav teema, kuid seletada seda ilma jooniste ja arvutusteta on peaaegu võimatu. Et asjast siiski mingitki ülevaadet anda, toome siinkohal kaks näidet, nimelt kokkupandava süsta ning kanamuna. Süst kujutab endast alumiiniumtorudest karkassi, millele tõmmatakse peale present. Viimane isoleerib sõitja veest, kuid tugevuse konstruktsioonile annab karkass. Katte võib maha võtta, paadi tugevus sellest ei muutu, endiselt võib selle peal nii istuda kui ka kasutada oja ühelt kaldalt teisele sillakese ehitamiseks. Ametlikus keeles nimetatakse sellist asja “mittetöötava kattega ruumiliseks karkassiks”.

Munal karkassi pole. Tugevuse, kusjuures küllaltki suure, tagab munale munakoor. Kuni muna on täidetud, suudab selle peos purustada ainult väga tugeva kämbla omanik. Tühja koore purustab ka laps.

Lennuki kere konstruktsioon võib olla nii ruumilise karkassiga ehk siis toruraam, üle tõmmatuna perkaliga (nii nimetatakse lennukiehituses kasutatavat kangast), ”koorik” – paks korpus koos mõningate tugevdusribidega kui ka segu nendest mõlemast – suhteliselt õhuke koorik koos nii risti kui ka pikisuunas paiknevate tugevdustega (pikiliistude e. stingerite ja kere ribide e. spangoutidega). Veelgi suuremat mitmekesisust konstruktsiooniskeemide valikus kasutatakse peamise ja kõige suuremaid koormusi taluva detaili – lennukitiiva – juures.

Konstruktsiooniskeemi valik tingib kohe ka vastavad materjalid. Karkassi on kõige parem keevitada kokku terastorudest, paksu kooriku valmistamiseks tuleb kasutada duralumiiniumit, õhukest koorikut liimida kokku vineerist.

Nõukogude ennesõjaaegsete lennukite kirjelduses kohtab pidevalt väljendit: plaaneri ehituses on kasutatud segakonstruktsiooni. Seda ei tehtud ei tehnilisest mahajäämusest ega ka duralumiiniumi puudusest, vaid soovist maksimaalselt optimeerida konstruktsiooniskeemi. Näiteks:

- hävitaja I-16. Kere puidust, kaetud kasevineeriga keskmise paksusega 2,5–4 mm, tugevdatud männipuust špangoutide, lonžeronide ja stingeritega. Tiivad: tsentroplaani terastorudest karkass, duralumiiniumprofiilid, kaetud duralumiiniumlehega. Tiivakonsoolid: terasvaheseinte ja duralumiiniumist seinaga talad, kaetud kangaga.

- hävitaja I-153. Ehkki lennuk oli loodud täpselt samas konstrueerimisbüroos, valiti tema jaoks välja hoopis teistsugune konstruktsiooniskeem ning vastavalt ka teised materjalid. Kere: keevitatud terastorudest ruumiline karkass duralumiiniumist ristitugevdustega, kaetud kangaga. Kandvad tiivaosad (tegu oli biplaani ehk kahepinnalise lennukiga) olid täispuidust, kaetuna vineeri või kangaga. Toetuseks teraslint.

- hävitaja MiG-3. Kerekonstruktsioon oli erinev. Esimene pool oli terastorudest keevitatud karkass, mis kaeti mahavõetavate duralist paneelidega. Sabaosa valmistati viiekihilise kasevineerist tugevdatuna männipuust lonžeronide ja stringeritega ning vineerist špangoutidega. Tiiva tsentroplaani täismetall, peatala vaheseinad terasest, kõik ülejäänud tugevduselemendid olid duralumiiniumist. Tiiva konsolid täispuidust, peatala deltapuidust, muud detailid vineerist, kaetuna viiekihilise kasevineeriga.

- pommitaja Su-2. Kere puidust, kate vineerist, tugevdatuna puitšpangoutide ja stingeritega. Tiib metallist, tiivatalad terasvaheseinte ning duralumiiniumist seinaga, kate lehtduralumiinium.

- pommitaja SB. Metallkerega: koorik durali lehtedest paksusega 0,5–1 mm, tugevdatuna stantsitud duralumiiniumšpangoutidega. Tiib metall, tsentroplaani talad terastorudest karkass, kaetud lehtduralumiiniumiga.

- kaugpommitaja DB-3f. Metallkere, koorik durali lehtedest paksusega 0,6 mm tugevdatuna duralist karbikujuliste špangoutide ja U-kujuliste pikiliistudega. Tiib: metall, terasvaheseinte ja duralist seintega talad 0,6 mm paksuse lehtduralumiiniumiga kaetud.

- kiirpommitaja Pe-2. Metallkere: paks koorik 1,5–2 mm paksusest duralumiiniumist, tugevdatus stantsitud duralist kere ribidega, pikiliistud puudusid. Tiib: metall, tala terasvahede ja duralist seintega, kaetuna 0,6 mm duralumiiniumlehega.

Lugupeetud lugeja, kui Te kõik selle läbi lugesite, siis imetlen Teie kannatlikust ning palun Teil veelkord silmitseda tähelepanelikult seda nimekirja. Selles on üles loetud praktiliselt kõik põhilised lennukitüübid, mis astusid 22.juuni hommikul sõtta. Kus on siin suures enamuses olevad vineerlennukid? Kõik kahemootorilised pommitajad on täismetalllennukid, kerge ühemootoriline pommitaja ning kõik hävitajad on segakonstruktsiooniga. Kuigi tõe au andes esines ka vineerdetaile. Mis puudutab “alumiiniumi defitsiiti”, siis siinkohal tuleb tunnistada ausalt – seda tõesti ei jätkunud. Nagu ka sütt, naftat, terast, autosid, traktoreid, raha. Ressursi on alati vähem kui tahaks, rahast on alati puudus. Eriti kui toota sõjatehnikat sellistes kogustes nagu seda tootis “rahuliku loova tööga” hõivatud stalinlik impeerium. Toome vaid kaks näidet. Üks kuu pärast Teise Maailmasõja algust, 1 oktoobril 1939, oli nõukogude õhujõudude koosseisus 12677 lennukit. Seda on peaaegu kaks korda rohkem kui Saksamaal (4093 tk), Inglismaal (1992 tk), USA-l (1476 tk) kokku. 1939-1940 lasi sõdiv Saksamaa välja 3377 ühemootorilist hävitajat Me-109. Nõukogude Liit aga lasi selle kahe rahuaasta kestel välja 6180 hävitajat I-16 ja I-153.

Pöördume aga vineeri juurde tagasi. Puidust lennukid sõdisid, kusjuures täiesti edukalt. Nimelt sellist konstruktsiooni omas kõige kiirem (670 km/h 8500 m kõrgusel) pommitaja Teises Maailmasõjas, ingliskeelsete “Mosquito”. Selle erakordselt ilusa lennuki kere oli konstruktsiooniliselt väga sarnane muna-koorele, ainult et see koor polnud tavaline, vaid kolmekordne. Kahe vineerikihi vahele oli liimitud paks kiht balsapuud. Balsa on midagi korgi sarnast, ainult veel kergem ning tunduvat tugevam. Sellise konstruktsiooni suurepärased kaaluomadused olid “De Havillandi” firma konstruktoritele selged juba projekteerimise algetapil. Hiljem, juba lahingulendude ajal, selgus veel üks üllatav eelis. Selleks oli “nähtamatus”. Saksa radarid, mis sõja lõpul moodustasid põhilise süsteemi vaenlase avastamiseks ning õhukaitse hävitajate juhtimiseks, ei suutnud avastada puust “sääske”, mis sel kombel osutus esimeseks “stealth” tehnoloogia lahinguristseteks.

Lõppkokkuvõttes paistis puust lennuk silma kõige madalamate kaotustega Kuninglikes Õhujõududes: 26255 lahingulennu käigus kaotati saksa õhutõrje suurtükkide tule ja hävitajate tegevuse tõttu lõplikult 196 lennukit s.t. tõenäosus pöörduda tagasi kodusele lennuväljale oli “Mosquito” ekipaažile 99,25 %. Jääb ainult lisada, et selline fantastiline vastupidavus või vigastustaluvus oli saavutatud lennukiga, millele polnud paigaldatud mitte mingit kaitserelvastust, välja arvatud meeskonna püstolid.

Siiski kadus 40-date lõpuks puist sõjalennukite konstruktsioonist lõplikult. Kuid mitte sellepärast, et duralumiiniumlennukid põlesid vähem ereda leegiga. Võib loetleda kolm peamist põhjust:

Esiteks - tehnoloogiline. Puidu töötlemine on uskumatult keerukas (kurva naeratusega võib meelde tuletada nõukogude “ajaloolise makulatuuri” mägesid, kus kinnitati, et “metallkeregale lennukid ei suudetud toota ainuüksi kvalifitseeritud tööjõu puudumise tõttu”). Kahte ühesugust puutüve looduses ei eksisteeri, ei ole ka kahte vineerilehte ühesuguste omadustega. Puiduga töötades tuleb arvestada nii puidu vanust, kasvukohta, niiskusesžiimi kuivatamisel, oksakohtade olemasolu... Isegi naljakas on võrrelda duralumiiniumlehe painutamise keerukust ja töömahukust (üks hüdropressi pihusti liigutus) ja mitmekihilise vineerilehe vormimist. Ei, mitte ilmaasjata ei loetud peentiserit tööliklassi eliitideks!

Teiseks - kliimaatiline. Puitkeregale lennuki iga välitingimustes polnud pikem ühest hooajast talvest suveni. Peale seda tuli hakata konstruktsiooni kuivatama, mõõtma kõrvõimalikke tiibadel tekkinud deformatsioone, (kusjuures ärme unustame seda, et näiteks stabilisaatori nurga muutumine ainult 2 – 3 kraadi muudab täielikult kõiki püsivuse ja juhitavuse näitajaid). Sellal, kui hävitajatüübid vahetusid aasta – poolteise tagant, võis sellega veel kuidagi leppida, kuid “Thunderbolt” maksis juba 80 000 1944. aasta dollarit ning vahetada igal aastal välja nii kallist tehnikat ei saanud endale keegi lubada.

Kolmandaks hakkasid oma osa mängima ka mõõdu. Kust leida kuuske, millest välja saagida B-29 tiiva tala? Tiiva pikkus on 43 meetrit. Külma metall surus elusa puu lõplikult välja lennukite konstruktsioonist, kuid vanad meistrid meenusid veel kaua aegu, kus lennukitsehhis hõljusid värske okaspuu saematerjali lõhnad...