

Sodobno
LETALSTVO

31.

MIROSLAV ADLEŠIČ

SODOBNO LETALSTVO IN NJEGOV RAZVOJ



TUGOMIR TORY
KRATEK UVOD
V LETALSKO TIPOLOGIJO

153 slik



LJUBLJANA 1946
DRŽAVNA ZALOŽBA SLOVENIJE

P R E D G O V O R

Po vojni, v kateri so skoraj dnevno jate letal raznih tipov letele nad našimi domovi, pač ni potrebno utemeljevati zakaj in v koliko je letalstvo pomembno in aktualno. Saj je dandanes letalstvo realnost, mimo katere ne moremo in ne smemo iti.

»Kaj pa more na tako obsežnem in važnem področju nuditi čitatelju takale drobena knjižica,« bo morda ugovarjal kritični čitatelj. Odgovor je preprost. Kakor pripravi pred trup pluga nameščeno drobno črtalo brazdi pot, tako naj ta kratek razgled in razved po sodobnem letalstvu pripravi pot obsežnejšim in globlje zasnovanim spisom, ki jih nujno potrebujemo in željno pričakujemo.

Bralcu pa, ki bi ga morda motil jedrnat slog spisa, naj povem, da je pričujoče delce malenkostno popravljen ponatis dveh »beril« iz učne knjige, ki jo je pravkar izdala Državna založba Slovenije. Obilica slik, zlasti pa omejen prostor, ki je bil piscu te knjige na razpolago, sta namreč terjala kratko in zato čim bolj zgoščeno napisano besedilo.

Slednjic se prisrčno zahvaljujem tovarišema univ. prof. dr. A. Kuhlju in T. Toryju za kritične opazke, ki so mi s pridom služile pri omenjenih popravkih besedila, slednjemu pa tudi za dragocene podatke, ki so mi pomagali pri zasnovi spisa v celoti.

Ljubljana, decembra 1946.

M. A.

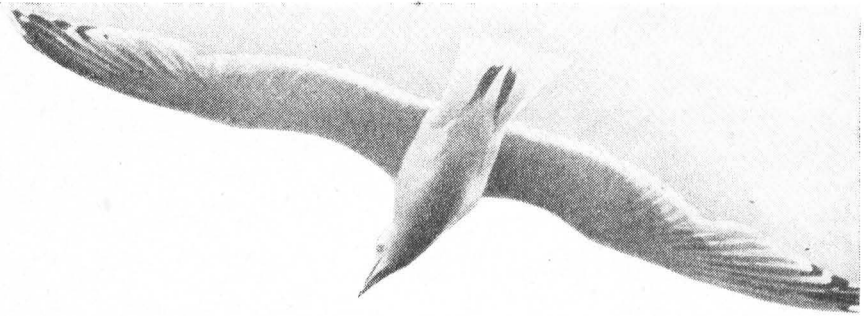
*

Če hočemo vlogo letala v človeškem življenju, v življenju držav in narodov pravilno vrednotiti in razumeti, potem ga nikakor ne moremo iztrgati iz življenjskega okvira ter gledati v njem samo sijajno tehnično ustvaritev, ki naj bo sama sebi namen, temveč ga moramo nujno gledati, videti in vrednotiti kot važen kulturni, ekonomski in politični činitelj. Če hočemo torej do kraja spoznati funkcijo letala, potem ga moramo podrobno in temeljito preučevati in si ga osvojiti.

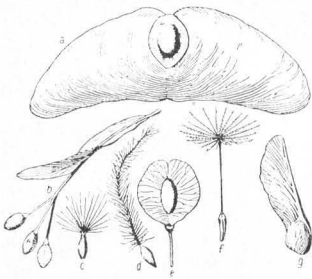
Jugoslavija je mlada, toda napredna država, ki je na ruševinah starega, v krvi in trpljenju štirih let, zgradila in ustvarila nekaj novega, velikega in zgodovinsko pomembnega. Nova Jugoslavija pomeni pohod v novo življenje, nov čas. Prav zato, ker smo napredna država, mora tudi letalstvo postati stremljenje, cilj in last vsega našega naprednega ljudstva, mora postati naša kulturna in ekonomska dobrina, naše orožje.

Naša mladina bo obogatila kadre novih pilotov, konstrukterjev, padalcev, radiotelegrafistov, letalskih meteorologov, mehanikov. Preden pa bo svoj cilj dosegla, se bo morala učiti, učiti in še enkrat učiti, kakor je rekel veliki Lenin, ter delati, kajti le z neprestanim učenjem in delom bomo hitreje kot kdor koli drugi dohiteli in prehiteli ostali svet!

*Republiški odbor za športno letalstvo pri
Komisiji za »Tehniko in šport« Glavnega
odbora Fizkulture zveze Slovenije*



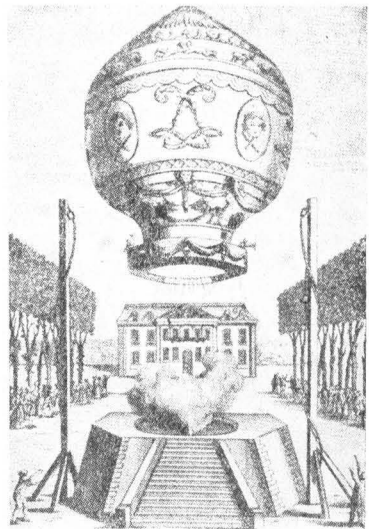
Težnja človeka po letenju je tako stara kakor človek. O tem nam pričajo mnoge pravlјice in razna poročila o neuspehah letalskih poskusih. Spoznanje, da se more telo, ki ima večjo specifično težo ko zrak,*) dvigniti v ozračje, je posredovala človeku narava s svojo izredno veliko množico mojstrov v letenju. V rastlinskem svetu je spoznal dokajšnjo kopico z laski ali krilci opremljenih semen



Jadranci in vijakarji med semeni: a macrozania macrocarpa, b lipa, c vrba, d srobot, e brest, f regrat in g javor (1/2 naravne velikosti).

(gl. sliko!), ki so »visela« v zraku, »jadrala« ali pa se »svedrala« k tlom, pri čemer jih je gnal veter daleč stran od mesta, kjer so dozorela. Med živalmi so mu bili, razen neštetihi žuželki, za vzor ptiči, zlasti galebi in ujede. Saj je prinesel vendar orel prav z lahkoto v svoje gnezdo, skrito sredi gorskih vrhov, več kilogramov težak plen. Da so netili ta ogenj prepričanja tudi sorazmerno težki zmaji, menda pač ni treba še posebej utemeljevati.

Toda od hrepenenja in prepričanja do resničnega uspeha je dolga in strma pot poskusa. Ker pa je človek pri slehernem poskusu, da bi jadrал z višine ali vzletel v ozračje kakor ptič, vegal življenje, se je pred nekaj več ko poldrugim stoletjem prav oddahnil, ko je bila odkrita povsem nova in precej varna pot v višave. Razvoj naravoznanstva in tehnike je l. 1782. privedel do praktične izrabe vzgona v zraku. Tega leta sta zgradila namreč brata Montgolfiera z r a k o p l o v (balon), ki ga je nosil v ozračje segreti zrak. V trenutku, ko je bilo toliko toplega zraka v balonu, da je bila njegova skupna teža manjša nego teža »hladnega« zraka, ki ga je izpodrival, se je pričel dvigati. Leta 1783. sta se

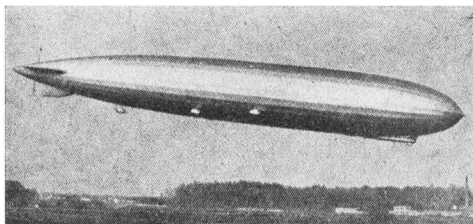


Balon, s katerim sta se prvič povzpela v ozračje P. de Rozier in d'Arlandes.

K zgornji sliki: Dasi je tehnika v letalstvu nadvladala naravo, nam je polet ptičev še vedno posebljeni ideal letenja.

*) Specifična teža zraka je približno 800-krat manjša od vode.

povzpela z »montgolfierom« v ozračje prva dva drzna letalca (slika!). Še v istem letu je zgradil fizik Charles s plinom vodikom napolnjen balon, ki ga je s spremljevalcem Robertom vred dvignil v zrak med ploskanjem in vzklikanjem tristo-

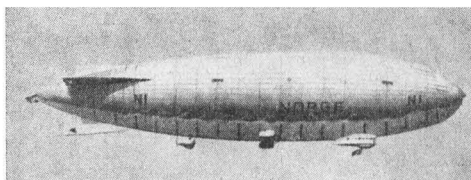


»Graf Zeppelin«. Ta cepelin z dolžino 236,6 m, premerom 30,5 m in prostornino 105 000 m³ je obkrožil leta 1929. prvič Zemljo.

sprva še obliko cigare, zdaj pa imajo tako sliko!). Napolnjeni so s plinom vodikom ali helijem. Da pri morebitni poškodbi

cepelinovega trupa ne bi uhajal plin hkrati iz vsega zrakoplova, ima cepelin v trupu deset do šestnajst samostojnih, s plinom napolnjenih balonov — celic. Potrebno hitrost dajejo cepelinom vijaki, ki jih ženejo v posebnih gondolah nameščeni motorji. Največja hitrost cepelinov je 140 km/h (beri km na uro!), največja prostornina nad 200 000 m³, največja nosilnost pa nad 100 ton. —

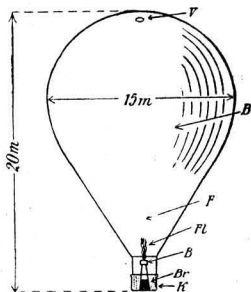
tisočglave množice pariškega ljudstva. Ker so zrakoplovi takrat, kadar jih ne privežemo z vrvmi, odvisni od vetra, ki jih žene po mili volji, pomeni velik napredek izum vodljivih zrakoplovov. Prvi taki zrakoplovi so imeli obliko na obeh koncih priostrene cigare. Gnal jih je en sam zračni vijak. Najbolj popolne vodljive zrakoplove s togim trupom iz aluminijevega ogrodja je osnoval in zgradil Zeppelin. Po njem imenovani »cepelini« so imeli imenovano aerodinamično obliko (glej



Vodljivi balon z na pol togim trupom »Norge«, ki je prvič preletel Severni tečaj.

Dandanes grade le še majhne in zelo okretne vodljive zrakoplove. Zakaj veliki cepelini so tehnično zelo nesmotrne priprave. Čeprav so prevažali z njimi množico potnikov in precejšne tovore na dokaj dolgih progah, so bili vendar preveč izpostavljeni vremenskim neprilikom in prepočasni.*) Tik pred pravkar končano vojno so vnovič pričeli graditi s toplim zrakom napolnjene balone. V njih je segreval zrak 1 m visok plamen gorilnega plina ali plina propana (slika!). S smotrno zgrajenim balonom te vrste, ki se je vzdržal v zraku poldrugo uro, se je posrečilo vzleteti 9 374 m visoko.

Ko sta razvoj letalstva in vremenoslovja terjala od znosti podrobne vremenske podatke o zgornjih plasteh ozračja, so pričeli graditi majhne registrirne balone. Z njimi so dvignili do 35 000 m visoko samodelno zapisujoče merilne priprave (barometer, termometer in higrometer ali vlagomer). Balone za opazovanje oblakovnega pasu pritrde na tanki jekleni žici.***) V pravkar končani vojni so s pri-

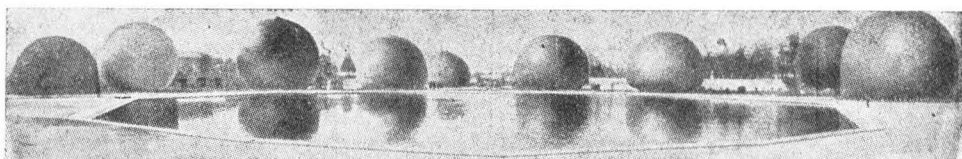


S toplim zrakom napolnjen balon: V zaklopka, B' balon, F nastavek za polnjenje, FI plamen, B gorilnik, Br posoda z gorivom, K košara. Balon vztraja v zraku do poldrugo uro in dvigne v zrak dva letalca.

*) Cepelinom je zlasti zelo nevarna električna iskra, ki se je nabirala na njihovih vnanjih oblogah iz gumirane svile. Ker električna iskra zlahka vžge lahko gorljiv vodik, se je več velikih cepelinov v nekoliko bolj neugodnih vremenskih razmerah vžgalo.

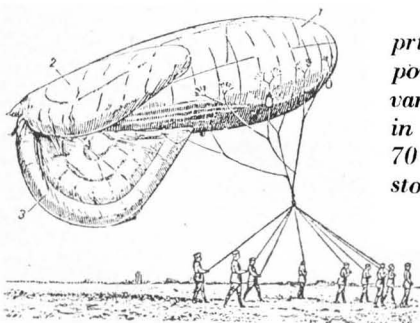
**) Registrirni baloni so zdaj često opremljeni z lahko radiooddajno postajo, ki v določenih časovnih zaporedjih oddaja izmerjene podatke.

Zaporni baloni. Stratostati. Višinski rekord.



Prosto leteči baloni pred startom. Na sliki vidiš polnjenje balonov pred tekmo, v kateri bo zmagovalec tisti, ki bo preletel največjo razdaljo.

dom uporabljali pritrjene zaporne balone, ki so dvigali v ozračje dolgo zaveso jeklenih žic. Tako je množica zapornih balonov s svojo »pajčevino« varovala večino za vojno važnih področij in zgradb pred sovražnimi bombniki. Letalo, ki se je zapletlo v žice, je bilo namreč izgubljeno.*)

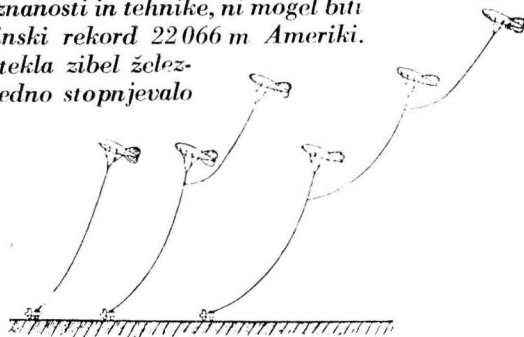


Vojaški zaporni balon: 1 z vodikom napolnjen trup, 2 stabilizator 3 krmilna vreča.

Leta 1931. se je s posebnim balonom in v zaprti gondoli dvignil v stratosfero**) Piccard ter se povzpел v višino 16 700 m. Polete s tako imenovanimi »stratostati« so nadaljevali v Rusiji in v Ameriki. Leta 1933. so se dvignili v gondoli 70 m visokega balona, ki je imel 24 500 m³ prostornine in vseboval samo 3 200 m³ vodika, ruski raziskovalci Prokofjev, Godunov in Birnbaum 19 km visoko (slika!). Naslednje leto so se dvignili z novim stratostatom Fedosenko, Vasenko in Usiškin. Po triurnem letu so oddali radiogram, da so prekoračili višino 22 600 m. Pozneje so pri vasi Poliski-Ostrog našli njihova trupla. Ker rekord omenjenih

junakov, ki so se žrtvovali za napredek znanosti in tehnike, ni mogel biti priznan, pripisujejo izza leta 1935. višinski rekord 22 066 m Ameriki.

Devetnajsto stoletje, v katerem je tekla zibel železnice, parnika in avtomobila, je sicer izredno stopnjevalo težnje modernega človeka po letalu, dalo mu ga pa vendarle ni. Vzrok za ta neuspeh spoznaš, če pregledaš tedanje tehnične in poljudnoznanstvene spise. Same fantastične zamisli pač niso mogle roditi letala, še manj pa naučiti človeka letenja. Po večini so »izumitelji« 19. stoletja namreč zanemarljivi edino uspešno in smotrno pot do uspeha: poskus. Peščica tistih, ki so s svojimi poskusi uspeli, pa je že po prvih pomanjkljivih rezultatih prenehala z eksperimentiranjem. Edina izjema med njimi je bil O. Lilienthal. Preden hočemo orisati njegovo življenjsko delo, naj omenimo uspehe ostale peščice izumiteljev ter orišemo razvoj od njih začetega delovanja. Leta 1848. je uspelo

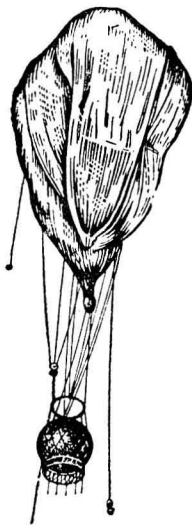


Balonska zapora.

*) Da bi obranili bombnike pogubonosnih žic zapornih balonov, so namestili pri nekaterih v primerni razdalji pred sprednjim robom krila posebno kovinsko palico.

**) Stratostera je tisti pas našega ozračja, ki je brez oblakov in se v naših zemljepisnih širinah pričinja v višini 12 km.

Stringfellovu zgraditi nekaj nad 4 kg težak model s 3 m dolgo razpetino kril, ki je imel v trup vgrajen lahek parni stroj za pogon dveh dokaj nerodnih štiritlistnih vijakov. Dasi je napravil model 40 m dolg polet, ga vendar njegov graditelj ni izpopolnil. Znameniti fizik Rayleigh, ki se je med poklicnimi fiziki prvi lotil proučevanja fizikalnih zakonov letenja, je zapisal, da je »oče modernega letala« Alphonse Pénauud. Le-ta je namreč l. 1871. zgradil letalski model, ki ga je dvignil v zrak vijak, gnan od dveh gumastih niti, zasukanih druga okoli druge («motor na gumo»; glej sliko!). Uravnoveseno letenje tega modela so omogočale »repne plavuti«, z nosilnimi krili vzporedna manjša krila, ki so bila nameščena precej stran od težišča modela. Dasi je preletel model v 13 sek le 60 m dolgo pot, je bil njegov izumitelj prepričan, da bo na osnovi svojega modela zlahka zgradil večsedežno letalo. Vendar zaradi pomanjkanja gmotnih sredstev svoje namere ni izvršil. Med poznejšimi izumitelji je treba omeniti še S. P. Langleya, ki je l. 1890. zgradil model z razpetino kril 4 m. Ta model je s sorazmerno precej težkim parnim strojem vred vztrajal v zraku 1 $\frac{3}{4}$ min ter preletel razdaljo 1600 m. Ko pa je nato Langley, podprt z vsemi potrebnimi denarnimi sredstvi, zgradil modelu podobno letalo, mu ni uspel noben polet.

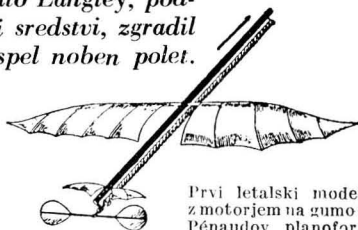


Stratostat.

še zmeraj s snovanjem in gradnjo modelov vedno bolj naraščajoča množica ljubiteljev letalstva.*) V tej veliki množici ne srečujemo le mladine, temveč tudi zelo veliko odraslih, ki so ohranili mladostno vnemo in smisel za gojitev letalskega športa. Modelarstvo nas namreč neposredno vodi do vrat, skozi katera si zlahka in na koristen način utremo pot v letalstvo. Modelarstvo nas vzgaja, nam smotrno in prav otipljivo posreduje tolikanj potrebne pojme o ustroju in bistvu letalstva, nas uči smiselnega in koristnega ročnega dela, nam krepi voljo in vztrajnost na poti do uspeha ter nas naposled že v rani mladosti priuči viteškega športnega tekmovanja. Čeprav je udejstvovanje v modelarstvu usmerjeno tako, da se vsekdar poudarja osebni uspeh posameznega graditelja, je vendar samo v skupnem delu množice graditeljev in snovateljev možno najti vzrok za te uspehe. Zato koristi modelarstvo, spojeno z gojenjem letalstva, tudi domovini, ki v času zelo razvijajočega se letalstva potrebuje čim več izobraženega, vztrajnega in značajnega naraščaja.



Pravilno usmerjanje letalskega modela.

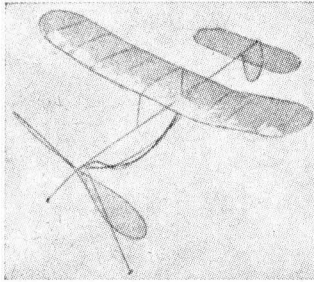


Prvi letalski model z motorjem na gumo: Pénauudov planofor.

Letalske modele ločimo v motorne in jadralne. Motorne modele dviga v zrak vijak, ki ga ženejo motor na gumo, stisnjen zrak, pero ali motorček na bencin

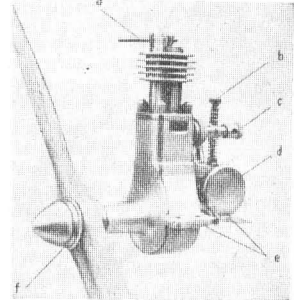
*) K letalskim modelom prištevamo majhna letala, ki morejo nekoliko časa prosto leteti ali jadrali v zraku. Med nje pa ne uvrščamo vzorcev ali posnetkov letal, ki ne morejo »letati«.

ali nafto. Med naštetimi gonilnimi pripravami so najnavadnejše prva in poslednji dve. Glede na to, ali startajo modeli v sobi, s kopnih tal ali z vode, razlikujemo sobne, kopne in vodne letalske modele. Najmanjši in najlažji med njimi so sobni modeli z motorjem na gumo in razpetino kril do pol metra (slika!), ki tehtajo manj kakor 1 g in lete (v primernih vijugah) nekaj sekund do 10 minut. Večje kopne in vodne modele grade iz kovine, manjše pa iz lesa in papirja ali svile. Ker povzročajo let modelov in navadnih letal iste sile, jih zdaj nočemo posebej navajati. O uspehih, ki so jih bili do leta 1940, dosegli z letalskimi modeli, naj vam priča razpredelnica od mednarodne letalske zveze (Fédération Aéronautique Internationale = FAI) potrjenih mednarodnih rekordov.



Sobni letalski model z razpetino kril 50 cm in dolžino 43 cm, ki tehta samo 7 g*.

Utemeljitelj jadralnega letalstva je Otto Lilienthal (1848—1896), ki se je prvi dvignil z letalom z vrha grička v zrak ter nad položnim pobočjem polzel do vznožja. Z opazovanjem in proučevanjem leta ptic in merjenjem vzgona gibajočih se kril si je pridobil Lilienthal potrebno osnovo za gradnjo preprostih enokrilih in dvokrilih jadralnih letal brez trupa (glej sliko!). Z njimi je jadral ali bolje polzel do 450 m daleč. Pri tem je trup in noge, ki so mu viseli izpod kril, obračal spretno sem in tja, s čimer je spreminjal težišče in obdržal krilo v vodoravni legi. Ta preprost način krmarjenja je tudi povzročil njegovo predčasno smrt.



Mikromotor: a vzvod, ki urejuje stopnjo zgoščevanja goriva, b igla, ki zapira pot do goriva, c dovod zraka, d posoda z gorivom, e nastavki za pritrditev motorja, f žleb za vrvico, s katero požene motorček. (Stroj tehta 19 dkg ter ima storilnost 0,1 KS.)

Lilienthalove poskuse sta uspešno nadaljevala brata Wrighta (beri: urajta). Svoje letalo sta zgradila po vzoru škatlastih zmajev. Krili njunega dvokrilknika sta imeli pravokotno obliko in sprva dvakrat, pozneje pa dvainpolkrat večjo nosilno ploskev ko Lilienthalovi. Da sta mogla usmeriti letalo v ostro krivuljo, sta zadnja

Mednarodni rekordni letalskih modelov (F. A. I. 1940) *

Doseženo	Kopni letalski modeli z		Vodni letalski modeli z		Modeli (brez motorja)
	motorjem na gumo	eksploz. motorjem	motorjem na gumo	eksploz. motorjem	
Čas	Copland (A): 33 min 9 sek	Bojkov (SZ): 1 h 51 min 40 sek	Pelegi (I): 1 min 30 sek	Čelnincev (SZ): 7 min 50 sek	Solodovnikov (SZ): 1 h 43 min 20 sek
Dolžina (naravnost)	Blanchet (Fr.): 15,5 km	Vorobiov (SZ): 135,41 km	Pelegi (I): 0,723 km	Kozlovski (SZ): 25,542 km	Hibirikine (SZ): 64,248 km
Hitrost	Vorencov (SZ): 101,25 km/h	—	Jal'hev (SZ): 55,836 km/h	—	—

* V zadnjih letih so se navedeni rekordni brezdvomno izboljšali. Saj je bil že ob koncu leta 1940. javljen rekord za model motorja na gumo 2 h 3 min. Razen tega so med pravkar končano vojno in po njej izredno izboljšali majhne eksplozivne motorje za pogon vijakov motornih modelov. Vendar F. A. I. rekordov, doseženih med vojno, ne priznava.

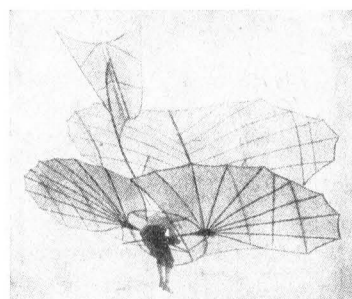


OTTO LILIENTHAL

zunanja konca na desni kakor tudi levi strani kril opremila z vrvema, ki sta zavrteli konca levih kril nekoliko navzdol, konca desnih pa hkrati nekoliko navzgor (ali pa obratno): »prečno krmilo«. S tem letalom sta l. 1901. in 1902. nad pobočjem Kill Devil Hilla (»Pobij-hudičagrič« v Sev. Karolini) izvedla blizu 1000 uspelih poletov. Medtem ko je Lilienthal med poletom visel, sta se ulegla brata Wrighta takoj po vzletu v odprtino sredi med spodnjima kriloma (gl. sliko!), s čimer nista le opazno zmanjšala zračnega upora, temveč sta si

olajšala tudi krmarjenje. Leta 1903. sta brata v veliko jadralno letalo namestila letalski motor, ki sta ga bila tudi sama izdelala. Motor je tehtal 110 kg, imel storilnost 12 KS (torej je pri njem prišla na vsako konjsko silo teža 9 kg!) ter je gnal dva v nasprotni smeri vrteča se zračna vijaka.

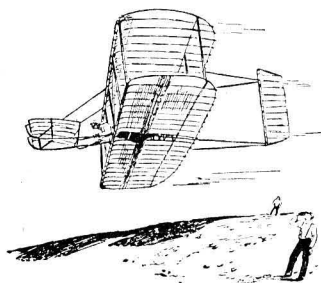
S tako opremljenim letalom, ki je obteženo tehtalo 450 kg, sta se 17. decembra 1903 dvignila brata, menjaje se, po dvakrat v zrak. V najbolj uspelem izmed teh štirih poletov je letelo letalo proti vetru s hitrostjo 50 km/h ter preletelo v 59 sek 255 m dolgo pot. Tako je torej uspel prvi motorni polet.



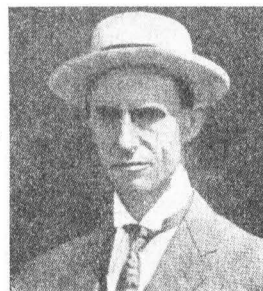
Lilienthalov polet na jadralnem letalu.



ORVILLE WRIGHT



Jadralni polet bratov Wrightov.



WILBUR WRIGHT

Dasi sta brata Wrighta pozneje spolnila svoje motorno letalo ter žela z njim uspehe v Evropi in Ameriki, vendar nista opustila brezmotornega letenja. Medtem ko je ves svet občudoval uspehe motornih letal, jima je leta 1911. uspelo, da sta preproste polzne polete po pobočju navzdol zamenjala z jadralnimi poletmi,

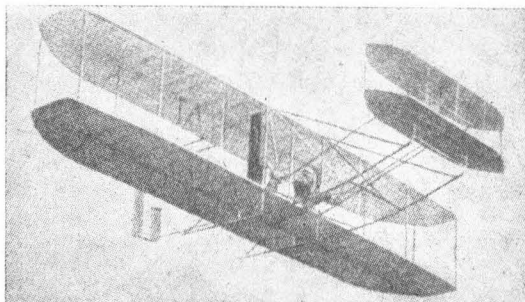
Daljinski mednarodni rekordi jadralnih letal (FAI 1940)

Leti:	1. Enosedežna letala:	2. Dvosedežna letala:
v ravnj črti	O. Klepikova (SZ) 749,2 km	Kartašev-Savcov (SZ) 619,8 km
z vrnitvijo na start	B. Kimelman (SZ) 342,4 „	Kartašev-Čekuikin (SZ) 342,4 „
na progi z določenim ciljem	P. Savcov (SZ) 602,4 „	Kartašev-Gorokova (SZ) 395,7 „

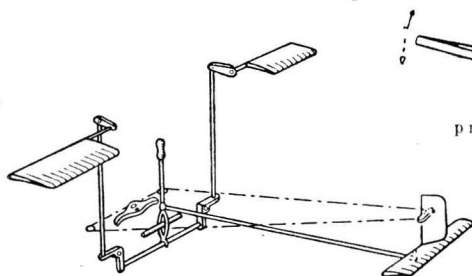
pri katerih je nad pobočjem pihajoči veter dvignil letalo dokaj visoko nad izhodiščno točko, kjer je ostalo do največ 10 minut. Čeprav so se v prvih letih letalstva pojavili pionirji jadrarnega letalstva tudi v drugih deželah, se je vendar resnični jadrarni šport pričel razvijati šele po letu 1918. v Franciji, Nemčiji in Rusiji in dosegel svoj višek leta 1940. Tedaj je SZ izmed desetih priznanih mednarodnih jadrarnih rekordov že dosegla šest. (Glej razpredelnico!*) Ker so bili mnogi jadrarni rekordi v zadnjih letih že prekoračeni, naj omenimo le tri pomembne podatke iz te dobe: Leta 1938. se je posrečilo dvema jadralcema na dvosedezniku vztrajati v zraku 50 h 25 min, drugima dvema pa l. 1945. dvigniti se 6263 m visoko. Med vojno se je povzpел jadrarec 9200 m visoko, zopet drugi pa je z naporom vseh svojih sil vztrajal v zraku neverjetno dolgo časa, 65 ur.**)

Moderno jadrarno letalo je sestavljeno iz trupa, nosilnih kril, krmilja in podpornih smuči ali vozila. Imā torej — če izvezamemo gonilno pripravo — iste dele kakor navadno motorno letalo.***) Pri enokrilih letalih je trup nameščen pod, v sredi, malo pod temenom ali nad kriloma. Glede na to ločimo

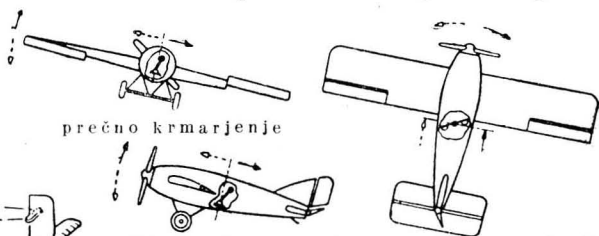
nizkokrilnike, srednjekrilnike, ramenokrilih in visokokrilih. Krmilje je sestavljeno iz trdno nameščenih ploskev (»plavuti«) in gibljivih ploskev (»krmila«). Plavuti so nameščene na repu letala v obliki dveh pravokotno druga na drugi sto-



Prvo motorno letalo bratov Wrightov med poletom l. 1903. Letalo je imelo višinske plavuti spredaj in namesto koles smuči. Vijaka sta bila nameščena za letalcem ter sta torej letalo potiskala.



Schema vzvodovja, ki urejuje delovanje krmil. Z ročnim vzvodom urejuje pilot višinsko in prečno krmilo, z nogo pa smerno krmilo.



višinsko krmarjenje smerno krmarjenje

Načini krmarjenja letala: Izvlečene puščice kažejo smer, v katero je premaknil pilot krmilno pripravo, in smer, v katero se je zaradi tega zasukalo letalo. Črtkane puščice kažejo krmarjenje v nasprotni smeri. Pri višinskem krmarjenju se zasučē letalo okrog vodoravne, pri smernem pa okrog vertikalne osi.

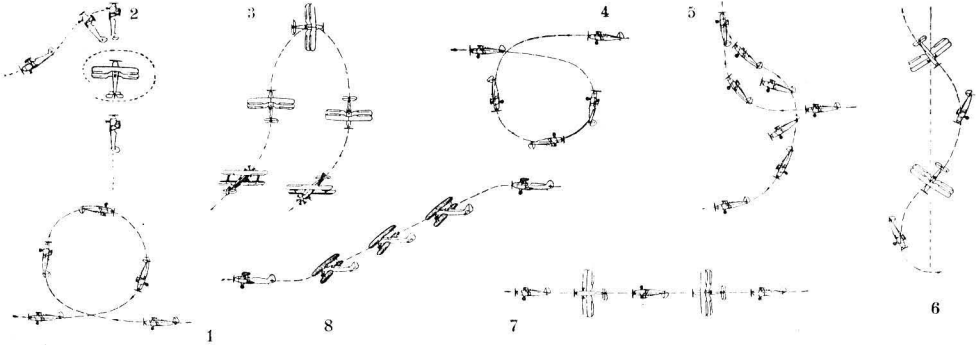
ječih ploskev. Njun namen je skrbeti, da ostane letalo v pravilni legi vse dotlej, dokler ga iz nje ne premaknejo krmila. Na repu ima letalo, razen plavuti, smerno in višinsko krmilo, na zadnjem in zunanjem koncu kril pa prečno krmilo. Ko je

*) V seznamu ženskih mednarodnih rekordov jadrarnih letal navaja F. A. I. razen Klepikove, še Rusinji Zelenkovo in Velikoselcevo s po tremi rekordji in Poljakinjo Modlibovsko z enim rekordom.

**) Med vojno doseženih rekordov F. A. I. ne priznava.

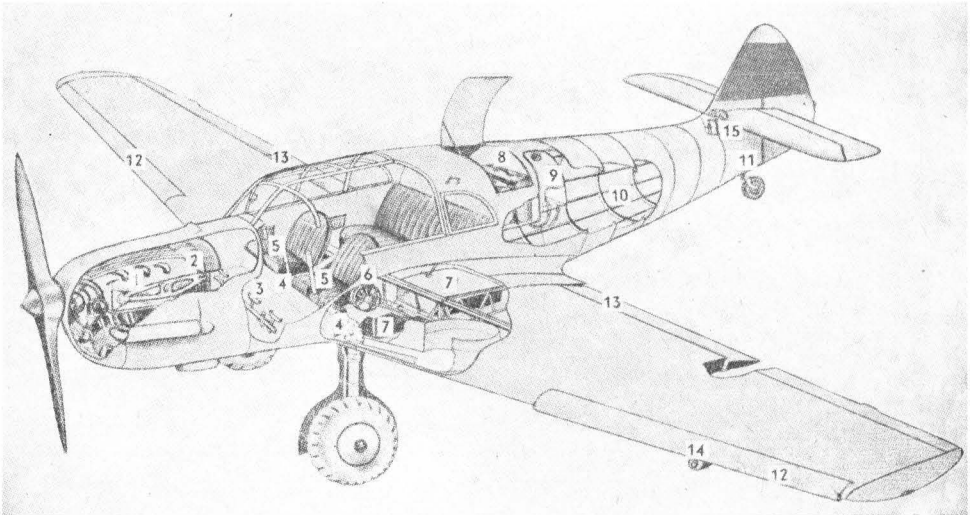
***) Izjemi sta doslej samo letalo v obliki letečega krila, ki nima trupa, in vijako letalo, ki ima namesto kril okrog navpične osi vrtljiv enojen ali dvojen letalski vijak z dvema do štirimi listi.

višinsko krmilo nagnjeno navzgor, se letalo dviga, ko pa navzdol, se spušča. Smerno krmilo urejuje let na desno ali levo (primerjaj ladijsko krmilo!). Pri letu v krivuljah pomaga smernemu krmilu prečno krmilo. Le-to je n. pr. pri letu na levo (gledano v smeri leta) na levi strani krila nagnjeno navzgor, na desni pa navzdol. S spretno izbrabo opisanih krmil more izvežbanj letalec izvrševati v zraku



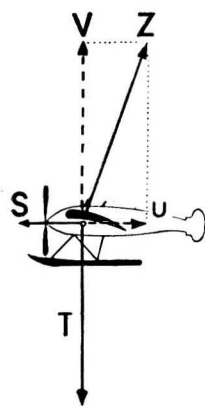
»Figure« umetnega letenja: 1 »looping« navzgor (letalec potegne počasi vzvod višinskega krmila k sebi), 2 pirueta: letalo se prične pri navpičnem letu naglo vrteti (prim. pirueto drsalca!), 3 navpični zavoji, 4 looping naprej (navzdol), 5 moščelji (letalo se navpično dviga vse dotlej, dokler se ne ustavi, nato pa zadrkne nazaj), 6 vrti, 7 krmarjeni sveder, 8 polzno drsenje v stran (slip).

množico obratov in zavojev (glej slike in podpise!). V prvih letih motornega letalstva so prištevali večino tu narisanih »figur« k tako imenovanemu umetnemu letenju, torej k športu. Toda že v prvi svetovni vojni se je pokazalo, da so vse našteje figure koristne letalcu tedaj, ko napada, kakor tudi tedaj, ko se brani in umika. Zdaj vemo, da je resnično izvežban le tisti letalec, ki obvlada vse možne



Enokrilno potniško letalo: 1 motor, 2 posoda za olje, 3 nožni vzvod za smerno krmilo, 4 priprava za dviganje in spuščanje koles, 5 dvojno krmilo, 6 kolesi za uravnavanje krmila, 7 in 9 posodi za tekoče gorivo, 8 prostor za prtljago, 10 gradnja repa, 11 ostroga v obliki kolesa, 12 predkrilci, 13 zakrilci, 14 obsevalo za nočno pristajanje, 15 vzvod za urejevanje višinskega krmila.

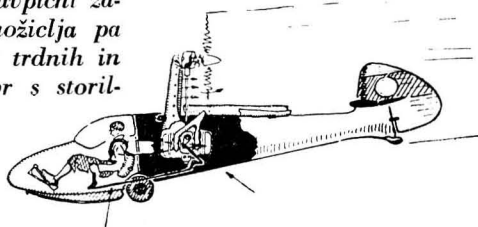
načine krmarjenja letala. Kajti kaj pomaga še tako priseben in hraber letalec, če pa ne more rešiti letala iz slehernega sploh mogočega položaja. Jadralni letalec zlahka izvede različne zavoje, lupinge, spiralo in vriij. Ostale figure: strmi vzpon, sveder, navpični obrat iz naglavnega poleta (= navpični zavoj), polzno drsenje v stran (slip) in možiclja pa izvršujejo po navadi le motorni letalci na trdnih in torej odpornih letalih, ki jih žene motor s storil-



Slika sil, ki delujejo na motorno letalo pri vodoravnem letu.*)

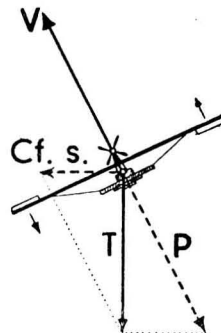
nostjo od 100 KS dalje. Četudi se zdi luping navzgor zelo težka letalska figura, je vendar najbolj preprosta: centrifugalna sila pritisne pri njej letalca samo na sedež. Najbolj nevaren pa je vriij. Zakaj dokaj letal iz vriija sploh ni mogoče več izravnati v normalno lego. K umetnemu letenju prištevamo tudi letenje na hrbtu, kjer je treba sukati krmilo v nasprotni smeri ko pri letenju v normalni legi. — Vozilo uporablja letalo pri vzletu in odletu.**)

Kopna letala imajo pod trupom eno (jadralna) dve ali štiri na prožnih vzmeteh nameščena in s pnevmatiko opremljena kolesa in na repu ostrogo v obliki kljukaste podpore ali kolesa. Da zmanjšajo med letom zračni upor, potegnejo kolesje v krila ali v trup.



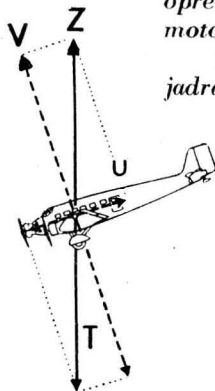
Jadrarno letalo s pomožnim motorjem. Med jadranjem je vijak skrit v zadnjem delu trupa.

Sile, ki delujejo na letalo pri normalnem in jadralnem letu in pri letenju v krivulji, kažejo slike. Iz popisa in oznak sil na slikah je razvidno, da se more letalo pri jadranju dvigati samo tedaj, kadar veje poševno ali navpično navzgor usmerjeni veter («navzgornik» ali krajše tudi »vzgornik»), ki dviga venomer padajoče letalo vedno više.



Slika sil, ki delujejo na letalo tedaj, ko se giblje letalo v krivulji. (Primerjaj sl. 60!)

Navzgornik nastane na tri načine. Pobočni navzgornik nastane tedaj, kadar veje veter proti hribu, ki usmeri zračni tok po pobočju navzgor. V pobočnem navzgorniku pridobi jadrlec na višini, kadar krmarji svoje letalo v »osmici«. Če pri tem letalo na ta način usmerja, da »pada« čim dlje tako (gl. sliko na naslednji strani, kjer je smer navzgornika označena s puščico!), da ga navzgor usmerjeni tok dviga, in čim manj

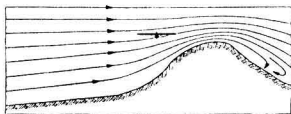


Slika sil, ki delujejo na letalo pri jadralnem poletu.

*) Rezultanta sil motorja S in teže T, ki je sili zraka Z nasprotna, na sliki ni narisana. (Prin. sile pri jadralnem poletu!)

***) Vodna letala imajo namesto vozila izoblikovan trup v obliki čolna ali pa so oprta na votle plavače; tako imenovana »letala dvoživke« pa imajo, razen čolna, še primerno vozilo.

časa tako, da dejansko pada in torej izgublja na pridobljeni višini, potem more vztrajati v zraku vse dotlej, dokler piha nad pobočjem navzgornik. Toplotni navzgornik se izoblikuje neodvisno od hribovitosti tal tako, da se zemeljsko površje nad hišami, poljem in peščenimi tlemi mnogo bolj segreje kakor



Jadranje v navzgorniku nad pobočjem gore.

nad gozdovi, vodami in močvirji. Zato se zrak iznad segretega površja navpično ali — če veter toplotne tokove zanaša — poševno dviga, nad hladnim pa pada navzdol. Precej visoko nad pobočjem, kjer veje toplotni navzgornik, se v toplem zraku vsebovana vodna para zgosti v kopasti oblak. Ta pokaže po navadi jadralcu, kam mora usmeriti letalo, da »zajadra« v navzgornik (slika!). Nevihtin navzgornik nastane na brez-

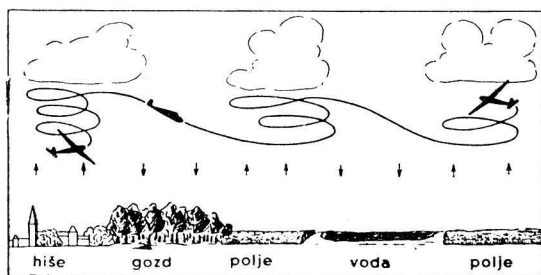
oblačnem delu ozračja tik pred oblaci (to je kopasto gmoto težkih nevihtinih oblakov).

Prva jadralna letala so se razlikovala od motornih samo v tem, da niso imela vgrajenega motorja z vijakom. Ker povzroči gonilno silo jadralnega letala težnost, ki vleče letalo v polznem letu navzdol, more namreč vsako motorno letalo takoj, ko se ustavijo motorji, polzeti proti tlam. Opazovanja so pokazala, da spolze motorna letala v strmem kotu proti zemlji.

Meritve so pokazale, da nam določa ta kot razmerje med zračnim uporom letala in njegovim aerodinamičnim vzgonom. To razmerje imenujemo polzno število ter ga pišemo po navadi v obliki 1 : a. Tolmačimo ga pa takole: Letalo, ki



Smer leta pri daljšem jadranju nad pobočjem. Puščica kaže smer vetra. Letalo pri startu in med poletom je temno, po pristanku pa svetlo narisano.



Jadranje pri navzgornikih, ki jih povzročijo različna temperatura in zato različno toplotno sevanje tal.

leti 1 km nad zemljo, polzi lahko a km daleč od podnožja letala pa do pristajališča. Če odpove n. pr. motornemu letalu s polznim številom 1 : 15*) motor tedaj, ko leti v višini 4000 m, more pristati $4000 \times 15 = 60\,000\text{ m} = 60\text{ km}$ stran od mesta, nad katerim je motor odpovedal.***) Prva jadralna letala so imela polzno število 1 : 8, kar je bil pač glavni vzrok, da jadralci na njih niso dosegli zavidljivih uspehov.

Sodobna jadralna letala moremo razvrstiti v tri skupine: v začetniška ali polzna, v vadbeno in v zmogljiva jadralna letala. Začetniška letala so zelo trdno zgrajena ter imajo namesto trupa le nosilno ogrodje. Njih razpetina kril meri 9 do 12 m, a teža znaša približno 100 kg. Med polznim poletom padajo v sekundi za 1,2 do 1,5 m. Vadbeno letala so tako zgrajena, da imajo čim manjši zračni upor ter padajo zelo počasi (0,7 do 0,8 m/sek). Razpetina njihovih kril meri 12 do 15 m. Zmogljiva jadralna letala so še nedavno gradili z razpetinami kril od 16

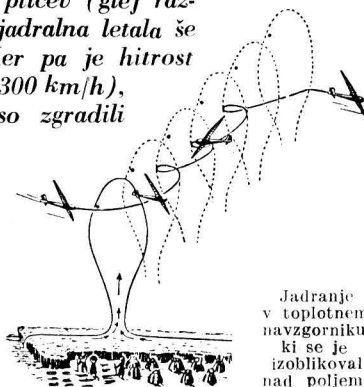
*) To število je za motorno letalo zelo ugodno.

**) Razumljivo ti bo, da velja pričujoči račun le za brezvetrje. Kajti če piha vodoravno usmerjeni veter proti letalu, se zmanjša daljava pristanka za toliko, kolikršno pot bi v času, ki ga potrebuje letalo, da preleti 60 km dolgo pot, napravil veter.

do 22 m, pri čemer so zlasti pazili na to, da so bila čim lažja. Na ta način so dosegli majhno ploskovno obremenitev krila (povprečno 15 kg* na vsak m² krila*), hitrost padanja od 0,5 do 0,7 m/sek in polzno število od 1 : 20 do 1 : 33. Če primerjamo ploskovno obremenitev nekaterih ptičev (glej razpredelnico!) in jadralnih letal, ugotovimo, da so jadralna letala še enkrat ali celo poldrugokrat bolj obremenjena. Ker pa je hitrost ptic precej večja (golob 70 do 115, lastovica do 300 km/h), so skušali letalo prilagoditi pticam tako, da so zgradili letalo, ki je bilo za več ko polovico lažje od navadnih ter je tehtalo borih 56 kg. Dasi je imelo to letalo razpetino kril samo 12 m, je vendar padalo k tlom z izredno majhno hitrostjo 0,55 m/sek. Z Ljubljanskega gradu (70 m) bi torej polzelo dve dolgi minuti.

Ploskovna obremenitev	
štorcklja	8 kg* na m ²
golob	6 „
vrabec	4 „
kačji pastir	0,4 „
jadralno letalo	10—26 „
motorno letalo	50—320 „
leteča bomba	do 600 „

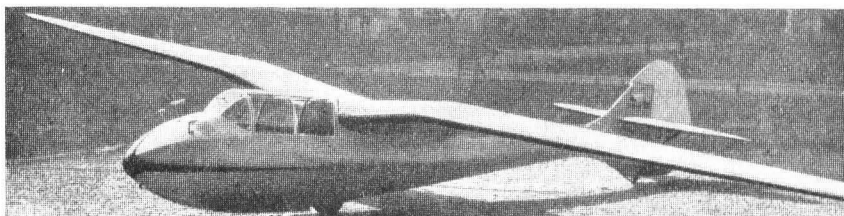
Čeprav je tako lahko letalo zelo gibčno, vendar s svojo hitrostjo od



Jadranje v toplotnem navzgorniku, ki se je izoblikoval nad poljem.

50 do 70 km/h še ni dovolj naglo.***) Za uspešno jadranje, zlasti pa za hiter polet skozi območje navzdolnika, bi bila potrebna in zato tudi zaželeno hitrost vsaj 90 do 110 km/h. Tehniki, temelječi na znanstvenih ugotovitvah, je uspela tudi gradnja

hitrih letal s sorazmerno velikim polznim številom 1 : 27. Najhitrejša jadralno letalo te vrste, ki jadra s hitrostjo nad 140 km/h, je rusko letalo »PRB-6« z razpetino kril nad 19 m in zračnim uporom borih 7 kg*. Ko bi to letalo letelo v zapregi, bi zaviralo motorno letalo (mu zvečalo torej upor) le s silo 7 kg*. (Kljub temu bi potrebovalo letalo »PRB-6« za vodoravni let najmanj 4,5 KS močan motor.)



Zmogljivo dvosedežno jadralno letalo z razpetino 18 m, ploščino kril 20 m² in polznim številom 1 : 24, ki tehta z jadralcema vred 440 kg in jadra s hitrostjo do 75 km/h.

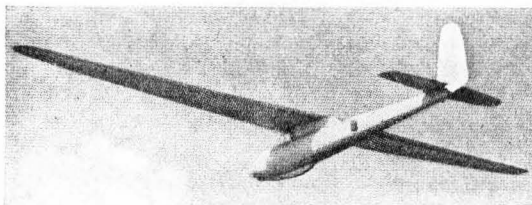
Kar se tiče merilnih priprav in krmilnih in urejevalnih vzvodov, je jadralno letalo dokaj revnejše od motornega.***) Navzlic temu mu ne manjka nobena naprava, potrebna za smotrno zasledovanje letenja (glej sliko!). Prav zaradi tega se vsak dober jadratec kaj hitro izvežba za pilota motornih letal.

) Ploskovna obremenitev je sila, s katero deluje aerodinamični vzgon na 1 m² krila. Dobimo ga, če celotno težo letala v kg delimo s ploščino kril v m².

**) Navedene hitrosti jadralnih letal niso največje. Saj doseže sleherno jadralno letalo pri navpičnem letu navzdol vse hitrosti do 400 km/h.

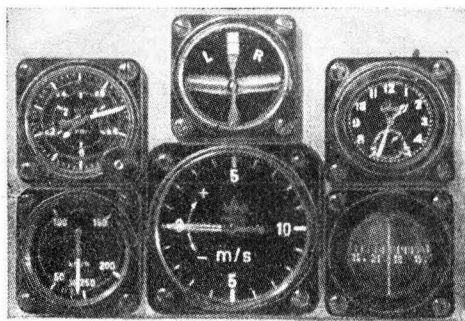
***) Motorna letala so namreč opremljena s 30 do 130 merilnimi pripravami in različnimi vzvodi.

Odlet (start) jadralnega letala z vrha grebena, nad katerim veje proti letalu usmerjen pobočni navzgornik, izurši navadno več oseb z gumasto vrvjo. Letalo prime za rep več oseb. Nato pripno vrv za kljuko na sprednjem delu letalovega trebuha. Naposled prime vsak konec vrvi enako število oseb ter ju v primer-nem medsebojnem kotu in v diru po pobočju navzdol napno kakor fračo (slika!).



Jadralno letalo med poletom.

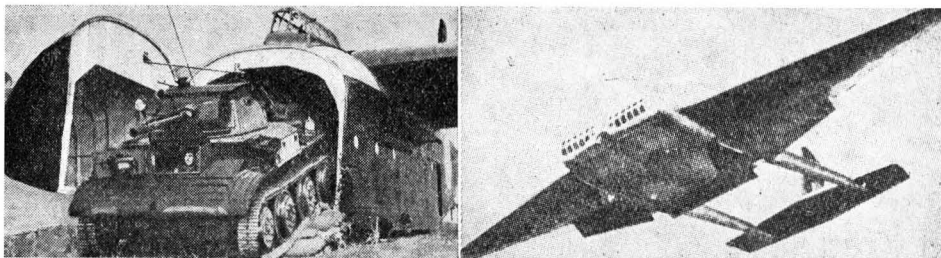
letalo do 400 m visoko (slika!). Motorno letalo pa vleče za seboj jadralno letalo na dokaj krajši vrvi (pribl. 100 m). Pri tem leti vedno v zapregi leteče jadralno letalo vsaj 3 m više nego motorno. To je izvedljivo tudi pri odletu, kjer se jadralno letalo, ki je manj obteženo kakor motorno, že pri manjši-hitrosti dvigne s tal. V zadnjem desetletju se ni posrečilo le orisanih letalskih zapreg (aerovlek) izredno spopolniti, temveč jih tudi smotno izrabiti. Tako je uspelo



Merilne priprave jadralnega letala: Zgoraj: višino-mer z dvema kazalcema (eder kaže točno, drugi približno višino), kazalo nagiba (kaže lego letala v krivulji in njegovo pravilno nagnjenost), ura. Spodaj: tahimeter (meri hitrost letala), variometer (najvažnejša priprava jadralnega letala, ki kaže, koliko m se letalo v 1 sek dvigne ali pade) in kompas.

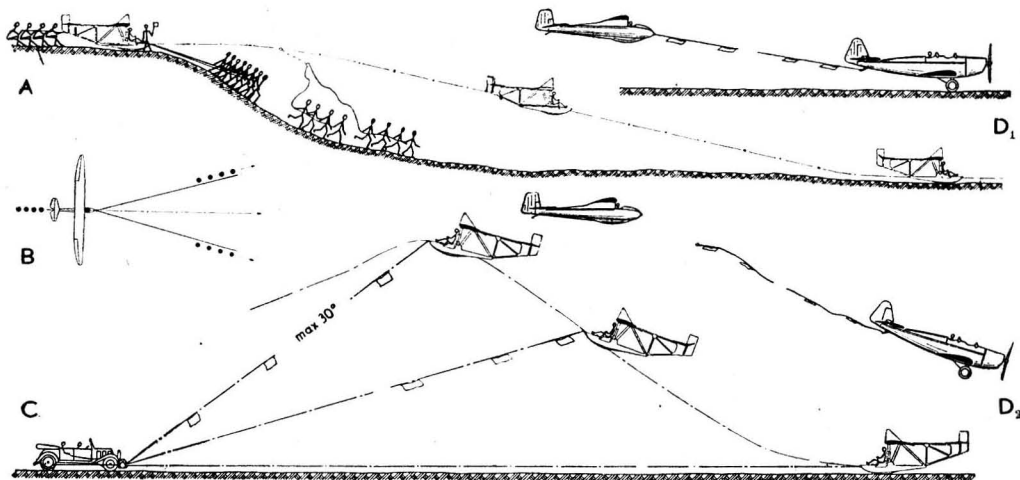
sestaviti vlak osmih jadralnih letal, ki ga je vleklo eno samo motorno letalo. Med pravkar končano vojno so preva-žali z enim motornim letalom celo tri »tovorna« jadralna letala. Večja letala te vrste so prevažala, razen dveh pilotov, še 8 do 20 opremljenih vojakov, še večja pa tudi po en tank ali top (gl. slika!). Najnovejša tovorna jadralna letala spre-jemajo v svoj razširjeni trup, razen topa ali večjega metalca min, še vod vojakov. Kadar taka jadralna letala pred ciljem odklopijo, morejo z njimi povsem ne-slišno zajadrtati za hrbet sovražnika ter ga presenetiti (»tiho letenje«). Priklon-no tovorno jadralno letalo pa je vrhu tega zelo koristno tudi za naglo preva-žanje prtljage, pošte, sadja itd. S pri-klopnim letalom, težkim 17 ton, ki je bilo obloženo z 8 tonami prtljage (razpetina kril tega letala je merila 34 m!), so preleteli celo Atlantski ocean. Iz tega kratkega orisa lahko posnameš, da bo tovorni daljinski promet prihodnosti izvedljiv zlasti tedaj, ko bo spopolnjeno letenje v letalskih zapregah.

Če izvzamemo pravkar orisano praktično stran letalskih zapreg, je jadranje samo zase šport, ki ne obeta gospodarskih koristi. Navzlic temu ima dokaj večji pomen od navadnega športa. Kajti sleherni jadravec mora uspešno dovršiti za-



Slika na levi: Veliko vojaško tovorno letalo je v zapregi pripeljalo tank. — Slika na desni: Velikansko jadrarno letalo, ki prenese v zapregi četo povsem oboroženih vojakov s topom vred. (Na širokem trupu vidne odprtine zmanjšujejo zračni upor.)

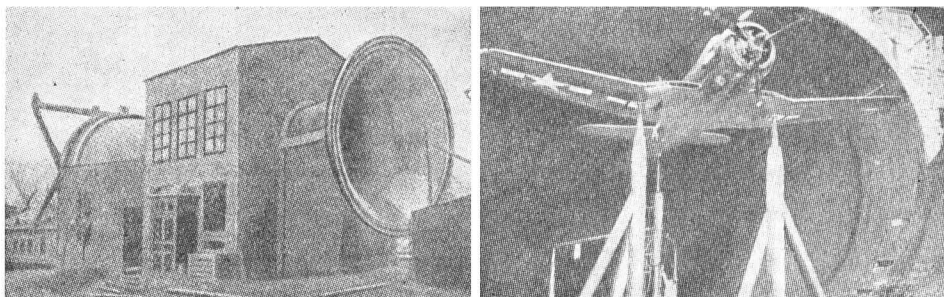
htevno in resno šolanje.) Jadranje nikakor ni lahkotno igrakkanje, temveč ponosna in drzna borba z redko materijo, ki jadralca prenaša in dviga ali ga pa kaj lahko divje trešči na tla. Kdor se jadrnanju ves preda, je fant od jare, ki ga odli-*



Trije načini startanja jadrarnih letal: **A** start z gumasto vrvjo v narisu (in **B** v tlorisu, kjer so pike osebe), **C** start z motornim vitljem (z 800 do 1200 m dolgo jekleno vrvjo), **D₁** start v zapregi in **D₂** jadrarno letalo se v zraku odklopi. Zvezna vrv je približno 100 m dolga; vanjo je včasih vdela telefonska žica za sporazumevanje.

kujejo zanesljivost, potrpežljivost, vztrajnost, prisebnost, mirnost in močna volja. Jadranje zahteva namreč poguma in značaja, skratka kulturo duha in srca. Če ponovimo še to, da je jadrnanje najboljša šola za pilote motornih letal, potem vemo, da skriva sinji šport v sebi več ko samo željo, da bi se mogli kakor ptiči povzpeti

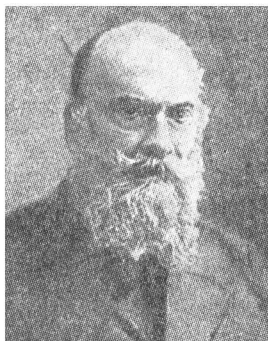
*) Da to šolanje ni lahko, sledi že od tod, da se motorni letalec uči letenja v spremstvu svojega učitelja, jadralec pa vedno sam. Če se posreči jadralcu v petih polnih poletih vztrajati v zraku po najmanj 20 sek ter vrh vsega izvršiti še 30 sek dolg let, doseže izpit A. Ko mu uspe pet jadrarnih poletov v obliki črke S ter pri tem vztraja vsakokrat po 60 sek v zraku, si pridobi izpit B. Želja vsakega jadralca pa je izpit C. Da ga doseže, mora vztrajati v višini nad startnim mestom vsaj 5 minut, to pa tolikokrat, da doseže skupni čas jadrnanja 60 minut. Če napravi jadralec z izpitom C še izpit iz letalske teorije, prejme spričevalo — jadrarnega pilota. Peturni polet, dvig v višino 1000 m in 50 km dolg let je potreben za to, da si pribori jadralec srebrn (ali, če so njegovi uspehi še večji, zlat) jadrarni znak, s katerim se mu prizna — mojstrstvo.



Slika na levi: Vetrovnik z vnanje strani. (Primerjaj povprečni prerez na spodnji risbi!) — Slika na desni: Lovsko letalo, ki ga ženeta batni in reakcijski motor hkrati, v velikem vetrovniku. Spodaj so vidne iz posebnih silomerov speljane podpore, na katerih je oprto letalo.

v zračne višave. Motornemu letalstvu naj velja torej naše spoštovanje in občudovanje, jadralnemu pa naše hrepenenje in vsa naša ljubezen! —

Pri nobenem prometnem sredstvu ni bilo treba posvetiti toliko pažnje znanstvenim raziskavam kakor pri letalstvu. Med uspešnimi raziskovalci fizike letenja se je odlikoval ruski fizik N. E. Žukovski (1847—1921), ki je prvi smotrno utemeljil silo aerodinamičnega vzgona (srk nad krilom in pritisk nad njim) ter teoretsko (t. j. z računom in načrtovanjem) določil »profile« ali prezeze letalskih kril (Žukovskijevi profili). Žukovskemu so naglo sledili učenjaki drugih narodov.

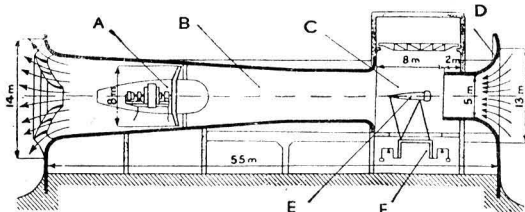


N. E. ŽUKOVSKI

Meritve vzgona in upora kril ali celotnega letala izvršujejo dandanes večinoma v tako imenovanih »vetrovnikih«, kjer v zavitih, ravnih ali listastih ceveh s premeri od 1 dm pa do 30 m proizvajajo s primernimi zračnimi vijaki močan zračni tok (glej sliko!). Pri tem izrabljajo spoznanje, da mora premagovati krilo (letalo) isti zračni upor in da delujejo nanj enako velike sile zraka bodisi da leti in si izoblikuje zračni tok v mirujočem zraku, bodisi da miruje,

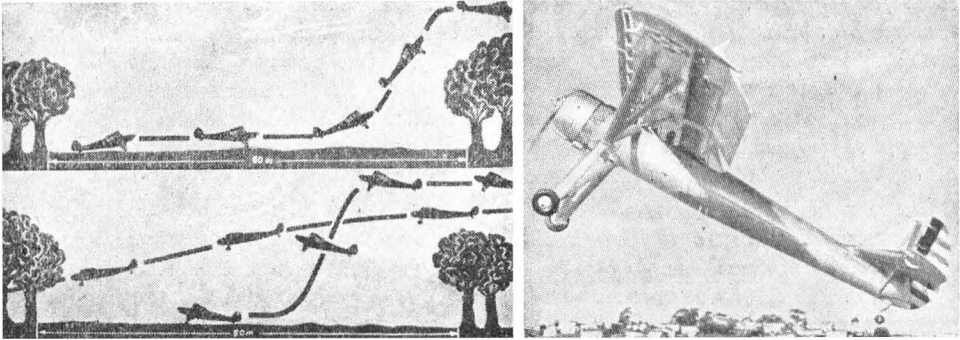
pa se giblje zračni tok proti njemu. Sprva so gradili le zelo majhne vetrovnike. V njih so merili sile pri modelih kril ali letal. Zdaj imajo vse države z razvito letalsko industrijo tako velike vetrovnike, da morejo postaviti vanje povsem dovršena krila ali letala.*)

V vetrovniku so ugotovili zanimivo dejstvo, da deluje na letalsko krilo tedaj, če je sestavljeno iz treh podolžnih delov: iz ozkega predkrilca, osrednjega navadnega kri-



Povprečni prerez skozi vetrovnik: A motor z vijakom, ki povzroča veter, B cev, v kateri se izoblikuje zračni tok, C prostor za merjenje, D izpušni lijak, E preizkušnji namenjeno telo, F dvorana s tehtnicami za merjenje sil, ki delujejo na telo.

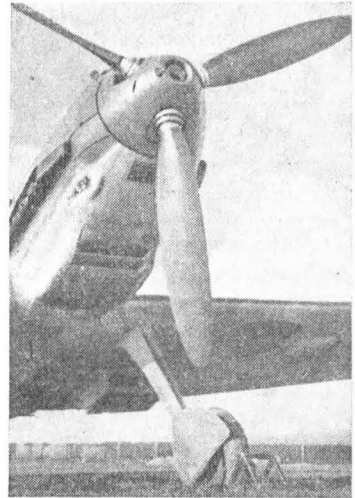
*) V navadnih vetrovnikih uporabljajo zračne tokove s hitrostjo do 1000 km/h. Med vojno pa so zgradili vetrovni kanal s premerom 8 m, v katerem so gnali zrak stroji (turbine) s storilnostjo 100 000 KS. Zračni tok v takem vetrovniku je dosegel hitrost nad 3000 km/h.



Sliki na levi: Odlet in pristaneč letala s »trodelnim krilom«. (Na spodnji sliki je vrisan še tir doleta istega letala, ki ima krilo v celem.) — Slika na desni: Pri odmaknjenih predkriljih in zakrilcih se dvigne letalo v kotu 30° .

la in zakrilca, pa so med temi tremi krili določene podolžne odprtine, da deluje torej na takó sestavljeno krilo za dvig potreben aerodinamični vzgon tudi tedaj, ko je nagibni kot dvakrat večji od navadnega in meri torej 30° namesto 15° . Rezultat te zanimive ugotovitve je letalo, ki more pristati ali pa vzleteti na večjem dvorišču ali parku sredi mestnih hiš (glej sliki!).

V vetrovnikih so merili tudi zračni upor letaških motorjev, spremembo tega upora pri nujno potrebnem hlajenju motorjev in zlasti pri smotrnem delovanju letalskih vijakov. Pri tem so ugotovili, da se s prevelikim zvečanjem števila vrtljajev letalskih vijakov njih vlečna sila ne zveča, temveč močno zmanjša. Ker pa se je pokazalo, da je lahek letalski motor tem bolj zmogljiv, čim hitreje se giblje, je bilo treba motorno gonilno gred z zobatimi kolesi združiti z osjo vijaka (prestava!). Toda tudi to ni zadostovalo. Meritve so namreč dokazale, da vlečejo po navadi letala vijaki, ki se vrte s stalno hitrostjo, pri startu in dviganju (t. j. pri počasnem letenju) s premajhno silo. Tudi sicer ni tak vijak kos vsem nalogam. Omenjeno hibo so odpravili tehniki na ta način, da so vgradili v primerno povečano pesto vijaka zasukljive liste. Te liste moremo zasukati vedno v lego, da »režejo«



Letalski vijak z zasukljivimi listi. V gonilni osi vijaka je vdolana cev topa.

zrak v tem strmejšem nagibnem kotu, čim više letalo leti. Ker je zahteval razvoj letalstva vedno hitrejša letala, so pričeli preučevati zmogljivost listov pri hitrostih nad 500 km/h. Pri tem se je pokazalo, da je tudi vijaku z zasukljivimi listi postavljena nekaka meja. Ker torej vijačni pogon let izredno naglih letal bolj zavira, kakor podpira, so tik pred nastankom minule vojne pričeli razmišljati, kako bi ga nadomestili z nečim novim, boljšim. Rezultat tega prizadevanja je bilo odkritje najbolj zmogljivega letalskega

motorja — reakcijskega motorja. Da bomo napredek na področju gradnje letalskih motorjev razumeli, moramo povedati, da so bili prvi letalski batni motorji izredno težki. *) Letalski motorji, ki so proizvajali 10 KS, so tehtali v začetku našega stoletja povprečno 50 kg*, torej 5 kg* za eno KS. Od tedaj so jih vedno bolj spopolnjevali (glej razpredelnico!). Dasi uspeh te dejavnosti ni izostal, si je vendar šele z reakcijskim motorjem utrl pot v letalstvo res lahek in od letalskega vijaka povsem neodvisen motor.**)

Pri snovanju letala je treba upoštevati, da mora biti letalo: odporno, gospodarnostno, lahko in naglo. Graditelj stavb in mostov zasnuje nameravano gradnjo vedno toliko močnejše, da jo 3- do 10-kratna preobremenitev še ne podere (3- do 10-kratna varnost!). Ker mora biti smotrno zgrajeno letalo lahko, se mora letalski graditelj zadovoljiti z 1,7- do 2,1-kratno varnostjo. Navzlic temu mora biti n. pr. krilo s ploskovno obremenitvijo 250 kg* na m² tako zgrajeno, da se zlomi šele pri trikratni preobremenitvi, to je pri 1500 kg* na m². Na 20 m² veliko krilo te vrste lahko stopi stoglava množica, ne da ga prelomi. — Gospodarnostno ni le letalo, ki z najmanjšimi sredstvi in izredno naglico prenaša najtežje tovore, marveč zlasti tisto, ki je tako zgrajeno, da morejo kateri koli pokvarjen del naglo in čim preprosteje nadomestiti. — Med dvema enako težkima letaloma, ki ju žene enako zmogljiv motor, je hitrejša tisto letalo, ki ima manjši zračni upor. Da so zmanjšali zračni upor, so postopoma odpravili opore med krilom in trupom, sestavili priprave, s katerimi potegnejo med letom v trup ali krilo

Teža motorja za 1 KS	
a) batni motorji:	
1900 5 kg*
1910 2 „
1920 1 „
1930 0,5 „
1940 0,3 „
1946 0,2 „
b) reakcijski motor:	
1946 0,06 kg*
c) mikromotorji:	
1946	{ $\frac{1}{6}$ KS — 150 g
	{ $\frac{1}{2}$ KS — 600 g

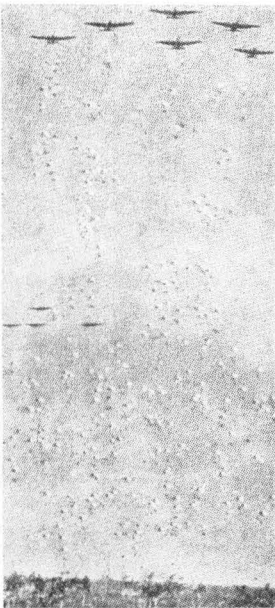
nosilno kolesje, namestili posode z gorivom v notranjščino kril ter smotrno preoblikovali površje letala. Vrh vsega pa so prilagodili vse oblike aerodinamičnemu telesu. Med dvema enako težkima aerodinamično kar najbolj popolno zgrajenima letaloma pa je hitrejša tisto, ki ga žene močnejši motor. Toda močan motor ima po navadi veliko čelno ploskev in dokaj neprikladno obliko. Razen tega je treba valje motorja hladiti, torej pustiti, da jih neposredno obkroža hladen zrak, ali pa jih obdati s hladilno pripravo, kar zopet poveča zračni upor. Precejšen napredek v tem pravcu je bilo odkritje raziskovalca Townenda. Ko je bil namreč Townend namestil tik pred kapico aerodinamičnega telesa dokaj debel obroč (s premerom telesa) ter oboje prenesel v vetrovnik, je bil zelo presenečen. Kajti celoten upor obeh teles je bil manjši od upora, ki ga je imelo aerodinamično telo samo zasé. Townendov obroč je že dve desetletji nameščen pred mnogimi motorji (glej sliko letéče trdnjave na str. 156!), saj zveča letalu hitrost za 10 do 20 km/h. Naposled je treba omeniti še ugotovitev, ki je vedla do zvečanja hitrosti. Meritve so namreč pokazale, da se pri enaki vlečni sili vijakov zveča hitrost a blizu tal na 1,7 a v višini 10 000 m in na 3,3 a v višini 20 000 m. Ker pa človek kakor

*) Ker v okviru tega berila ni mogoče podrobno razložiti tako imenovanega »batnega« letalskega motorja, naj povemo, da se je razvil iz avtomobilskega motorja. Sestavljen pa je iz 2 do 48 valjastih posod (cilindrov), v katerih ženejo pri eksploziji (povzroči jo preskok električne iskre v »sveči«) dobljene plinske zmesi bat. Bat pa je preko ojnice zvezan z ročico gonilne gredi (primerljaj pogonsko napravo šivalnega stroja). Plinska zmes zraka in vpljenega goriva nastane v »vplinjaču«, kjer potegne nagli zračni tok za seboj kapljice goriva, ki nato naglo izhlape. (Povedati je treba, da tako imenovani Dieslov letalski motor na nafto nima vplinjača; pri njem brizga gorivo neposredno v valj posebna črpalka. Batni motor potrebuje torej, razen goriva, še zrak (in sicer 3000 l ali 4 kg zraka v 1 h za vsako KS).

**) Glej berilo: »Od rakete do reakcijskega motorja« na strani 33!

tudi motor v takih višinah ne moreta več »dihati«, je bilo treba: 1. zgraditi v trupu letala zaprte prostore za pilote in potnike, v katerih se zračni pritisk ne spreminja, in 2. opremiti motorje s tako imenovanimi kompresorji, ki vsesajo in nato dovajajo motorju v višini 10 000 m 3-krat, v višini 20 000 m pa 14-krat toliko zraka, kolikor ga vsesa motor tik nad zemljo sam.*)

Z letala odskočimo s padalom. Brez padala pada človek namreč vse dotlej enakomerno pospešeno, da se njegova teža in zračni upor izenačita, potem pa pada enakomerno (prim. enakomeren padec dežnih kapljic!). Enakomerno padanje se pričinja pri hitrosti 200 km/h (= 55,6 m/sek). Prva padala so pričeli rabiti pri vzletih



Prvi množični odskoki vojaških padalcev 1. 1931. v SZ.

z baloni. Pri tem so uporabljali kar odprta padala, ki so jih pritrdili na zunanji strani gondole. Ker je odprto padalo za skok iz naglo se gibajočega letala neuporabno, so sestavili zložljiva padala, ki jih nosi letalec s seboj v posebnem nahrbtniku. Padala imajo obliko krogelne kapice,



Padalo med skokom.

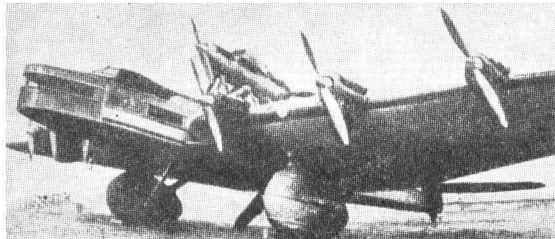
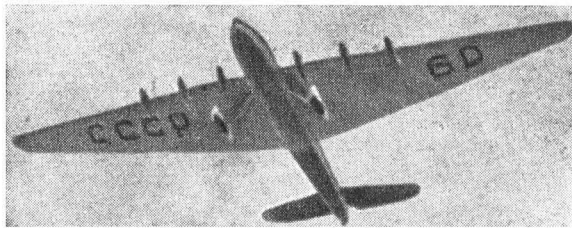
ki so sešita iz 20 do 24 izsekov iz svile. Na zunanjih šivih izsekov so pritrjene vrvi. Le-te segajo do jermenja, s katerim je okoli pasu, nog in ramen opasan padalec. Poznamo samodelna in ročna padala. Pri samodelnem padalu je pritrjeno padalo z vrvico na trup letala. Zato se padalo takoj, ko pade padalec za dolžino vrvice pod trup letala, odpre in vrvica pretrga. Ročna padala so opremljena s posebnim ročajem, za katerega potegne padalec med padanjem v trenutku, ko želi, da se padalo odpre. Premer odprtega padala meri 5 do 12 m. Hitrost, s katero padalec enakomerno pada, znaša 5 do 7 m/sek. Podobno hitrost dobimo, če skočimo z višine 2 do 2,5 m na tla. — V sodobnem vojskovanju so čete, sestavljene iz vojakov padalcev, važen sestavni del bojujočih se vojnih sil. Prvi so uvedli in praktično pre-

izkusili ta način vojskovanja v SZ leta 1931. (glej sliko!). V zadnji vojni so spuščali s padali na tla, razen padalcev, še hrano, obleko, vojni material, motocikle, automobile in topove. Za uspešno spuščanje vseh težkih predmetov so sestavili priprave, ki omogočajo, da pade na 5 do 12-tih padalih obešen predmet v vodoravni legi na tla. To pa zavoljo tega, da se sila sunka enakomerno porazdeli na ves predmet. Padalne priprave te vrste takoj po padcu same od sebe odklopijo padala.

Kar se letalskih nesreč tiče, ki jih mnogi še vedno pretiravajo, je treba povedati, da jih je tem manj, čim bolj se letalstvo spopolnjuje. Saj dandanes

*) Za sestavo in preskušnjo »višinskih« prostorov in motorjev so zgradili obsežne brame, iz katerih izsesajo zrak zato, da dobe umetno atmosfero s poljubno nadmorsko višino.

ni več redko letališče, ki je odpravilo z raznimi letali zapored nad 100 000 potnikov, ne da bi se jim bila primerila kakršna koli nesreča. Pri rednem potniškem prometu v letih pred pravkar končano vojno so zato na skupni progi, ki je bila

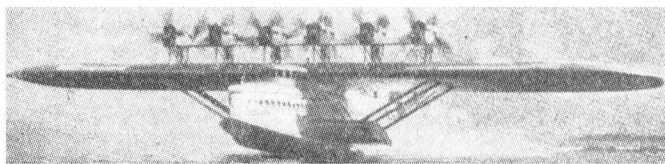


Največje kopno letalo v desetletju pred vojno: Kovinsko letalo »Maksim Gorki« na tleh in v zraku. Krila so imela razpétino 63 m ter tehtala 61 % celotne teže letala. Letalo je gnalo 8 motorjev (2 v »tandemu« nad trupom) s skupno storilnostjo 6 800 KS. V 30 m dolgem trupu, ki je prenašal 3 radijske oddajnike in popolno aparaturo za zvočni film, je lahko hkrati prevažalo 6 članov posadke in 70 potnikov. Tako obremenjeno je tehtalo 42 ton ter letelo s hitrostjo 250 km/h nad 4000 km daleč.

navzlic temu, da so bila po večini samo eno- ali dvosedežna. Njihov vnanji videz je kazila množica palic in žic, na katerih so bila oprta ali obešena krila iz lesa in platna. Med štirimi leti prve svetovne vojne se je premaknilo letalstvo za izredno velik korak naprej.

Dve sto pedeset tisoč letalskih motorjev, dve sto tisoč vojnih letal in dokajšnja množica izvežbanih pilotov — vse to je bilo plod štiriletnega prizadevanja. — Takrat so delili vojna letala v ogledniška, lovska in bombniška.

Prvi težki bombnik je tik pred nastankom vojne zasnoval znameniti ruski izumitelj Sikorski. Toda tedanja doba za velika letala še ni bila zrela. Zato so bila ob zaključku sovražnosti opremljena lovska letala povsod samo z enim motorjem s storilnostjo od 200 do 300 KS. Z njimi se je mogel pilot-lovec v najbolj ugodnem primeru v 15 minutah povzpeti do največje tedaj dosegljive višine 4000 m.



Največje vodno letalo v desetletju pred vojno (Do X). Imelo je razpétino kril 48 m, 12 motorjev s skupno storilnostjo 7 200 KS, tehtalo 28,2 ton in prenašalo 25 ton tovora. Letelo je s hitrostjo 170 km/h ter doseglo največjo hitrost 212 km/h. Opremljeno je bilo s sedeži za 80 potnikov.

*) Vzroki teh nesreč so bili: 50 % neizvežbanost ali malomarnost pilota, 25 % vremenske nepravilnosti in 25 % napake v motorju ali letalu.

Dvosedežni bombniki so imeli po dva stroja s storilnostjo do največ 440 KS. S temi »orjaškimi letaliki« je bilo mogoče vzleteti do največ 4750 m visoko ali pa na dokaj nizki in kratki progi s hitrostjo 146 km/h prenašati največ 800 kg težke tovore. Kar se hitrosti tiče, ni nobeno izmed takratnih letal prekoračilo 210 km/h. Zato tedanje letalstvo pač ni doseglo zavidljivih vojaških uspehov.

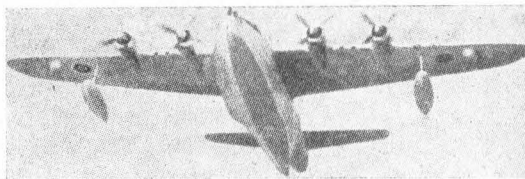
Po končani vojni se je obrnilo letalstvo v novo smer. Zakaj športnemu in vojnemu letalu se je pridružilo potniško (prometno). Zato pa je bilo treba zgraditi čim večja in hitrejša, skratka čim zmogljivejša prometna letala. Prvi uspeh v tej smeri je bilo enokrilno potniško letalo iz kovine, ki ga je sprva gnal en sam motor. Poslednji uspeh in obenem višek v gradnji potniških letal te vrste je bilo

l. 1934. zgrajeno enomotorno kovinsko letalo (ANT 25) s celotno težo 11,3 tone. Z njim so Čkalov, Bajdakov in Beljakov v nepretrganem letu prileteli dvakrat iz Moskve čez severni tečaj v Ameriko. Pri teh poletih so preleteli za takratni čas izredno razdaljo, 8400 km, drugič pa celo 10000 km.

Nadaljnji uspehi v prometnem letalstvu so bili doseženi šele takrat, ko je enomotorno letalo nadomestilo večmotorno. Če omenimo, da

more na primer vztrajati štirimotorno letalo v zraku ter sev z nekoliko manjšo hitrostjo nadaljevati svoj polet še tedaj, kadar odpovesta dva motorja, potem razumemo, kako zelo pomembna so večmotorna potniška letala. Ker pa so večmotorna letala dokaj težka, so bila prva veceletala vodna letala. (Glej sliko letala Do X!) Kajti s težkim letalom je lažje pristati na vodi kakor na trdih tleh. Prav zaradi tega je pomenilo v obdobju med obema vojnama zgrajeno osemmotorno letalo Maksim Gorki (gl. sliko!) dokaj smel korak naprej.

Izredno veliko truda in žrtev je terjala težnja po obvladanju Atlantskega oceana. Čeprav je preletelo prvo letalo omenjeni ocean že l. 1920. (Alcock) ter so mu od l. 1927. dalje sledila mnoga druga, je bil vendarle redni potniški promet nad tem morjem dolgo vrsto let neizvedljiv. Šele leta 1938. so naposled zgradili zmogljiva letala, ki so bila tudi tej nalogi kos.*) Do konca druge svetovne vojne so bila prekoceanska letala nekoliko manjša od velikih bombnikov (glej sliko vodnega letala: »Klipper«!). Po vojni pa so med leteče prekoceansko brodovje uvrstili precej letal, ki glede velikosti kakor tudi zmogljivosti daleč nadkriljujejo svoje starejše vrstnike (glej slike!). Največje med njimi je vodno veceletalo z razpetino kril 97,5 m in celotno težo**) 200 ton, ki ga žene osem motorjev s skupno storilnostjo 28000 KS. To letalo, ki leti s hitrostjo od 280 do 350 km/h, more pre-



Sodobno prekoceansko vodno letalo (Klipper), ki se je med vojno uspešno uveljavilo kot bombnik, v miru pa kot potniško letalo. Razpetina kril meri 34 m, celotna teža pa znaša 34 ton. Trup sprejme vase 36 potnikov in 2,5 tone tovora. Zenejo ga štirje motorji, ki imajo povprečno storilnost po 1550 KS, s hitrostjo do 240 vozlov (= 445 km/h).

Celotna teža letala					
Teža praznega letala			Teža bremena (nosilnost)		
Nosilno ogrodje	Gonilne priprave	Oprema	Gorivo in olje	Posadka	Koristni tovor

*) Naj povemo, da so utrla zlasti prekoceanska letala pot letečim trdnjavam.

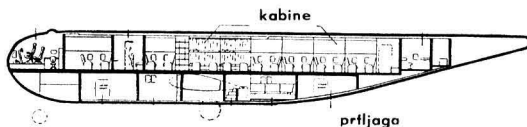
**) Kakšen pomen imata izraza »celotna teža« in »teža praznega letala« pojasnjuje razpredelnica.

našati po zraku 400 potnikov in do 50 letalskih uslužbencev ali pa namesto potnikov 60 ton težak tank z vso opremo in moštvo vred ter pri tem z enim samim poletom preleteti razdaljo 7500 km.*) Značilno za mnoga teh letal je, da se med poletom dvignejo nad oblakovni pas ozračja ter lete v stratosferi, to je v višini nad 9000 m, kjer je gostota zraka štirikrat manjša nego pri tleh.



Moderno potniško letalo za dolge polete s štirimi motorji s po 1700 KS, ki leti v višini 8000 m s hitrostjo 520 km/h. S tovorom 9 ton ali s 60 potniki leti navadno v višini 6500 m s hitrostjo 370 km/h. Letalo je dolgo 32 m, visoko 7,4 m, ima razpnetino kril 36,6 m ter tehta 34 ton.

Dasi trdijo previdni strokovnjaki, da letalstvo še ni preživel svojih otroških let, je bilo vendar že po l. 1930. jasno, da se bo težišče borb opazno premaknilo s tal v skoraj neomejeno ozračje («totalna vojna»). To prepričan je pač utemeljevalo dejstvo, da je v času popolne motorizacije vojnih pripomočkov letalo najhitrejše prometno sredstvo. Kar se pa hitrosti motornih letal tiče, si ne moremo kaj, da ne bi omenili mednarodnih hitrostnih rekordov (glej razpredelnico!). Pogoji, ki so namreč potrebni za njihovo priznanje, so tako težavni, da pomeni sleherni novi rekord velik napredek v letalski tehniki.***) Pred prvo svetovno vojno so bila lovška letala opremljena z motorji, ki niso imeli večje storilnosti od 90 KS, pred pričetkom druge pa se je gibala storilnost njihovih motorjev med 800 in 1600 KS. Prav zaradi tako močnih strojev so letela mnoga lovška letala s hitrostjo do 700 km/h, nobeno pa ne z manj ko 400 km/h. Tudi povprečna hitrost takratnih bombnikov je bila vsaj trikrat večja nego pred prvo svetovno vojno. Znašala



Prerez skozi stratosferno letalo za 64 potnikov.

*) Omenjeno veletetalo ima 76 m dolg, blizu 10 m visok in 7,6 m širok trup; njegova krila so tik ob trupu 4 m visoka. Vijaki tega letala so iz štirih listov in imajo premer 5,23 m. Vrh vsega je to letalo po večini iz — lesa.

**) Pri odletu si mora letalec prizadevati, da dobi letalo v čim krajšem času za dvig potrebno hitrost (100 do 300 km/h). Ker je pri nekaterih sodobnih letalih ta hitrost zelo velika, je potrebno zanje do 1300 m dolgo vzletišče. Da poženejo letalo z ladje v zrak, uporabljajo svojske metalne tře (katapulte), ki so najmanj 20 m dolgi. Pri doletu mora letalec krmariti letalo vselej tako, da se dotakne tal hkrati z vsemi kolesi ali s kolesi in stremenom. Zato terjata odlet in dolet mnogo večjo pažnjo in spretnost v pilotiranju kakor pa premo letenje v zraku.

***) Svetovni hitrostni rekord je vezan na sledeče pogoje: Letalo mora preleteti 3 km dolgo tekmovalno progno v višini do največ 75 m nad vodno gladino ali kopnino zapored dvakrat sem in tja. Pri obračanju na koncem proge ne sme prekoračiti višine 400 m. Preden prileti v odmerjeno tekmovalno progno, mora najmanj 500 m dolgo pot preleteti v vodoravnem letu. Rekordno hitrost izračunajo tako, da seštejejo vse štiri hitrosti, ki jih doseže letalo pri posameznih letih vzdolž tekmovalne proge, ter tako dobljeno vsoto delijo s 4

je 480 km/h. Povrh so mogla leteti letala že 7 000 do 10 000 m visoko in od 2 000 do 4 000 km daleč.¹ Ker je med enako naglimi vojnimi letali zmogljivejše tisto, ki se hitreje dviga, je treba povedati, da so se v prvi svetovni vojni dvigala letala štiri- do petkrat počasneje nego v drugi, kjer je bil enominutni dvig lovskega letala v višino 1000 m že kar navaden. Tudi glede oborožitve se je v dvajsetih letih marsikaj spremenilo. Nekdanja vojna letala so bila oborožena samo z lahkimi strojnimi, moderna vojna letala pa nosijo s seboj, vgrajene v trup ali krilo, razen lahkih in težkih strojnic, še topove s kalibrom² od 20 do 75 mm. Zaradi tega je mogel pilot-lovec že v letu 1941. sprožiti na minuto do 9 600 strojničnih in topovskih izstrelkov.

Da se je sodobno vojno letalstvo močno razvilo, spričuje jasno preprosta razvrstitev letal samih. Na splošno uvrščamo letala v kopenska in pomorska, prva kakor druga pa zopet v napadalna, obrambna in zvezna (kooperativna). Kar se kopenskega letalstva tiče, je treba povedati, da prištevamo k napadalnim letalom bombnike,³ k obrambnim lovška letala, k zveznim pa ogledna in prevozna letala. Bombnike same zase ločimo v lahke, srednje, težke, nočne, daljinske in borbene bombnike, v strmoglavce in v leteče trdnjave. Lovška letala delimo v eno-, dvo- in večsedežna. Ker so večsedežna lovška letala hkrati bombniki, jih imenujemo tudi »rušilce«. K zveznemu letalstvu prištevamo bližinski in daljinski oglednik,⁴ letala za zvezo, prenašanje črt in materiala, šolska letala in letala za posebne namene.

Pomorsko letalstvo se razlikuje od kopenskega le kar se napadalnih in zveznih letal tiče. Kajti med napadalna letala štejemo le torpedna letala, visokomorske bombnike in strmoglavce, med zvezna pa, razen oglednikov, še obalna stražna letala, letala za polaganje min in rešilna letala. — Iz tega kratkega pregleda sledi, da bi podroben oris vseh naštetih vrst letal zlahka napolnil obsežno

Svetovni hitrostni rekordi (FAI)		
Leto	Pilot in država	km/h
1906	Santos-Dumont (F.)	41,3
1909	Tissandier (F.) . . .	54,8
1910	Morane (F.)	106,5
1911	Nieuport (F.)	130,1
1912	Vedrine (USA)	174,1
1913	Prevost (F.)	203,8
1920	Sadi-Lecoite (F.)	313
1921	Sadi-Lecoite (F.)	330,3
1922	Mitchell (USA)	358,8
1923	Williams (USA)	429
1924	Bonnet (F.)	448,2
1927	De Bernardi (I.)	479,3
1928	De Bernardi (I.)	512,8
1929	Orlebar (A.)	575,7
1931	Stainforth (A.)	655
1933	Agello (I.)	682,1
1944	Agello (I.)	709,2
1939	Dieterle (N.)	746,4
1939	Wendel (N.)	755,1
1945	Wilson (A.)	976
1946	Donaldson (A.)	996

¹ Daljava nepretrganega premege leta je mera za »akcijski radij« letala. Za oceno vojnega letala je važnejši pojem »doseg«, ki je za 10 do 20% manjši od polovice akcijskega radija. Kajti vojno letalo se mora na sovražnem ozemlju ali izogibati sovražnim napadom ali — če je napadeno — braniti, naposled pa se mora po izvršeni nalogi vrniti, za kar potrebuje, razen preme poti tja in nazaj, še daljšo ali krajšo vijugasto pot nad sovražnim ozemljem.

² Kaliber (kal.) je notranji premer cevi določenega strelnega orožja.

³ Kakor je znano, je pglavlna naloga kopenskih bombnikov odmetavanje bomb na sovražnikovem ozemlju. V pričetu druge svetovne vojne so tehtale večje rušilne letalske bombe 250 do 1000 kg. Za rušenje obsežnejših sklopov hiš in tovarn so leta 1942. pričeli odmetavati 5,2 m dolge in 1 m debele letalske bombe, ki so tehtale 3,5 do 4 tone. Ker pa tudi s temi bombami ni bilo moči uničiti debelih betonskih zidov utrd in tovarn, so izdelali 7,6 m dolge bombe s premerom 1,22 m, ki so tehtale nad 10 ton ter zvrtele pri eksploziji v zemljo do 11 m globok lijak s premerom 30 m. Te bombe so pričeli odmetavati nad Nemčijo v marcu 1945. Tudi atomski bombi, ki sta med vojno padli na Japonsko, sta tehtali nad 10 ton, dasi je vsaka vsebovala le po dva kosa 35 kg težke eksplozivne materije. Razen rušilnih bomb so v pretekli vojni odmetavali zlasti mnogo lažjih zažigalnih bomb.

⁴ Ogledna letala so opremljena s filmskimi kamerami, s katerim posnemajo večinoma v naglem letu po krajine z višine 200 m tako, da dobe od vsakega predmeta na tleh vsaj dva posnetka z velikosti 12,5 × 12,5 cm.

knjigo. V okviru tega berila se moramo torej glede vojnih letal omejiti na slike in besedila, ki jih pojasnujejo.

Izredne zahteve vojaških vodstev so, kakor smo že povedali, terjale od graditeljev letal vedno hitrejša letala. Da bi jim zadostili, so vgradili v letala vedno jačje



Orjaško potniško prekoceansko letalo za 204 potnike in 15 ton bremena. Žene ga 6 motorjev s po 2000 KS. Razpetina krila meri 70 m, dolgo je 55 m, a celotna teža znaša 145 ton. Leti do 9000 m visoko in preleti od 500 do 550 km na uro. Slika kaže, da je trup s težjšem oprt na »nosilno« krilo.

batne motorje. Ker pa naposled tudi z 2,4 tone težkimi motorji, čeprav so poganjali vijak z izredno močjo 5000 KS, ni bilo moči doseči zaželenih hitrosti, so pričeli s proučevanjem letal na raketni in reakcijski pogon. Rezultat tega neutrudljivega snovanja, katerega se je udeležilo mnogo izumiteljev v industrijskih deželah vzhoda in zahoda, so najhitrejša sodobna letala brez vijakov, ki jih zaradi tega, ker jih žene reakcija (proti-účinek) izredno naglega curka izpušnih plinov, imenujemo reakcijska letala. Za ta letala so značilni vitke trup, majhna in dokaj koničasta krila in jako privzdignjene vodovodne repne plavuti. Ker so porabila prva reakcijska letala ogromne količine goriva,* so mogli vzleteti z njimi le za nekoliko minut ali kvečjemu pičlo uro. Toda navzlic temu nedostatku so se bila proti koncu vojne

reakcijska lovska letala in rušilci (glej slike!) uspešno uveljavila. Kajti dvigala so se v zrak s hitrostjo nad 20 m v sek (torej v 1 min 1220 m visoko!) ter z mnogo manj slišnim ropotom zasledovala sovražna letala v oblakovnem pasu ali stratosferi, podnevi ali ponoči, in če je bilo treba, s hitrostjo do 1000 km/h.

Toda zadnja vojna ni predala zračnim višavam le zmogljivih letal brez vijakov, temveč je spopolnila tudi dokaj letal, ki jim doba miru ni bila preveč



Dvosedežno lovsko letalo (Jak 7), ki ga žene motor s storilnostjo 1200 KS. Z razpetino kril 10 m je med najmanjšimi lovskeimi letali na svetu. Oboroženo je z dvema strojnicama in enim topom. Letalo leti s hitrostjo 720 km/h.

naklonjena. Komu izmed nas n. pr., ko je obiskal letališče, se še ni vrnila misel: Treba je vendar že zgraditi letalo, ki bi zletelo v zrak navpično; saj bi bila potem odlet in dolet gotovo bolj varna in veliko letališče bi bilo kar odveč. Ker je ta misel stara tako, kakor zamisel letenja sploh, nas pač ne preseneča dejstvo, da so se z izumom vijačnega letala, ki bi ga naj dvigal v zrak okrog

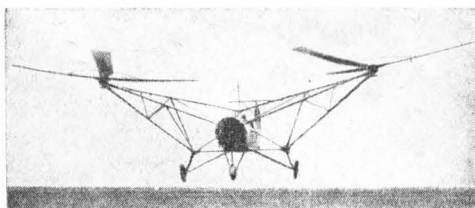
*) Batni motorji porabijo za vsako KS v 1 uri od 130 do 250 g goriva, reakcijski motorji pa so ga sprva porabili trikrat do štirikrat več. Zdaj so zgradili reakcijske motorje, ki porabijo le še 80 do 450 g goriva za vsako KS v 1 uri.

navpične osi vrtljiv vijak, baviли mnogi izumitelji od renesančnega umetnika Leonarda da Vinci pa vse do dandanes. Najbolj smotrno zgrajeno vijačno letalo iz predvojne dobe sta dvigala v zrak dva trolistna vijaka, ki ju je gnal sorazmerno šibak motor (gl. sliko spodaj!). Za časa vojne je graditelj letal Sikorski opazno spopolnil dokaj nerodno vijačno letalo.



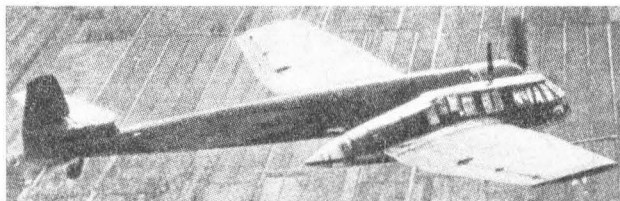
Moderno vijačno letalo z vijakom na štiri liste s spremenljivim hodom, ki ga žene majhen reakcijski motor s storilnostjo 330 KS. Ta puha svoje pline iz ozke odprtine na koncu konicastega trupa.

To mu je uspelo na ta način, da je zgradil en sam dvižni vijak, pri katerem se je na smotrni način spreminjal naklonski kot vijakovih listov kar med vrtenjem. Listi njegovega vijaka morejo spreminjati v času, ko napravijo popoln vrtljaj, svoje naklonske kote od $2,5^{\circ}$ do 13° ; to pa lahko store s katero koli hitrostjo in v poljubni smeri. Tako je naposled uspelo leteti z vijačnim letalom nazaj in naprej, na desno ali na levo, skratka v vsaki sploh možni smeri. Za nagel pogon vijačnega letala v vodoravni smeri je sprva poskrbel navadni letalski vijak, dandanes pa grade že vijačna letala na reakcijski pogon (gl. sliko!). Sodobna vijačna letala, ki morejo vzleteti že z ravne strehe, lahko poneso v zrak do 8 oseb ter lete s hitrostjo do 200 km/h. Med vojno so jih s pridom uporabljali za ogledniška letala pri iskanju pod vodno gladino potopljenih podmornic. Ali je sodba, češ da je vijačno letalo »letalo bodočnosti«, pravilna, bo moral dokazati nadaljnji razvoj letalstva. Če naj namreč novo prometno sredstvo izpodrine dva- do trikrat počasnejši osebni avtomobil, ga bo treba pač prej še tako spopolniti, da ga bo dvigal v zrak že šibak motor s storilnostjo od 50 do največ 120 KS.

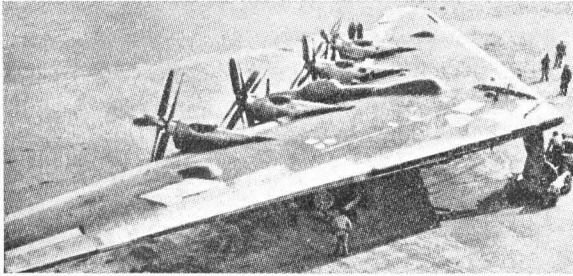
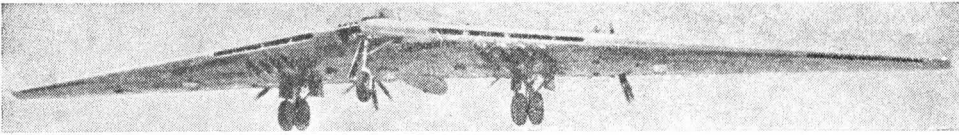


Vijačno letalo za navpični vzlet in pristaneč. Namesto kril nosita letalo vijaka, ki se v vodoravni ravnini naglo vrtita. Posneto letalo je dvignilo letalea 3427 m visoko ter letelo s hitrostjo 123 km/h.

Da bi letalski vijak enomotornega vojaškega letala ne oviral razgleda, so med vojno zgradili svojska nesimetrična letala. Navzlic temu, da ta letala niso mogla izpodrinuti navadnih simetričnih letal, so vendarle potrdila spoznanje, do katerega je vedlo zlasti modelarstvo, da so v letalstvu smotrne tudi nenavadne gradnje.

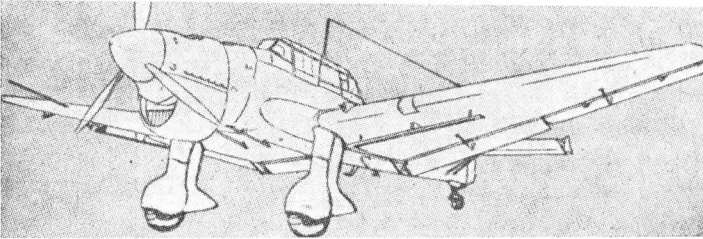


Nesorazmeren trosedežni bombnik, ki je prenašal nad poldrugo tono tovora ter dosegel hitrost 470 km/h. To svojsko letalo je nastalo zaradi tega, da ima posadka boljši razgled in da vijak ne ovira streljanja. Nesimetrična obremenitev ima za posledico ne le nesimetrični krili, temveč tudi nesimetrično repno plavut.



Leteče krilo — letalo bodočnosti. Na slikah je posnet 104 tone težak bombnik v zraku in na tleh. Vsak motor s storilnostjo 3000 KS žene po dva štirilistna vijaka, ki se vrtita v nasprotni smeri okrog iste osi. Ker so vijaki nameščeni na zadnjem robu krila, ne »vlečejo« letala, marveč ga »spotiskajo«. Bombnik more nalgčiti v svoje krilo z razpetino 52 m več bomb, kakor katero koli med vojno zgrajeno letalo (do 60). Med poletom potegnejo nosilno kolesje v krilo.

Med značilno oblikovanimi letali vojnih in povojnih let moramo, razen moderne vijáčnega letala, omeniti še letalo brez trupa — »leteče krilo«. Da gre

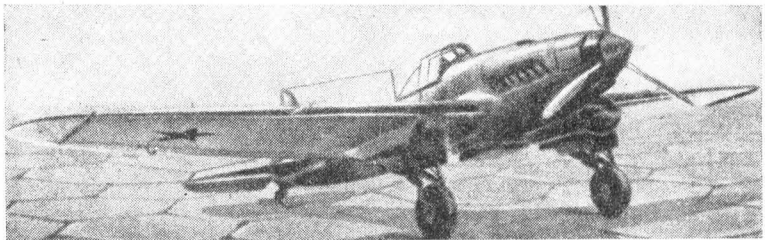


temu letalu pred vijáčnim letalom naziv: »letalo bodočnosti«, spričujejo leteča krila, ki tehtajo 20,5 ali celo nad 100 ton.

Vojna letala so povzročila v zamišljanju in gradnji letal precejšen preobrat.*) Zakaj pred pričetkom vojne je le malo strokovnjakov

Strmoglavcev z razpetino kril 13,8 m, ki je tehtal, obložen s 600 kg težkim tovorom bomb, 4250 kg in letel s hitrostjo do 390 km/h. Značilna zanj so v korenu lomljena krila, velika zakrileca in posebne zračne zavore pod krilom. Zavore omogočajo letalu, da se skoraj navpično spusti na cilj do približno 500 m, ko spusti bombe. Ker mora pri tem naglo zavreti svojo hitrost od 600 km/h na 300 km/h, morajo zavore in krilo vzdržati ogromen pritisk.

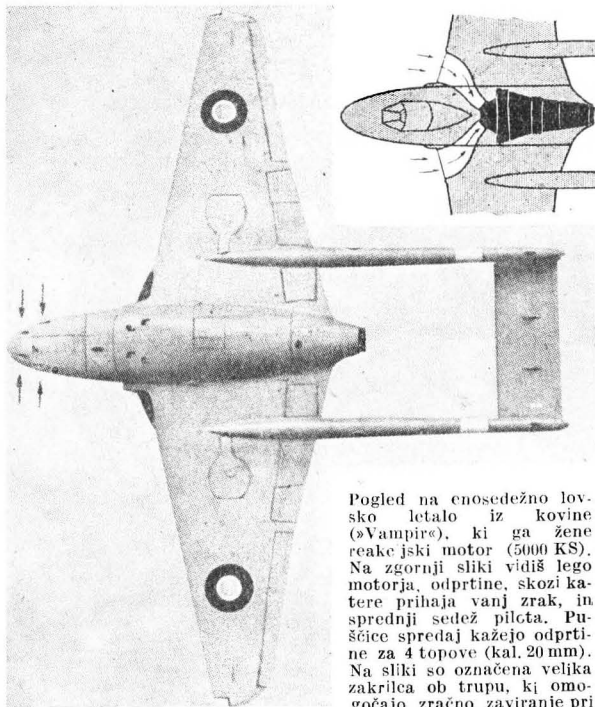
verjelo, da bodo v treh letih zgradili 40 ton težak bombnik, ki bo v višini 10 000 m letel s hitrostjo nad 1000 km/h, pa da bo vrh tega še oborožen s petimi 40- in 75 milimetrskimi topovi. Toda te vrste letalo so najnovejša letala delno že zasenčila. (S tem nikakor ni rečeno, da so postala manjša letala nepotrebna. Iz pred-



Napadalno letalo (Sturmovik). To je enosedežen oklepni bombnik za napad na manjše cilje na tleh, med njimi zlasti na tanke. (Zasnoval ga je leta 1941. Sergej Iljušin.)

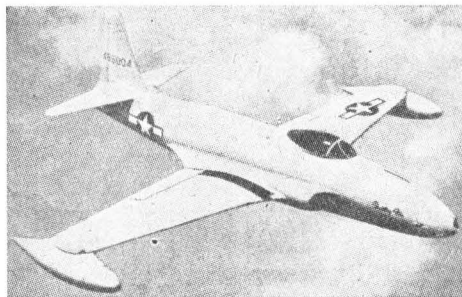
*) Da ta preobrat še bolj razumeš, naj povemo, da so v 70 mesecih vojne zgradili približno milijon letal. Čeprav so zgradili že med prvo svetovno vojno v 50 mesecih 200 000 letal, vendar ne smemo sodobnih zmogljivjših in po večini večmotornih kovinskih letal z jeklenimi oklepi primerjati z nekdanjimi lahkimi in enomotornimi letali iz lesa in platna.

njega pregleda vojnih letal namreč sledi, da so vsaki državi potrebna letala, ki se tako po velikosti kakor po obliki in zmogljivosti dokaj razlikujejo.) Saj grade zdaj že bombnike, ki so povprečno 2,5-krat večji od letečih trdnjav ter imajo

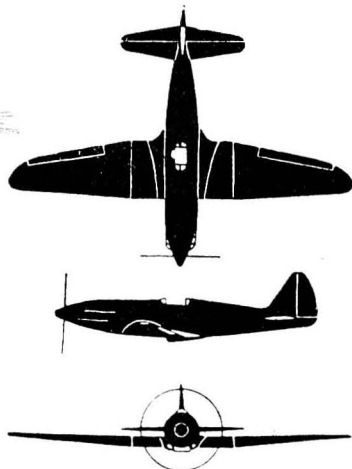


Pogled na enosedežno lovsko letalo iz kovine («Vampire»), ki ga žene reaktivni motor (5000 KS). Na zgornji sliki vidiš lego motorja, odprtine, skozi katere prihaja vanj zrak, in sprednji sedež pilota. Puščice spredaj kažejo odprtine za 4 topove (kal. 20 mm). Na sliki so označena velika zakrilca ob trupu, ki omogočajo zračno zaviranje pri pristajanju na letalonosilki.

Prav tako vidiš mesto, kjer so med letom nameščena nosilna kolesa (tretje kolo je nameščeno na trebuhu pod nosom). Krila imajo razpätino 12,2 m in ploščino 24 m². Prazno letalo tehta 1200 kg, povsem opremljeno pa 4700 kg. Ker je kabina za pilota tesno zaprta, se lahko dvigne pilot do 15000 m visoko. Povprečna hitrost letala je 800 km/h, največja pa blizu 1000 km/h.



Lovsko letalo na reakcijski pogon («Ultrinec»), ki ima ob strani pomožne posode za bencin. Oboroženo je s 6 strojnimi ter doseže višino 14000 m. Posneto letalo je preletelo blizu 4000 km dolgo pot v 4.25 ure (letelo je torej s hitrostjo 940 km/h).



Enosedežno lovsko letalo (Mig 3) z razpätino kril 10,3 m, motorjem 1250 KS, ki žene trolistni vijak s spremenljivim hodom. Letalo doseže 580 km/h ter je oboroženo s tremi strojnimi. V tlorisu, narisu in stranskem risu ponazorimo navadno vojna letala zato, da jih piloti in vojni opazovalci nagle prepoznajo.

razpätino kril blizu 90 m in tehtajo nad 100 ton. Te velobombnike žene po 6 motorjev s storilnostjo nad 3000 KS.

Iz pričujočega pregleda smo torej spoznali, da se je doslej povzpel človek v zaprti gondoli 22500 m, z motornim letalom pa nad 18000 m visoko. Največja doslej dosežena hitrost stratosfernih letal menda že presega svetovni hitrostni rekord tik nad tlemi (996 km/h). Tudi čas, ki ga prebije sodobno letalo v zraku, se že bliža trem dnevom. Saj je že v serijah izdelani leteči trdnjavi uspelo, da je s hitrostjo 327 km/h v 55¼ ure preletelo blizu 18000 km dolgo pot iz Australije v Ameriko. Vse to spričuje, da se bo predvojni letalski promet, ki je bil že v letu pred nastankom druge svetovne vojne na

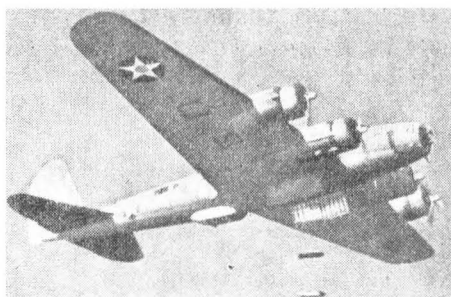
zavidljivi višini (glej razpredelnico o razvoju potniškega prometa!), še bolj spopolnil in razširil.)*

Razvoj rednega svetovnega potniškega letalskega prometa		
Leto	Skupna dolžina prog	V navadenem letu so preletela letala
1920	15 610 km	4 820 000 km
1925	54 718 „	20 921 000 „
1930	252 340 „	111 850 000 „
1935	447 720 „	241 600 000 „
1938	561 730 „	376 600 000 „

Dasi so zgradili doslej že dokaj letalskih motorjev, ki so v preizkuševalnicah tovarn neprekinjeno delovali 1000, 1700 in celo 2500 ur, je vendarle povprečna življenjska doba sodobnega potniškega letala komaj 5 let. Glavni vzrok za to je treba iskati pač le v sodobni razvojni stopnji letalstva. Doslej so namreč v treh do petih letih zgradili vedno tolikanj bolj spopolnjena letala, da so postala starejša nesmotrna in negospodarnostna. Ko pa bo prišlo letalstvo iz svoje mladostne dobe in bodo postala letala vsaj približno tako popolna kakor sta dandanes lokomotiva in avtomobil, potem bo postala tudi življenjska doba letal nekoliko daljša.

Letalo ni le uresničilo tisočletnega sna človeka po nadvladi zračnih višav ter

mu omogočilo nagle izmenjave pisem in blaga, temveč je dalo tudi znanosti in tehniki mnogo novega spoznanja in pobud. Tako je gradnja letal in letalskih motorjev privedla do mnogih važnih izkustev na področju znanstvene in uporabne mehanike ter ustvarila kopicu novih industrij (tovarn). Med temi industrijami niso pomembne samo tiste, ki se bavijo z izdelovanjem letal, marveč tudi take, ki izdelujejo raznovrstne mehanske in električne priprave

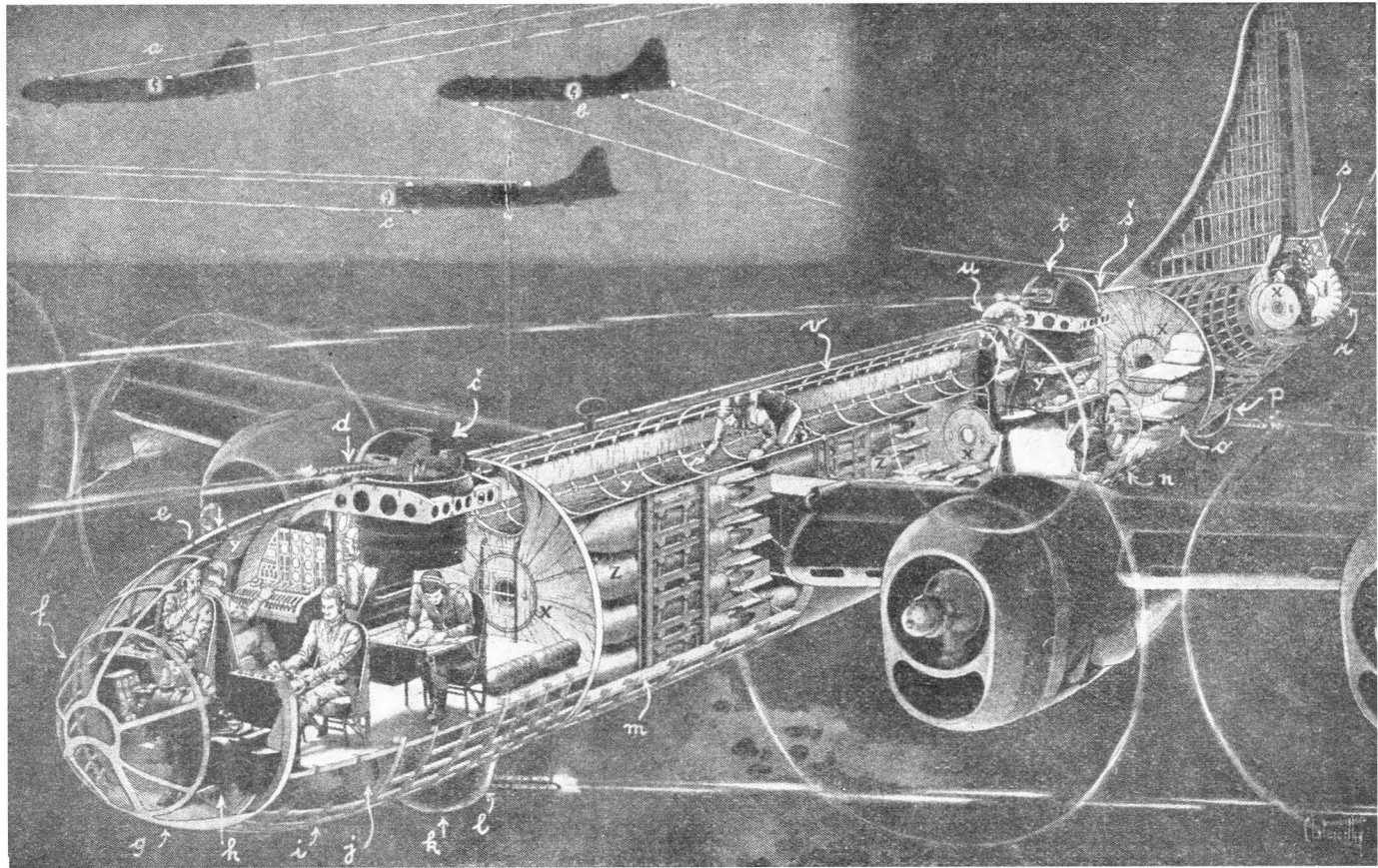


Bombno letalo (tako imenovana »leteča trdnjava«) med sipanjem bomb. Letalo prenaša koristen tovor 8112 kg. Teža praznega letala je 21,5 tone. Ima razpetino kril 31,6 m ter leti s hitrostjo do 520 km/h. Štiri zvezdaste motorje s storilnostjo po 1200 KS obdaja obroč, ki je nekoliko daljši od Townendovega. Oblika in velikost letala sta značilni za prve leteče trdnjave.



Štirje topovi zračnega »rušilca«. Med polnjenjem magacinov je treba sneti letalu kovinski nos trupa. V tej legi so razločno vidni topovi s kalibrom 20 mm.

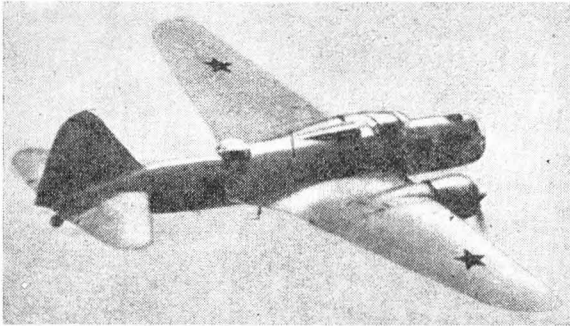
* Da je moderno letalo odličen prometni pripomoček, spoznaš, če pomisliš na primer, da prevozi vlak 10000 km dolgo pot od skrajne zahodne do skrajne vzhodne meje velike SZ v 14 dneh, letalo pa jo preleti že v 34 urah, to je v 1,4 dneva. Ali: Iz Barakville v Bogoto (v južnoameriški Kolumbiji) pripelje parnik po Magdalenski reki šele v 14 dneh, letalo pa preleti komaj 600 km dolgo zračno razdaljo med obema mestoma v 2 urah. Iz New Yorka v San Francisco potrebuje vlak 4 dni, potniško letalo pa 15 ur, in če je treba, le 4,25 ure.



Notranji ustroj leteče trdnjave, ki more leteti do 14000 m visoko. R'sbe **a**, **b** in **c** kažejo po vrsti smeri, v katerih more streljati topničar v sredi trupa (**a** zgoraj in **b** spodaj) in v nosu letala (**c**). Letalo ima namreč v vsakem izmed 5 strelnih stolpov **č**, **t**, **r**, **p**, **l** po dva lahka topiča. Z ostalimi črkami so zaznamovani: **d** vodja telegrafist, **e** drugi plot in letalski mehanik, **f** prozoren nos s kontrolno kabino, **g** bombarder, ki spuša bombe, **h** samodelni plot, **i** pilot, **j** prostor, v katerega potegnejo nosilno kolesje nosa, **k** navigator, ki ureja let letala, **m** prehodna pot, **n** topničar (glej **a!**), **o** ležišča za bolnike, **s** strelni stolp v repu, v katerem je vedno normalni zračni pritisk, **š** osrednja neprodušno zaprta kabina, **u** topničar (glej **č!**), **v** predor za prehod iz osrednje v sprednjo kabino. **z** prostor za bombe, **x** nepropustne mejne stene z vdelanimi prehodnimi vrati v sredini. V prostoru, ki je z bombami napolnjen, je namreč isti pritisk kakor v vnanjosti.

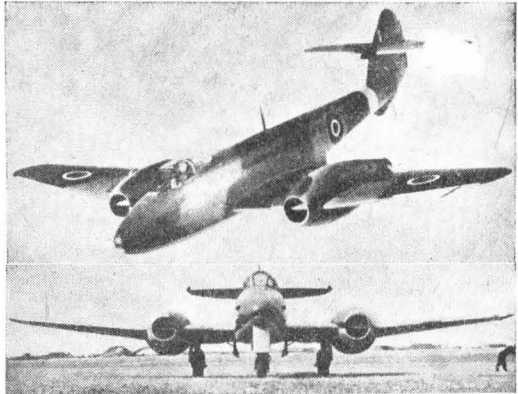
za merjenje in sporazumevanje. Letalstvo je povrh tudi pomagalo pri raziskavanju zračne obloge Zemlje ter pripomoglo do spopolnitve vremenoslovja. Raziskovalci so s cepelina in letala posneli slike prej nepoznanih pokrajin in nedostopnih gorovij na severnem in južnem tečaju in v Aziji, Afriki, Avstraliji in Ameriki. Fotografija z letala pa je dala vrh tega nove in boljše možnosti za izdelovanje dobrih zemljevidov.

Ob koncu pustimo še za hip stroje in letala ter se ozrimo na človeka, ki mu je poverjena naloga, da upravlja motorno letalo. Čeprav je že daleč za nami čas, ko so se pionirji letalstva brez učitelja usedli v letalo, zaupajoč pri tem bolj

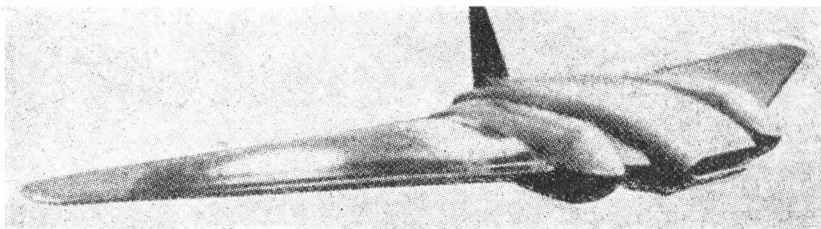


Težki bombnik (DB 3), ki prenaša v trupu do 2,5 tone bomb ter je oborožen s tremi strojnimi. Njegova posadka šteje 3—4 osebe. Letalo je značilno za čas pred pričetkom druge svetovne vojne, ko je zadostovala hitrost 430 km/h.

sreči ko znanju, še vedno letalce cenimo in občudujemo. Saj vemo o njih, da so zdravi, inteligentni in prisebni ljudje, ki jim je sleherni živčni razdraženost tuja in ki so daleč od povprečne počasnosti in nepazljivosti. Šolanje v letenju jim je namreč izoblikovalo tankovestnost, točnost in samozavest, skratka značaj. Kdor koli namreč samostojno vodi letalo, postane pri tem delu nov, boljši, sposobnejši človek. S tem nikakor noče biti izrečena trditev, da se resnični pilot ponša s svojimi sposobnostmi, da si lasti nekak nadpovprečni položaj. Ne, narobe, pravi pilot je ponižen človek, ki se rad podreja in zlahka prilagodi. Kdor je drugačen, je predrznež in izzivalec, ki bo prej ali slej postal žrtev svoje nadutosti. Kajti zrak je pretenkoven učitelj, da bi si dal kratiti svojo pravico od nepremišljenih akrobatov. Zato je v civilnem kakor tudi vojaškem motornem letalstvu obveljalo spoznanje: Tehnično kar najbolj dovršeno letalo nima vrednosti, če ga ne upravlja telesno sposoben in strokovno izvežban poveljnik, pilot, radiotelegrafist, mehanik in v vojni zlasti še dober strelec. Toda tudi smotrno opremljeno vojno letalo, ki ga vodijo samo dobro izvežbani strokovnjaki, v boju ne more uspeti, če ni njegovo moštvo prežeto z mnogimi prav neopredeljivimi telesnimi, duševnimi in moralnimi silami, ki edino vodijo do junaštva in do zmage!

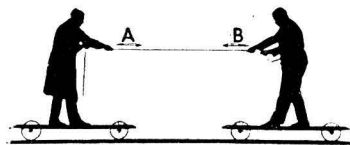


V zračnih borbah minule vojne preizkušeno enosedežno lovsko letalo iz kovine (»Meteor«), ki ga ženeta dva reakcijska motorja s skupno storilnostjo 11 520 KS, v zraku in na tleh. Letalo je nizkokrilnik. Krila imajo razpnetino 13 m in ploščino 34,8 m². Oboroženo je s štirimi topovi (kal. 20 mm). S tem letalom sta bila dosežena dva zadnja svetovna hitrostna rekorda (glej razpredelnico!).



Od rakete do reakcijskega motorja.

Janez in Francè sta bila sošolca. Čeprav sta bila enako velika in težka, je bil vendarle vsak izmed njiju prepričan, da je močnejši. Pa sta nekega dne po naključju odkrila v kotu telovadnice dva lahka gibljiva vozička. »Zdaj bova zlahka preizkusila najino moč.« de Janez. Pri teh besedah že razmešča vozička: enega postavi k vratom, drugega pa tik ob steno, ki je nasproti vrat. V sredi med vozičkoma zariše z magnezijo črto na pod. Nato položi vrv od vozička do vozička in reče Francetu: »Tako. Postavi se na voziček pri vratih, jaz pa se bom postavil na tegale pri steni. Dobro. Zdaj primi z menoj vred vrv, jo bova vlekla. Kateri izmed naju je močnejši, ta bo potegnil svoj voziček čez belo črto v sredi telovadnice!« Ker je sleherni besedi takoj sledilo dejanje, sta se znašla obadva kmalu



Sila in protisila. Najsi vleče A ali B ali pa A in B hkrati, vedno prejmeta enako težka vozička enako velika, toda v nasprotno smer usmerjena pospeška.

v položaju, ki ga predočuje slika. Trenutek nato sta trčila vozička, to pa tik nad črto. — »Ne, tako ne gre, Janez! Če bova vlekla obadva hkrati, bova vedno trčila v sredi telovadnice. Poskusiva drugače! Najprej si bom jaz privezal vrv okrog pasu in boš ti mene vlekkel k sebi, nato bova pa zamenjala svoji vlogi. Zdaj pač ne bo težko ugotoviti, kateri izmed naju je močnejši.« Preizkusila sta še ta dva načina, toda glej, tudi zdaj sta vozička trčila v sredi telovadnice. Francè ni odnehal. Postavil je vozička v sredo telovadnice in rekel: »No, če vlečenje ni pokazalo moje nadmoči, jo bo pa odrivanje. Primi tole dolgo palico in odrini od mene! Tudi jaz bom odrinil sebe z vozičkom vred. Le poglej, zdaj bom jaz prvi pri steni!« Poskus je vedel zopet do neodločenega rezultata. Kakor koli sta namreč drug drugega odrivala, vedno sta prišla hkrati do stene ali vrat. Naposled reče razsodnejši Francè: »Veš, Janez, meni se zdi, da sva dovolj preizkušala. Ker se mi pa nikakor ne zdi mogoče, da bi poskus, pri katerem je samo eden izmed naju vlekkel ali potiskal, drugi pa povsem togo stal na svojem mestu, dokazal, da si bil na primer ti tedaj, ko sploh nič delal nisi, prav tako močan ko jaz, ki sem uporabljal vso svojo moč, bo pač najbolje, da vprašaš jutri za pojasnilo najinega profesorja fizike.« — »Dobro, pristanem,« vzklikne Janez, »vprašal bom. Škoda, da danes ne bomo imeli fizike. Saj že kar nestrpno pričakujem odgovora.«

Naslednji dan je takoj po pričetku ure pojasnil Janez profesorju vse poskuse, ki sta jih vzajemno napravila s Francetom. Profesor je njegovo pripovedovanje potrpežljivo poslušal, nato nekaj hipov razmišljal, končno pa poklical troje učencev ter šel z njimi v sobo, kjer je bila nameščena fizikalna zbirka. Ni še pretekla

minuta, ko so se vsi štirje vrnili, obloženi s poizkusnimi pripravami in sredstvi. Od'ožili so predmete na mizo za eksperimente, profesor pa je pričel pripovedovati in pojasnjevati.

Ferfila in Srebotnjak (to sta priimka Franceta in Janeza) sta včeraj, lahko bi rekel, z znanstveno natančnostjo dokazala veljavnost zakona o učinku in protiučinku ali kakor se je prvi izrazil Newton, zakona o akciji in reakciji. Ta zakon nas namreč uči, da noben sila ne more učinkovati zgolj na eno samo telo ali, da se točneje izrazim, na eno maso, temveč deluje vedno na dvoje mas hkrati.

Ko je Ferfila vlekel Srebotnjaka, se je vrv napela in potegnila Ferfilo z isto silo proti Srebotnjaku. Ker sta bili masi vozička in vaju dveh enako veliki, sta se obadva pričela gibati enako hitro drug proti drugemu ter sta zato trčila v sredi telovadnice. Podoben pojav ugotovimo, če udarimo z roko na mizo. Roko zaboli. Pri tem imamo občutek, kakor da bi miza udarila roko.



Sila in protisila pri premikanju kladiva.

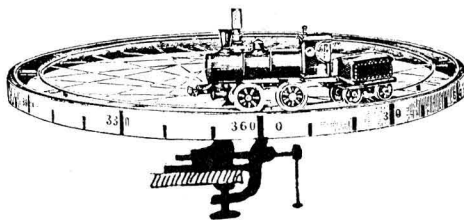
Stopil bom na silomer v obliki tehtnice na pero (slika!). Kazalec pokaže mojo težo. Zdaj vzamem v roko kladivo (B) in zamahnem z njim navzdol. Takoj se premakne kazalec tehtnice. Le opazujte! No, torej? (Razred odgovarja.) Kazalec se je premaknil tako, kakor da bi med zamahom postalo moje telo (A) lažje. Če zamahnem s kladivom (B) navzgor, le opazujte, postane moje telo na videz težje. Če omenim zdaj še ugotovitev, ki smo jo bili spoznali v odstavku 22 (glej sliko 57!) in ki pravi, da je centrifugalna sila po jakosti enaka, po smeri pa nasprotna od centripetalne sile, zlahka spoznamo, da velja zakon:

V trenutku, ko deluje na maso določena sila, deluje ta masa vedno na neko drugo maso s protisilo, ki je glede svoje jakosti povsem enaka prvotni sili, je pa vsekdar usmerjena v nasprotno smer.

»Prosim, na katero maso pa deluje protisila tedaj, ko se pri skoku v višino odženemo s tal.« vpraša profesorja Srebotnjak.

V tem primeru deluje protisila na maso tal in, ker so ta z zidovi tesno spojena z zemeljskim površjem, na maso Zemlje. Sevé se masa Zemlje, ki je glede na maso človeka približno desetino kvadrilijona-krat manjša, ne premakne. Če pa skočimo s čolna na obrežje, zlahka ugotovimo protisilo, ki deluje na maso čolna. Čoln se namreč zavoljo te protisile giblje stran od obrežja.

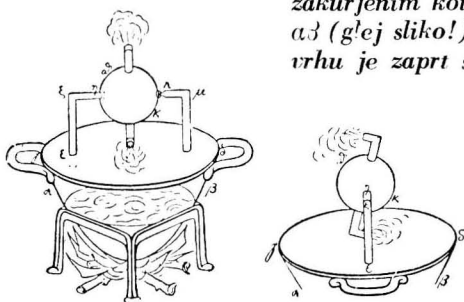
Morda bo kdo izmed vas podvomil o veljavnosti zakona o učinku in protiučinku mas. Češ, saj smo vendar doslej ugotavljali veljavnost tega zakona le v primerih, ko smo bili sami ena izmed mas. Da velja omenjeni zakon vsekdar, to je splošno, naj vam dokaže sledeč poskus. Sprednje kolo dvokolesa pritrdim s primežem vodoravno (slika!). Če namestim na njem tračnice ter postavim nanje navito lokomotivo na pero, se bo — le opazujte! — gibala lokomotiva v eno, kolo pa v nasprotno smer. V trenutku, ko se lokomotiva ustavi, glejte, zdaj! se ustavi tudi kolo. Tudi če ustavi lokomotivo na tračnicah pritrjena ovira, se ustavi z loko-



Gibanje mase (lokomotive) povzroči gibanje druge mase v nasprotnem smislu (vrtiljivo nameščenega kolesa).

motivo vred tudi kolo. Iz tega poskusa zdaj zlahka posnamete, da preneha delovati protisila takoj, ko prestane učinkovati sila . . .

V praktične namene je prvi izrabil protiučinek znameniti starogrški učenjak Heron iz Aleksandrije, ki je živel okoli l. 100 pr. Kr. r. Sestavil je namreč tako imenovano »eolovo kroglo«. Heronov oris te priprave slove približno takole: »Nad zakurjenim kotlom je na tečaju vrtljivo nameščena krogla; a) (glej sliko!) je z vodo napolnjen in zakurjen kotel. Na vrhu je zaprt s pokrovom γδ; skozi tega je speljana zavita



Heronova »eolova krogla«.

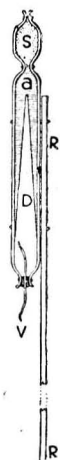
Pri opisani Heronovi pripravi deluje torej masa iztekajoče pare na maso vrtljivo nameščene votle krogle ter jo vrti v smeri, ki je nasprotna smeri iztekajoče pare. Leta 1750. je zgradil Segner pripravo, ki je bila v bistvu posnetek Heronove. Od njegove se je razlikovala samo v tem, da je ni več gnala para, temveč iz primerno nameščenega zbiralnika dotekajoča voda.

Heronova krogla in Segnerjevo vodno kolo si vse do danes nista vrtli poti iz fizikalnih zbirk v vsakdanje življenje. Kajti turbine, to so sodobne tehnične priprave za spreminjanje energije naglega parnega ali vodnega toka (curka) v mehansko energijo, ki so potrebne za pogon strojev, izrabljajo protiučinek iztekajoče tekočine šele tedaj, ko so že do kraja izrabile neposredni učinek, katerega povzroča pritisk naglo tekočega vodnega ali parnega curka.

Večino izmed vas bo presenetilo dejstvo, da v bistvu tudi ni razlike med Heronovo pripravo in raketami, ki se bliskovito in šumeče dvigajo v zrak zato, da se razlete in počijo ali pa da s svojo bleščečo in lepo obarvano svetlobo razsvetle okolico. Rakete požene namreč kvišku protiučinek naglo iztekajočih plinov, ki nastanejo pri zgorevanju smodnika.

Rakete so poznali že v devetem in desetem stoletju. Vendar so jih pri napadu na sovražne utrdbe s pridom uporabljali šele l. 1379. Vse do našega stoletja so jih sprožili na ta način, da so zažgali na njihovem spodnjem koncu nameščeno vžigalno vrvico. Danes jih po večini izstreljujejo iz posebnih pištol. Zavaljo tega so vžigalne vrvi nekdanjih raket nadomeščene s posebnimi vžigalci. Ker pa glede stroja med sodobnimi in nekdanjimi raketami ni razlike, vam hočem v naslednjih izvajanjih orisati raketo z vžigalno vrvico.

Vnanja stena rakete je iz lepenke. Prostor S v glavi rakete vsebuje pri raketah, ki se s pokom razlete, zrnat črn smodnik, pri tistih, ki zgore z lepim in svetlim sijem, pa zmes smodnika, kalijevega klorata in eno izmed soli stroncija za rdečo, barija ali bakra za zeleno in natrija za rumeno svetlobo. Za vzlet rakete potrebno pogonsko silo proizvaja smodnik a, ki je primerno stisnjen ob steno daljšega spod-



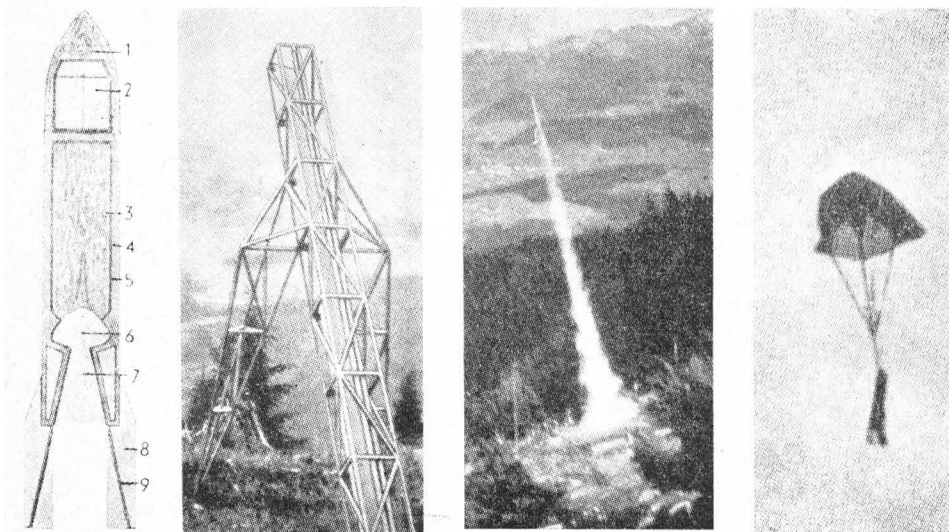
Raketa.

njega valja. Od smodnika a omejeni stožčasti prostor D je duša rakete. V dušo sega zažigalna vrvica V.

Preden vžgemo v dušo segajočo zažigalno vrvico V, moramo primerno namestiti tanko leseno palico R, ki je tesno spojena s trupom rakete. Od usmerjenosti palice R zavisí namreč smer raketinega dviga.

Kmalu nato, ko vžgemo zažigalno vrvico, raketa votlo počí. Pok povzročijo pri sežigu smodnika a nastali plini tedaj, ko izstrele spodnji zamašek z vrvico in bušnejo z izredno veliko silo na plano. Pri tem nastane protisila, ki požene raketo v zrak. Ker zgoreva smodnik a nekaj sekund, uhaja vso to dobo iz spodnje odprtine močan tok plinskih zgorelin smodnika, ki žene s svojo protisilo raketo vedno više in više. Ko ves smodnik v duši zgori, preneha iztok plinov. Raketa se zdaj v primernem loku vrne na zemljo. Še prej pa bušne smodnikov plamen skozi ožino v prostor S ter povzroči, da se raketa ali s pokom razleti ali prične svetlo goreti ali pa se razcepi na več delov, ki posamič zagore v posebni barvni svetlobi. Rakete, ki naj za nekaj minut razsvetle določene predmete na zemeljskem površju, imajo v glavi vdrelano majhno svileno padalo, ki se tedaj, ko doseže padalo najvišjo lego, odpre. Zato obvisi goreča raketa v zraku in pada počasi k tlom.

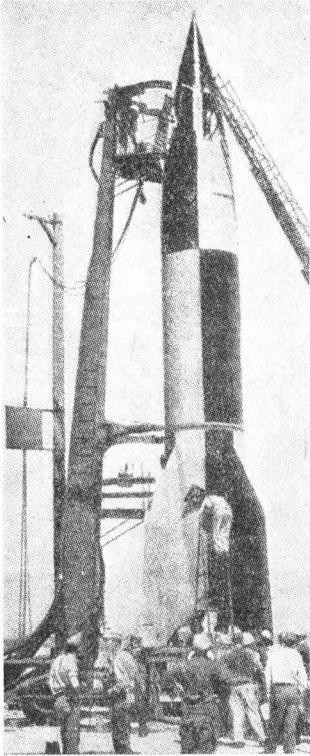
Ker smodnik zato, da zgori, ne potrebuje zraka (ali točneje: v zraku vsebovanega plina kisika), bi mogli z njim pognati raketo tudi v brezračen prostor. Zaradi tega je že stoletje stara sanja mnogih smelih izumiteljev, zgraditi raketo, ki bo skozi brezračni prostor zletela — če že ne drugam — vsaj do Lune. Od tega smotra smo sedaj še precej daleč. Kajti najnovejše »velerakete« so preletele v navpični smeri komaj štiritisočí del razdalje od Zemlje do Lune, to je 100 km. Ker so fiziki izračunali, da bi morala imeti raketa, ki bi premagala zemeljsko pri-



Poštna raketa. Na prvi sliki vidiš raketo v prerezu. Številke pomenijo: 1. zaprto padalo, 2. zaboječek za pisma, 3. pogonska snov, 4. trup rakete, 5. plašč iz nezgorljive tvarine, 6. prostor za zgorevanje, 7. ustje za pospešitev izpušnih plinov, 8. in 9. krila za stabilizacijo leta. Druga slika je posnetek naprave, ki je potrebna za izstrelitev in primerno usmeritev rakete. Naslednja slika kaže izstreljeno raketo v letu, poslednja pa padec na odprtem padalu viseče rakete.

vlačno silo ter se povzpela do Lune, v trenutku, ko bi zapustila ozračje (in bi hkrati prenehal raketni pogon, ogromno hitrost 11000 m v sek, so se stvarnejši izumitelji raje lotili izrabe raket in reakcijskega pogona v sledeče namene: 1. za raziskavanje vremena v visokih zračnih plasteh in za pošiljanje pisem iz kraja v kraj ali z ladij na kopnino, 2. za obmetavanje oddaljenih sovražnih naselij z bombami in 3. za pogon najhitrejšega prometnega sredstva — letala.

Poštne in vremenoslovske rakete so sorazmerno majhne in tehtajo komaj 8 kg.* (Glej slike!) Z njimi so pred izbruhom pravkar minule vojne odpemili ali dvignili v zrak komaj 100 dvajsetgramskih pisem ali 2 kg* težke merilne priprave. Navzlic svoji majhni teži so dosegli hitrost 200 m v sek (to je 720 km v uri) in preleteli nad 30 km daleč ali nad 20 km visoko. Ustroj pošne rakete je podoben ustroju običajne svetlobne rakete; saj se razlikujeta le v glavi, kjer je gorljiva gmota nadomeščena z zabojčkom s pismi in padalom, ter v repu, ki je opremljena z usmerjevalnimi krili.



Letečo bombo pripravljajo za polet v človeku še nedosegljivo višino 100 km.

Največje doslej zgrajene rakete so *leteče bombe*. Ogromne letalske ali raketne bombe, ki so jih uspešno uporabljali v pretekli vojni, so bile 14 m dolge, 1,67 m debele in 12 ton težke. V ošiljenem sprednjem delu (glej sliko!) so za 6 mm debelo jekleno steno prenašale 1000 kg najjačjega razstreliva. Za razstrelivom sta bili vgrajeni v raketno bombo dve veliki posodi. Prva je bila napolnjena s 3400 kg alkohola, druga pa s 5000 kg vtekočinjenega plina kisika. Močan pritisk je gnal kisik in alkohol v manjšo posodo za zgorevanje, ki je bila nameščena na zadnjem koncu bombe. V tej posodi je alkohol tako močno in naglo gorel, da so njegove zgoreline z izredno silo bušile skozi raketino ustje na plano. V kratkem času 60—70 sekund, v katerem je zgorel ves alkohol, je bomba dosegla višino 60 do 100 km. Potem je pričela padati. Padala je v krivem tiru do 5 minut, pri čemer je dosegla izredno hitrost do 1600 m v sek. Naj vam povem še to, da so pravkar orisane leteče bombe preletele dokajšnjo razdaljo 350 km.

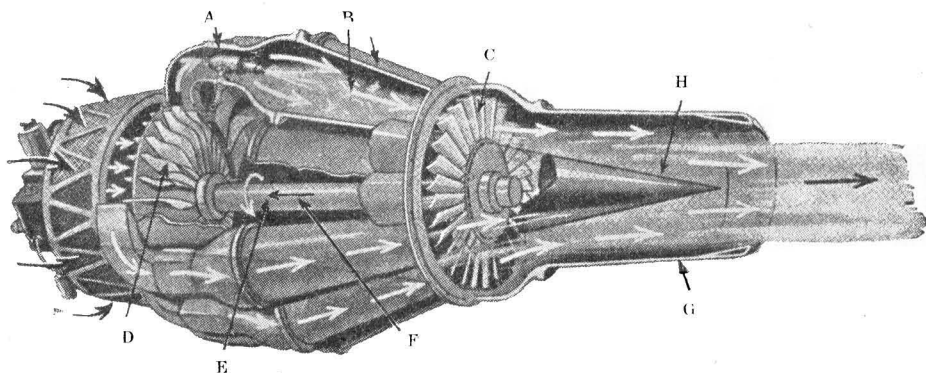
Precej nezavisno od poštnih raket in letalih bomb so tehniki tik pred izbruhom, zlasti pa med pravkar minulo vojno zasnovali, zgradili in dokaj spopolnili tako imenovane *tokovne ali reakcijske motorje* za pogon letal. Gotovo že veste, da ne potrebuje vojaško letalstvo le okretnih, temveč tudi zelo naglih letal. Zakaj le hitro leteče letalo more naglo napasti in se, če je potrebno, z veliko naglico umakniti. Ko so proučevali pogoje, ki jih mora izpolnjevati letalo, če naj leti več ur zapored s hitrostjo nad 500 km v uri, so ugotovili, da so potrebni za zvečanje hitrosti za borih 5% (n. pr. od 500 na 525 km/h) za 25 ali še več odstotkov jačji motorji. Natančnejša raziskavanja so pokazala, da so temu krivi zlasti letalski

propelerji, ki postajajo z rastočo hitrostjo letala vedno manj učinkoviti. Rezultat te ugotovitve je bil enostavni sklep: Letalske vijake je treba nadomestiti z nečim uspešnejšim.

Zdaj je sredi pozorne tišine kar iz dveh različnih smeri hkrati vzniknila v razredu opazka: »Da, saj bi se vendar moglo letalo preprosto izstreliti v zračne višave!«

— Da, tudi to bi bilo izvedljivo. Toda izumitelji reakcijskega motorja so sklepali drugače: Če požene protiučinek naglo iztekajočih plinov, ki nastanejo pri sežigu smodnika, nekaj kg* težko raketo¹, potem mora primerna količina eksplozivne snovi pognati v sinje višave tudi nekaj stotov ali ton težko letalo. Pa so pričeli s podrobnimi poskusi. Rezultat tega prizadevanja je bil izum novega letalskega motorja (glej sliko!).

Vnanje ohišje motorja je pločevinasto telo z obliko padajoče vodne kapljice (najmanjši zračni upor!)². V sredi ohišja je vrtljiva os, na kateri je nameščena spredaj centrifugalna črpalka za zrak (glej sliko 61!), zadaj pa turbina, ki črpalko



Tokovni ali reakcijski motor, ki ga uporabljamo za pogon letal.³

Puščice spredaj označujejo smer, v kateri vsesa (skozi mreže) centrifugalna sesalka in zgoščevalka (»Kompressor«) zrak. A je razpršilec, ki brzga tekoče gorivo v zažigalno posodo B. G je plinska turbina, ki goni centrifugalni »kompressor« D. E je gred, po kateri se v smeri puščice F prenaša sila iz plinske turbine C do kompresorja D. G je cev za usmeritev zgorelin, ki proizvajajo s svojim protiučinkom potrebno potisno silo. H pa je stožec, potreben za to, da se tok zgorelin smotrno usmeri.

žene. Črpalka vsesava zrak ter ga s precej jako silo dovaja v zažigalne posode, kjer zgoreva petrolej.⁴ Iz teh posod puha navzven izredno nagel tok vročih plinov. Ta tok buhne skozi odprtine med lopaticami turbine na plano. Pri tem, lahko bi rekel, skoraj mimogrede, goni turbino, ki je potrebna za pogon centrifugalne črpalke.

Ker so vse ostale omembe vredne sestavine turbinskega motorja razvidne s slike, naj samo še povem, da so porabili orisani motorji nekoliko več goriva nego običajni. Navzlic temu so najbolj gospodarnostni med vsemi doslej izumljenimi stroji, ki pretvarjajo toplotno energijo v mehansko. Meritve so pokazale, da pretvorijo parni stroji le 2—20 % toplotne energije kuriva v mehansko delo, bencinski motorji 20—33 %, turbinski pa 25—50 %. Tudi kar se teže reakcijskih

¹ Mimogrede naj bo povedano, da so reakcijski motor izumili nekaj let prej ko letalsko bombo.

² Da je bolj viden notranji ustroj motorja, je na naši sliki vnanje ohišje odstranjeno.

³ Primerno preoblikovani reakcijski motorji (≡ turbine) tudi smotrno ženejo velike in majhne ladje.

⁴ Ker se zažigalne posode močno segrejejo, poskrbe, da od črpalke dotekajoči zrak, še preden vstopi v zažigalni prostor, stene posode hladi. Tudi tega ti naša slika ne pokaže.

motorjev tiče, naj vam povem, da tehtajo izredno zmogljivi z vijaki spojeni letalski motorji s storilnostjo 3000 KS blizu poldrugo tono, turbinski motorji s storilnostjo nad 8000 KS pa le borih 700 kg*. Enako zmogljiv reakcijski motor je torej šestkrat lažji od starejšega batnega letalskega motorja.

Ker je pri zadnjem stavku pričelo zvoniti, je profesor naglo zaključil svojo razlago: H koncu naj vam povem, da imenujemo letala, ki so opremljena z reakcijskimi motorji, reakcijska letala. Prvo smotrno zgrajeno reakcijsko letalo izumitelja Campinija je l. 1941. preletelo 490 km dolgo pot v 2 urah in 20 minutah, torej je letelo s povprečno hitrostjo 210 km v uri. Novejša turbinska letala lete že po več tisoč km dolgih poteh s hitrostmi od 500 do 960 km/h. Ob koncu pravkar minule vojne so tako na zavezniški kakor tudi sovražni strani uporabljali reakcijska letala brez pilota*), ki so prenašala s seboj precejšno količino nevarnega razstreliva (glej sliko!). Tudi so vse povojne letalske hitrostne rekorde izvršili na letalih, ki sta jih gnala po dva močna turbinska motorja**).



Od reakcijskega motorja gnano »letalo na reakcijski pogon« brez pilota.***)

Težko je presoditi ali je bilo zvonjenje ali pa z njim naznanjen odmev kriv, da se je zdaj sprostil v učencih plaz vprašanj:

»Lepo prosimo! Povejte še kaj več! Kako je s temi rekordi? Kakšno velikost pa imajo reakcijska letala? Ali bo z reakcijskim ali z raketnim pogonom uspel polet na Luno? Oh, poslušali bi vas tako radi in brez odmora tudi deset ur!«

Profesor se je smehljaj. Bil je ponosen na svoje učence. Poln notranje radosti je vzkliknil: »Vesel sem vaših vprašanj in rad vam bom pri prvi priložnosti nanje odgovoril. Toda zdaj moram odhiteti v sosednji razred. Le eno naj h koncu dostavim. Zapišite vaše želje, pa jih bomo vzajemno reševali na naših petkovih sestankih »Prirodoslovnega krožka«, ki se jih tako radi udeležujete.«

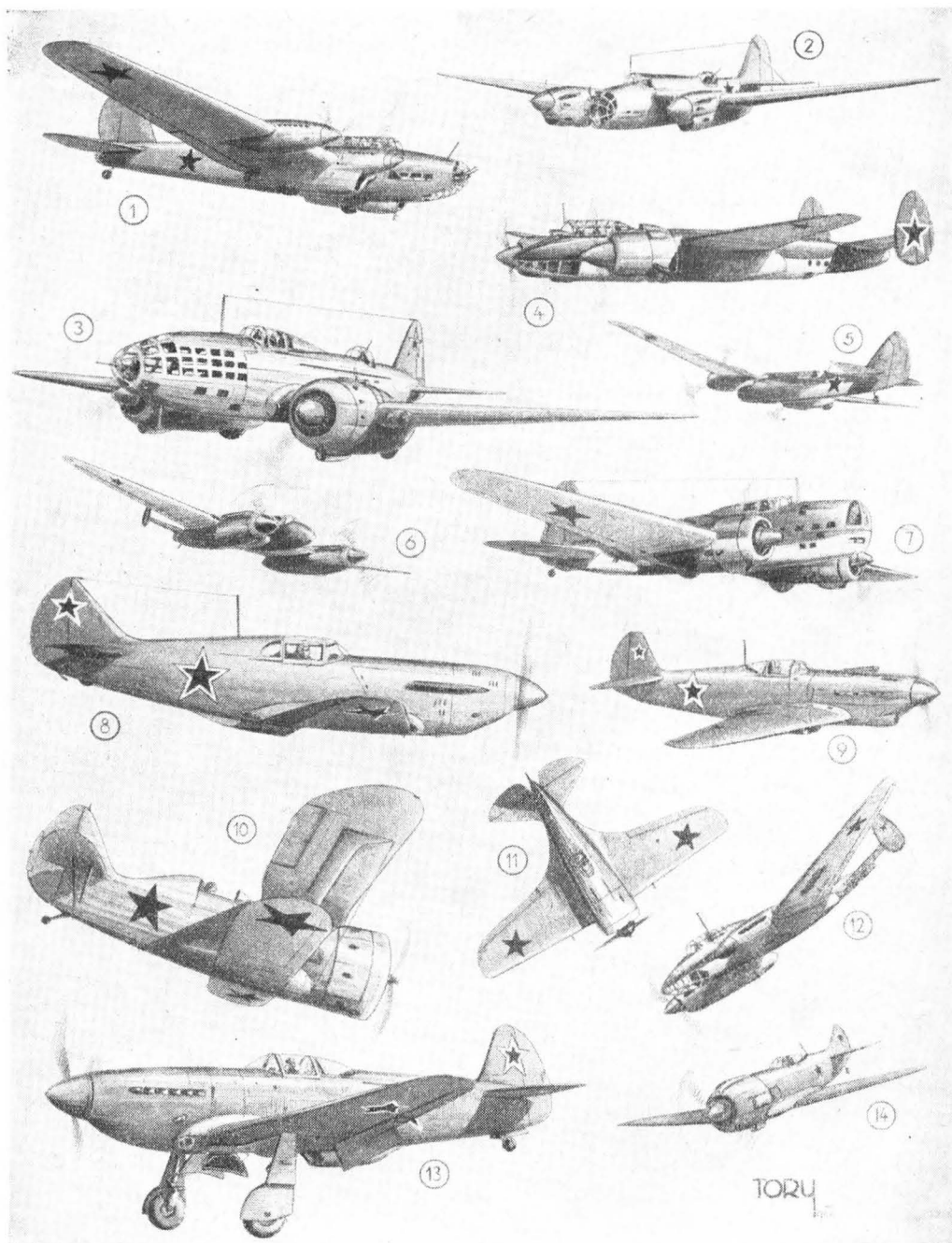
Ker so učenci sprevideli, da je njihov današnji razgovor s profesorjem končan, so počasi pričeli zapuščati fizikalno predavalnico. Janez in Francè sta zamisljeno odšla vstric. Na hodniku pa se Francè obrne, prime Janeza za roko in mu reče: »Ustavi se malo, da ti povem...« Že pri prvih besedah Janez obstane, prime Franceta za drugo roko in ga prekine: »Vem, kaj hočeš reči. Brez besed sva zgovorjena. Ko bova pilota — saj to si hotel predlagati, kaj ne? — ne bo težko ugotoviti, kdo izmed naju bo spretneje, vztrajneje in hitreje pilotiral reakcijsko letalo!«

*

*) Letala te vrste je krmarila posebna priprava, ki je bila združena z vrtavko.

**) O tem ti pripoveduje tudi berilo o letalstvu.

***) Podobna »leteča bomba«, ki jo žene tudi reakcija izpušnih plinov in ki jo upravljajo z radio-valovi, je posneta na strani 33 zgoraj.



Nekatera sovjetska letala: 1. Štirimotorni daljinski bombnik, ki služi tudi za transportno letalo TB-7 ali PE-8. Oboroženo je z 2 strojnicama v nosu (7,7 mm), z 2 20 milimetrskima topovoma (eden na hrbtu, drugi v repu) ter s po 1 strojnico (12,7 mm) v podaljšku obeh notranjih motorjskih gondol. Natovorjeno s 4 tonami bomb se vzpne do 10000 m visoko; leti z največjo hitrostjo 450 km/h. Razpetina kril je 40 m. — 2. Srednji bombnik z dvema motorjema, SB-3, ki je lahko tudi daljinski oglednik. Oborožen je s 3 stroj-

Tugomir Tory:

Kratek uvod v letalsko tipologijo.

Odprite kateri koli prirodopis rastlinstva ali živalstva, pa boste našli lepo razvrščene rastline ali živali, od najmanjših do največjih! Videli boste tudi, da niso v njem skupaj natisnjene vse majhne, vse srednje in vse velike rastline ali živali, temveč da so razvrščene po tem, kako so zgrajene, kakšne oblike imajo, s čim dihajo, kje živijo (na kopnem, v vodi, na kopnem in v zraku, na vodi in v zraku itd.), skratka, razdeljene so po svojstvenih lastnostih ali po načinu življenja.

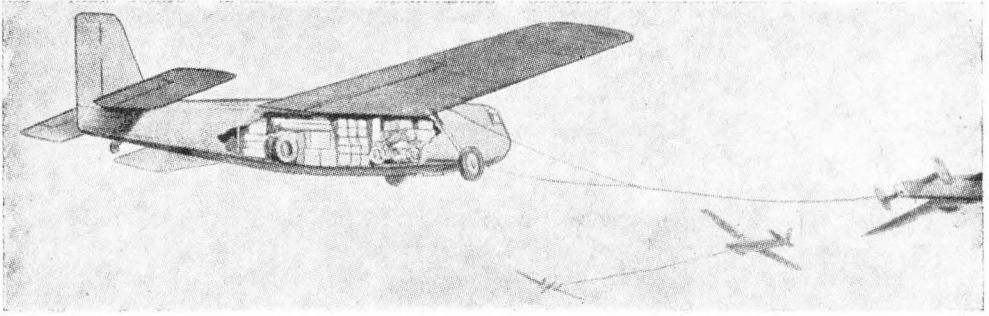
Pa pogledjmo v svet literature in glasbe! V literaturi srečamo bajko, povest, roman, dramo, pesem in v glasbi sonato, fugo, preludij, simfonijo, opero itd. Vsaktera teh stvaritev ima nekaj, kar je zanjo značilno in jo loči od drugih vrst literarne in glasbene umetnosti. Marsikaj od naštetega delimo še dalje, n. pr. roman, saj poznamo zgodovinski, socialni, biografski, utopistični roman itd.

Natanko tako je tudi v letalstvu. Tudi letala razvrščamo na določen način. Saj pravimo: »To letalo je tega ali onega tipa!« Kaj pa je tip? Beseda izvira iz grščine in pomeni značilno obliko neke stvari ali tudi človeka. Često rabimo besedo tip za — vzor, saj se izražamo: »To je tip popolnega človeka!«, včasih pa nam označuje tip tudi negativnega, slabega človeka.

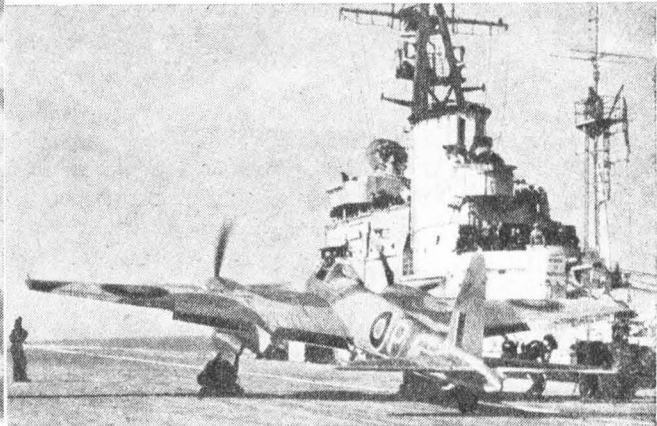
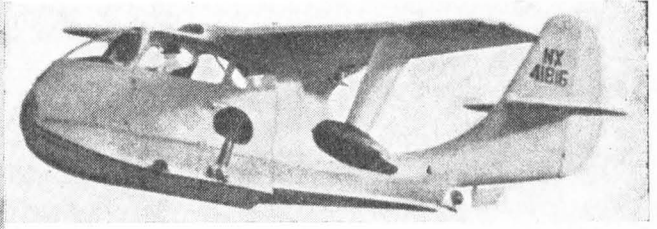
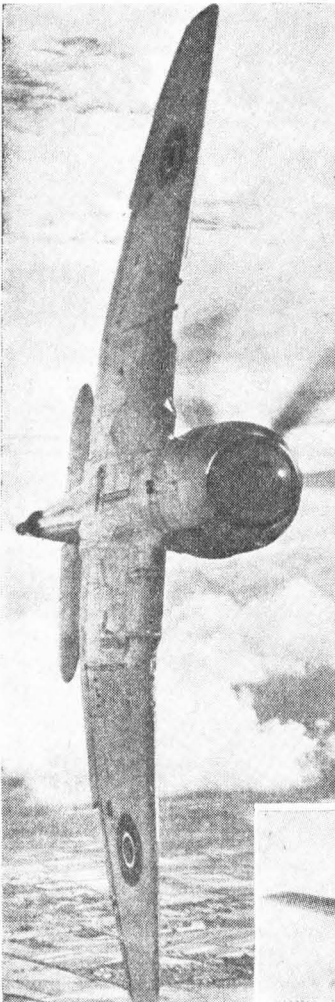
V letalstvu pomeni tip »znamko« letala — tako smo nekdanj govorniki o avtomobilih — vse nadaljnje številčne ali črkovne oznake k tej »znamki« pa nam povedo zaporedno število določenega modela ter njegov smoter in konstrukcijo. Primer: IL-4. Prvi dve črki nam povesta v kratico skraćeno ime konstrukterja: Iljušin; številka 4 pa pomeni, da je IL-4 Iljušinovo četrto letalo. Sevė nam oznaka IL-4 še prav nič ne pove, kakšno je to letalo po svoji obliki, konstrukciji in kakšno je njegovo opravilo v sovjetskem letalstvu, kajti po imenu Iljušin vemo, da je letalo sovjetsko, kakor vemo, da so letala z oznako n. pr. Boeing ameriška, z oznako n. pr. Brėgeut francoska, Caproni italijanska, De Havilland angleška, Fokker holandska itd. Če prebiramo letalsko literaturo, nikoli ne najdemo zgolj

Nadaljevanje besedila k slikam na levi:

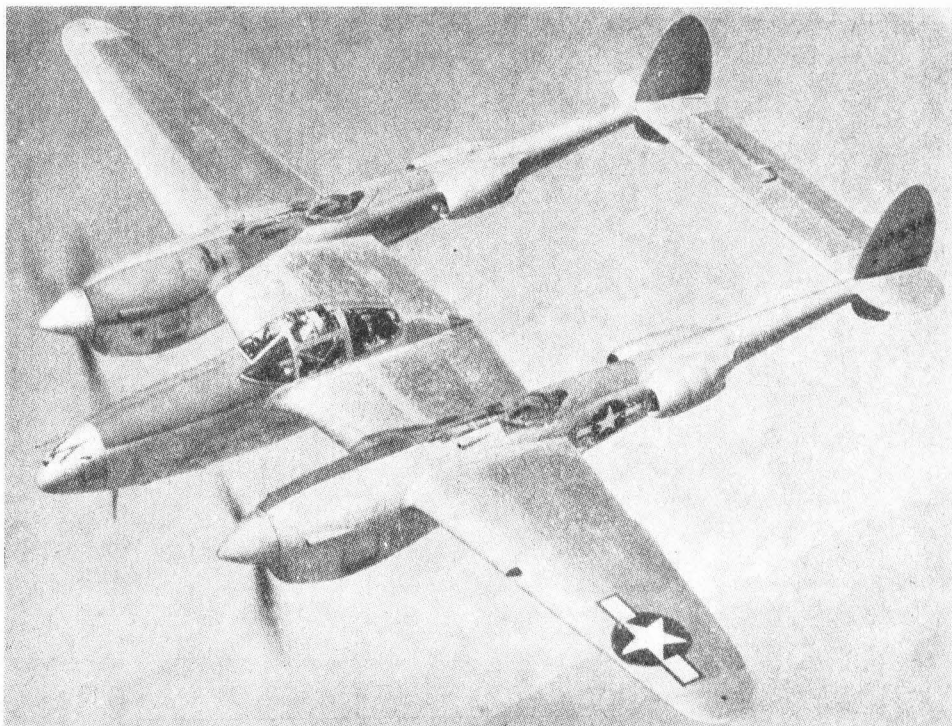
nicami, nosi 800—1000 kg bomb in leti z največjo hitrostjo 450 km/h. — 3. Težki bombnik in torpedno letalo IL-4 ali DB-3F. Ima 3 strojnice, nosi 1250—2500 kg bomb in leti z največjo hitrostjo 450 km/h. — 4. Srednji bombnik TU-2, ki se je prvič pojavil nad Berlinom že v avgustu 1941. O njem nimamo še nobenih podatkov. — 5. Srednji bombnik SB-2, mlajši brat srednjega bombnika SB-3 (glej točko 2!). Letalo nosi 640-900 kg bomb, njegova največja hitrost je 420 km/h; oborožen in leti z največjo hitrostjo okoli 560 km/h. — 7. Težki bombnik DB-3, starejši brat t pa IL-4 (DB-3F). S tem letalom so dosegli v obdobju od 1934 do 1936 več mednarodnih rekordov. Letalo je oboroženo s 3 strojnicami, nosi 1000—2500 kg bomb in leti z največjo hitrostjo 430 km/h. — 8. Lovski enosedežnik LAGG-3, ki je oborožen z 20 milimetrskim »motornim« topom skozi os vijaka ter s 3 strojnicami. Leti z največjo hitrostjo 605 km/h. — 9. Lovski enosedežnik Jak-9. Njegova največja hitrost je okoli 600 km/h, oborožen pa je z 20 milimetrskim »motornim« topom in z 2 strojnicama. — 10. Starejši dvokrilni lovski enosedežnik I-153, ki je oborožen s 4 strojnicami v trupu in leti z največjo hitrostjo 400 km/h. — 11. Znameniti lovski enosedežnik »Rata« (I-16 C). Oborožen je s 4 strojnicami (2 v trupu, 2 v krilih) ali pa z 2 strojnicama v trupu in z dvema 20 m limetrskima topovima v krilih. Njegova največja hitrost je 480 km/h. — 12. Strmoglavec, lahki bombnik in oglednik PE-2. Oborožen je s 3—6 strojnicami, nosi 600—700 kg bomb in leti z največjo hitrostjo okoli 500 km/h. 13. Lovski enosedežnik Jak-3 — najbolj poznano sovjetsko lovsko letalo. Oborožen je z 20 milimetrskim »motornim« topom in z dvema strojnicama. Njegova hitrost znaša 620 do 650 km/h. — 14. Lovski enosedežnik LA-5, ki je prvič — z Jakom-3 — odločno posegel v boje pri Stalingradu. Oborožen je z 20 milimetrskim topom in 2—3 strojnicami, in leti z največjo hitrostjo okoli 620 km/h. (Tabela sevė ni popolna. Nekatere tipe, n. pr. »šturmovka« (IL-2) in lovskega enosedežnika Mig-3 najdeš v knjizici na str. 26 in 28. Prav tako manjkajo še nekatera druga letala, ki so zaradi prostora morala izostati. O mnogih med njimi, zlasti pa o najnovejših letal-h-lovcih z reaktivskim pogonom, ki so se bili prvič pojavili v bitki za Berlin leta 1945, so pisani podatki ali slike nedosegljive.)



Transportno jadralno letalo »Hamilcar« v acrovleku. Za odstranjeno steno vidiš razporeditev bremena. Celotna teža natovorjenega letala znaša 18,8 ton. Kasneje so ga opremili z dvema pomožnima motorjema (»Hamilcar X«, gl. sliko na str. 17), ki sta pomagala pri odletu in doletu ter zvečala celotno težo na 21,3 ton. Pomožna motorja omogočata letalu, da se prazno vrne v svoje oporišče. Razpetina kril meri 33,6 m, dolž na blizu 21 m, višina pa blizu 6 m, površina kril 154 m², 3 tovoru namenjeni prostori 40 m³.



Na levi: Angleški lovski enosedežnik Hawker »Sea Fury X« za mornarico z 2400 KS močnim motorjem in s štirimi 20 milimetrskimi topovi v krilih. Njegova največja hitrost je 740 km/h. Posneto letalo leti v navpičnem levem zavoju. — Na desni (od zgoraj navzdol): Sportna dvoživka Republic »Seabee« (ZDA) za pilota in dva potnika. Na sliki razločno vidiš kolesce podvozja (koles) in ostrožno kolo ob krmilcu.



Znameniti lovski enosedežnik Lockheed P-38 »Lightning«, ki smo ga med vojno često videli na našem nebu. To letalo lahko opravlja 16 različnih vojaških nalog. Njegova največja hitrost, ki je odvisna od vrste vgrajenih motorjev, znaša od 630 do 700 km/h. P-38 je oborožen z enim 20 milimetrskim topom v nosu, kjer so tudi štiri strojnice (kal. 12,7 mm).

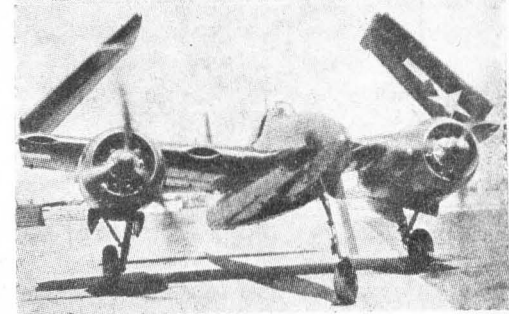
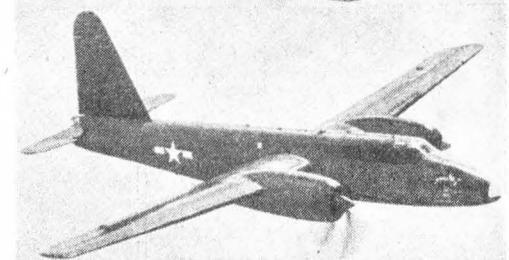
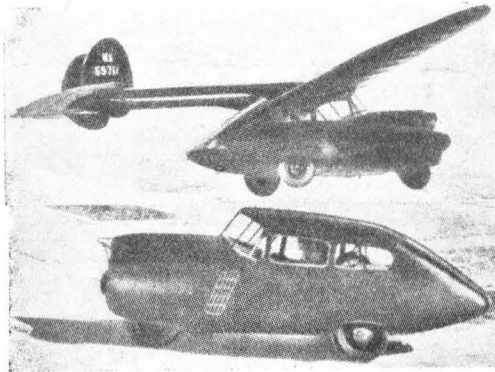
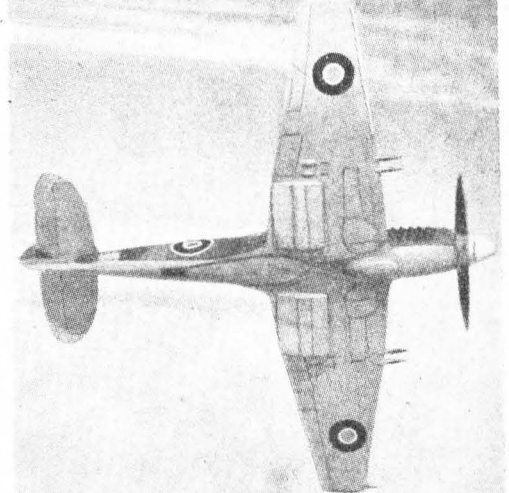
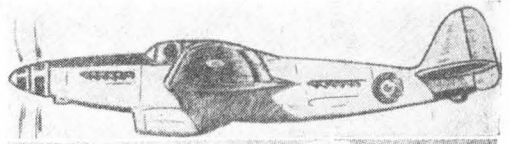
oznake tipa, temveč vselej vsaj nekaj spremnih besed (ali tudi slik), ki nam opišejo konstrukcijo in povedo smoter letala. Tako bomo lahko ugotovili, da je IL-4 sovjetsko bombno in torpedno letalo, da je dvomotorni nepodprti nizko-krilnik, da so motorji tega ali onega tipa, da je konstrukcija kovinska, da je tako in tako oboroženo, da leti s takšno ali drugačno hitrostjo, da leti tako in tako daleč itd. Slika nam bo seveda omogočila povsem točno predstavo tega tipa (glej sliko 3 na tabeli str. 40!).

Petdesetletno snovanje letalskih konstrukterjev je vodilo do tega, da poznamo dandanes več sto različnih letalskih tipov. Znanost, ki se ukvarja s proučevanjem tipov letal, se imenuje letalska tipologija.

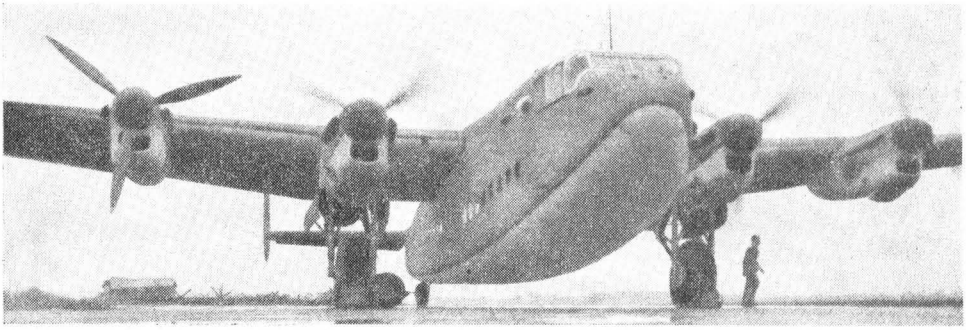
Vечinoma neki tip letala ni enkraten, temveč se na osnovi novih aerotehničnih dognanj spet razvija dalje, se izboljšuje, izpopolnjuje, spreminja svojo obliko, notranjo ureditev, orožje, motorje — in tako imajo nekateri osnovni tipi celo vrsto svojih istoimenskih izvedenk ali derivatov, kakor jim pravimo s tujko. Naj vam to ponazori primer: Sovjetski konstrukter Aleksander Sergejevič Jakovljevič je zasnoval enosedežno lovsko letalo Jak. To lovsko letalo je nato še bolj izpopolnil

Nadaljevanje besedila k slikam na levi:

ki krmari plavajoče letalo. — Angleški mornariški lovski enosedežnik De Havilland D. H. 100 »Hornet« na krovu letalonos lke. To letalo, ki je bilo konstruirano po vzorcu znamenitega letala D. H. 98 »Mosquito«, ima dva motorja in leti z največjo hitrostjo 765 km/h. — Lovski enosedežnik Consolidated-Vultee »XP-81« (ZDA). Letalo ima turbino, ki poganja štirilistni vijak in normalni reakcijski motor (glej izpušno šobo v repu!).



Na levi (od zgoraj navzdol): Leteče krilo z reaktivskim motorjem, De Havilland D. H. 108 »Swallow« (lastavica). To letalo je že letelo s hitrostjo nad 1000 km/h. Ko si je hotelo v jeseni priboriti svetovni hitrostni rekord, je treščilo v morje, pri čemer je izgubil življenje eden najboljših angleških preizkuševalnih pilotov Geoffrey de Havilland. — Lovski enosedežnik Consolidated-Vultee »XP-81« med poletom (glej tudi sliko tega letala na strani 42!). Za pilotovo kabino sta različno vidni ustji, skozi kateri vsesava motor zrak. Hitrost tega letala je nekaj nad 800 km/h. — Ameriški športni »Aero-auto«, ki se na tleh ne razlikuje dosti od avtomobila. Če pritrdimo nanj krila in dve profilirani gredi z repnim krmiljem, postane letalo. — Na desni (od zgoraj navzdol): Francoski lovski enosedežnik Arsenal VB-10 z dvema motorjema v trupu; prvi je pred pilotovo kabino, drugi pa za njo. Zadaj nameščen motor poganja sprednji vijak v določenem, spredaj nameščen pa zadnjega v nasprotnem smislu. Letalo ima največjo hitrost nad 700 km/h. — Lovski enosedežnik Vickers-Supermarine »Spitfire«, ki se je »razvil« iz znamenitega »Spitfire-a«. Letalo je oboroženo s štirimi 20 milimetrskimi topovi v krilih; leti z največjo hitrostjo.



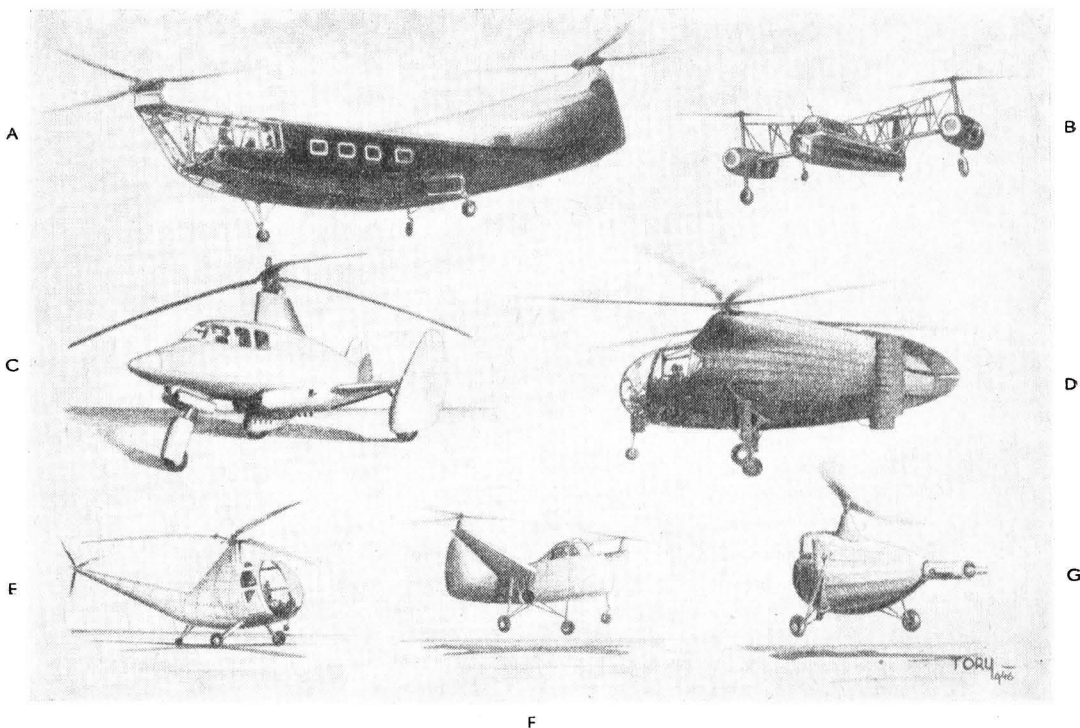
Transportno letalo Avro York« (Anglija), ki je med vojno prenašalo hkrati 50 vojakov in 4 vojaške automobile »jeepe« (beri: džipe). Zdaj je potniško letalo. Leti s potovaino hitrostjo 340 km/h.

— in tako poznamo doslej štiri izpeljanke iz osnovnega tipa Jak: Jak-1, Jak-3, Jak-9 in Jak-11. Če te štiri izpeljanke istega osnovnega tipa med seboj primerjamo, tedaj ugotovimo nekatere konstruktivne in druge razlike in spremembe. Nevajeno in nešolano oko jih bo kajpak zelo težko ali pa jih sploh ne bo opazilo. Pa bo kdo rekel: »Med tipi ‚Jak-1, 3, 9 in 11‘ je prav gotovo še kaj vmes! Zakaj si ne slede izvedenke po zaporednih številkah ‚Jak-1, 2, 3, 4‘ itd.?« Odgovor je preprost: »Dejansko si sicer slede, toda včasih ostanejo nekatere vmesne izpeljanke zgolj na papirju, grade pa tisto, ki je od ‚narisane‘ in ‚zaržene‘ smotrnejše zasnovana in torej boljša. Tisti model pa, katerega grade in ki je seveda tudi moral biti prej ‚narisane‘, dobi naslednjo zaporedno številko. Toda ni vedno tako. Z vmesnimi, manjkajočimi številkami so čestokrat označeni imensko sicer isti tipi, ki pa se po smotru in konstrukciji razlikujejo od izpeljank imensko enakega, toda po smotru in konstrukciji spet različnega drugega osnovnega tipa.« Poskusimo s primerom! »Jak-1« je lovski enosedežnik, »Jak-2« je morda ostal na papirju, »Jak-3« je izboljšani in nekoliko spremenjeni tip »Jak-1«, »Jak-4« pa ni več lovski enosedežnik, temveč lahki dvomotorni bombnik, »Jak-5« in »Jak-6« sta morda tudi ostala na papirju, »Jak-7« je šolski lovski dvosedežnik, »Jak-8« je civilno letalo, »Jak-9« se nam spet pojavi kot lovski enosedežnik, ki je razvojno tesno povezan s tipoma »Jak-1« in »Jak-3«, »Jak-10« je civilno letalo, »Jak-11« je doslej najnovejša enosedežna lovska izpeljanka iz tipov »Jak-1, 3 in 9« — in tako se taka veriga nadaljuje. Prav zaradi podobnih verig je dandanes na svetu nad tisoč tipov z izpeljankami vred. Vsaktera izmed izpeljank je kajpak tudi tip zase, ki je razvojno tesno povezan s svojim osnovnim tipom.

Naloga — kaj težka naloga! — letalskega tipologa je torej zanimati se in proučevati vse tipe letal na svetu, ne glede na njihov smoter, obliko, motorje itd. Seveda se lahko tudi letalski tipolog specializira. Nekateri tipologi obdelujejo samo civilna letala, drugi spet samo vojaška itd. Razumljivo pa je, da bi bilo zelo napačno zapirati se šamo v ozek krog svojega specialnega dela, kajti premnoga vojaška letala so nastala iz civilnih in obratno, zato morajo tipologi poleg svojega specialnega dela poznati tudi druga področja letalske tipologije. Ker delajo specialisti za letalsko tipologijo vzajemno, je nastal in neprestano nastaja in se do-

Nadaljevanje besedila k slikam na levi:

nad 780 km/h. — Ameriški mornariški patroljni bombnik Lockheed P2V »Neptune«, ki je 1. oktobra t. l. preletel 20 800 km dolgo pot iz Perth (Zapadna Avstralija) do Columbusa (ZDA) brez vmesnega pristanka v 55 urah in 18 minutah. — Dvomotorni mornariški lovski enosedežnik Grumman »Tigercat«. Na sliki vidimo zložena krila. To je potrebno zato, da more sprejeti letalonosilka v svoj trup čim večje število letal. »Tigercat« je oborožen s štirimi topovi v nosu in leti z največjo hitrostjo okoli 700 km/h.

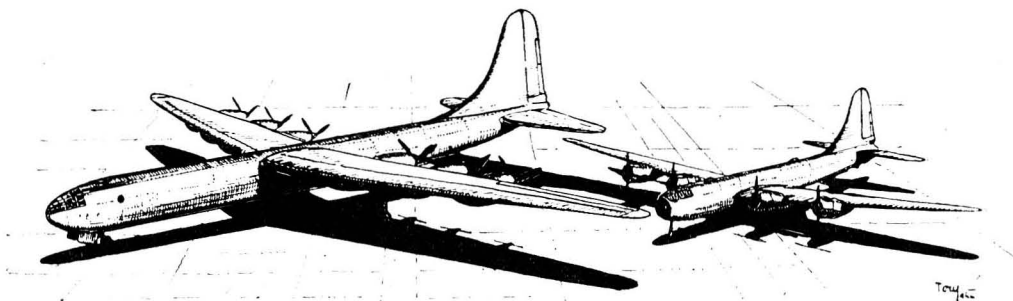


Sodobna vijačna letala: **A** Osemnajstsedesno vijačno letalo PV-3 (XHRP-1), ki mu pravijo v Ameriki »Leteča banana«; **B** sovjetski helikopter I. P. Bratuhina in B. N. Jurjeva; **C** francoski avtožir — aerotaksi in kurirsko letalo — S. E. 700, ki leti z največjo hitrostjo 300 km/h. Za pristajanje potrebuje 20 m dolgo progo. Rotor s trlistnim vijakom poganja motor, ki je nameščen za kabino spodaj; **D** ameriški helikopter z dvema trlistnim vijakoma Kellet XR-8, imenovan »Leteče jajce«; **E** Sikorskijevo letalo XR-6 (HOZS-1), ki leti s hitrostjo 160 km/h. Na konci repa je viden mali trlistni vijak, ki letalo usmerja; **F** Landgraf H 2 z motorjem 85 KS, ki žene letalo s hitrostjo 160 km/h. V boku trupa vidiš odprto, kamor skriva letalo med poletom kolo; **G** Gazda Engineering »Helicospeeders«, ki ima batni in reakcijski motor. Leti s hitrostjo 290 km/h. Glej izpušno šobo v repu!

polnjuje lep, sistematičen pregled vseh tipov letal na svetu. Za takšno ogromno, odgovorno, natančno in kot že rečeno dokaj nelahko delo so kajpak potrebni dolgotrajni študij literature iz vseh držav, ki imajo lastno letalsko industrijo, dobro oko, oster čut za opazovanje in — spomin, kajti obvladovati več sto osnovnih tipov letal in njihovih izpeljank prav gotovo ni majhna reč. Samo po sebi je razumljivo, da leti marsikatero letalo, pa o njegovem »tipu« ne vemo ničesar, ker je — vojaška tajnost! Takšne tipe zapisuje in beleži (registrira) tipologija, ali po podatkih obveščevalne službe ali pa — v času vojne — po posnetkih ob napadih ali po ostankih sestreljenih letal. Jasno je, da je prepoznavna letal v vojni življenjsko važna naloga.

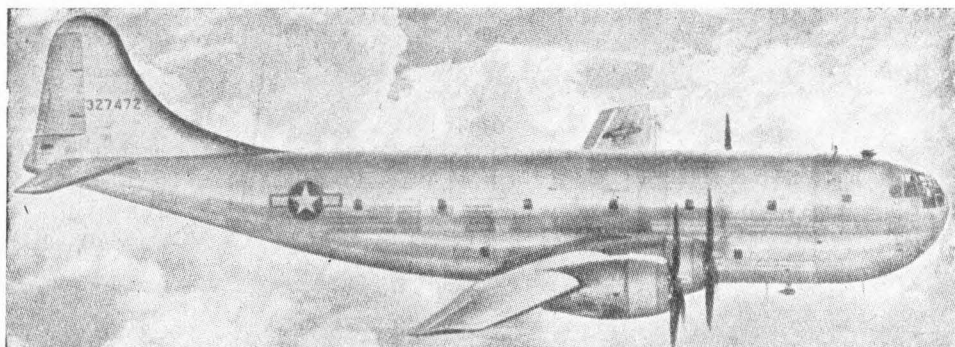
Kakšen je smisel in pomen letalske tipologije v miru in kakšen v vojni?

Naloga letalskega tipologa v miru je pozorno zasledovati celoten razvoj »starih«, to se pravi že znanih tipov, njihovo »pomlajevanje« in »lepšanje«, registrirati na novo nastale tipe ter spet z enako pozornostjo, skrbjo in natančnostjo spremljati ves njihov nadaljnji razvoj. Tipologija je torej odličen in nujen študijski pripomoček mladih konstrukterjev, kajti ko se loti konstrukter gradnje novega letala, nujno študira in mora študirati tipe iz istega razreda, v katerega bo spada'lo tudi njegovo letalo. Tako se mladi konstrukterji uče, poglobljajo svoje znanje,



Stotonska leteča trdnjava Consolidated-Vultee XB-36 v primerjavi s tako imenovano »supertrdnjavo« Boeing B-29. Stotonski XB-36 ima 6 motorjev (s skupno močjo 18 000 KS), ki poganjajo trlistne potisne vijake. Razpetina letala je 69 m, njegova dolžina pa 49 m. Razpetina B 29 je 48 m.

svoje opazovanje in si širijo obzorje. Kajti ne gre samo za leta'lo, temveč gre tudi za celo vrsto problemov z vseh področij letalske tehnike, ki se pojavljajo pri gradnji letala. Mimo tehničnih je treba pri tem študirati tudi ekonomske in politične probleme, saj nam je prav zadnja vojna zelo jasno pokazala in odkrila, da nastajajo letala v kapitalističnih državah čisto drugače kot v socialističnih. Tipologija pa je na drugi strani — lahko bi rekli — slikana zgodovina aerotehnike,

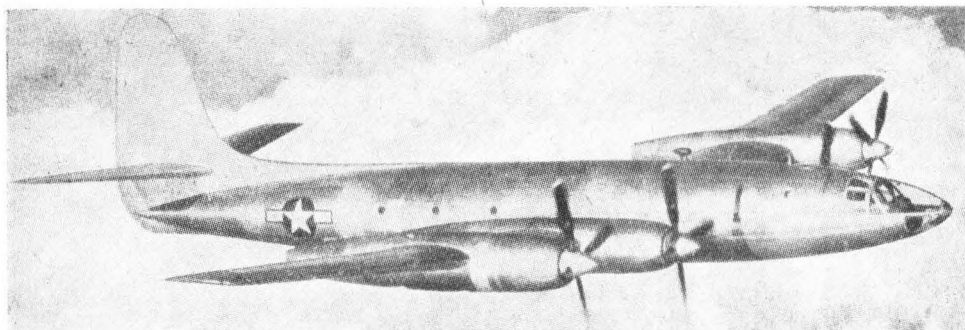


Transportno letalo Boeing C-97 (ZDA), ki ima iste motorje in krila kakor leteča »supertrdnjava« B-29. Je lep primer za razvoj vojaškega letala v civilno.

vseh njenih različnih konstrukcijskih smeri in letalskih »izmov«, skratka, letalska tipologija je »rojstna in življenjska knjiga«, ki vsebuje natančno analizo vsega, kar leti!

Neprecenljiva pa je letalska tipologija v vojni, ko ji po navadi dajemo drugačno ime: prepoznava letal. Kaj je prepoznavanje letal? To je ugotavljanje tipov letal in njihove nacionalne pripadnosti. V hipu, ko ugotovimo — bodisi na zemlji, bodisi v zraku — tip letala, nam je že znana tudi njihova nacionalna pripadnost. To sicer ne velja stoodstotno, ker kupujejo nekatere manjše države, ki nimajo dovolj razvite letalske industrije ali pa so sploh brez nje, letala v inozemstvu. — Še važnejše pa je, da hkrati, ko ugotovimo tip letala, tudi že vemo, kakšen je njegov namen in naloga, vemo, kaj nam od njega preti in kaj moramo zato storiti!

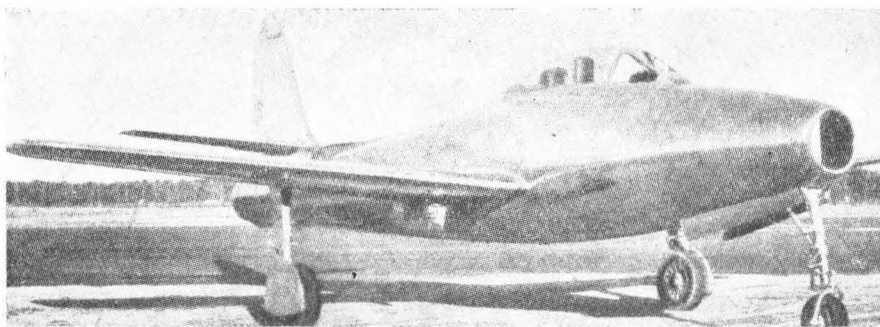
Hitro in zanesljivo ugotavljanje letal je sposobnost, ki si jo lahko vsak človek s primerno inteligenco pridobi in pogloblja, toda samo z natančnim proučevanjem letalskih tipov in z njihovim dolgotrajnim opazovanjem z zemlje in iz zraka.



Ogledniško letalo Republic XY-12 (ZDA) za fotografiranje vojnih področij. Opremljeno je s 4 motorji po 3600 KS, ki pogonjajo štirilistne vijake. V motorskih gondolah so nameščeni tako imenovani »turbo-kompresorji«, ki vsesavajo okolni zrak in ga dodajajo motorjem, da slednji lahko normalno delujejo tudi v zelo velikih višinah. Turbo-kompresorje ženejo izpušni plini še preden bušnejo skozi ozke izpušne šobe na koncih gondol na plano. Pri tem se pojavi reakcijska potisna sila, ki »ojača« vsak motor za približno 200 KS.

Oglejmo si zdaj na kratko, kako prepoznavamo letala v vojni!

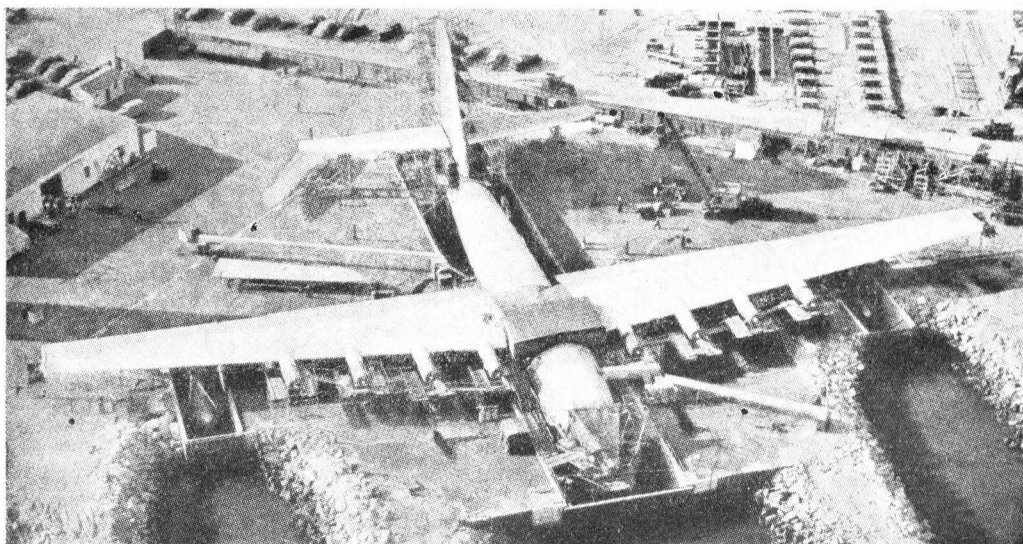
Neko letalo leti proti nam. Takoj, ko ga zagledamo, moremo ugotoviti — kaj? Najprej vidimo število kril (enokrilknik ali dvokrilknik). Nato preštejemo število motorjev (enomotornik, dvomotornik, trimotornik, štirimotornik, šestmotornik ali v izredno redkih primerih petmotornik). Potem lahko prepoznamo smerno krmilje na repu (enojno, dvojno ali trojno). Nadalje moremo ugotoviti, če so ali niso vidna kolesa ali plovci. Pri krilih in repu lahko doženemo tudi obliko in na-



Lovski enosedežnik na reakcijski pogon Republic XP-84 »Thunderjet« (ZDA), ki leti s hitrostjo okoli 960 km/h. Slika ti kaže izredno aerodinamično oblikovan trup ter tako imenovani »trickel«, ki se v zadnjem času močno uveljavlja ne samo pri najtežjih, temveč celo pri najmanjših športnih letalih. V zraku sta stranski kolesi skriti v krilih, sprednje pa v trebuhu tik za nosom. V nosu vidiš ustje za vstop zraka.

mestitev kril in repnega krmilja. Naposled moremo sklepati, kakšni utegneta biti velikost in hitrost letala. Povrh vsega pa nam »obnašanje« letala lahko razodene še njegov namen.

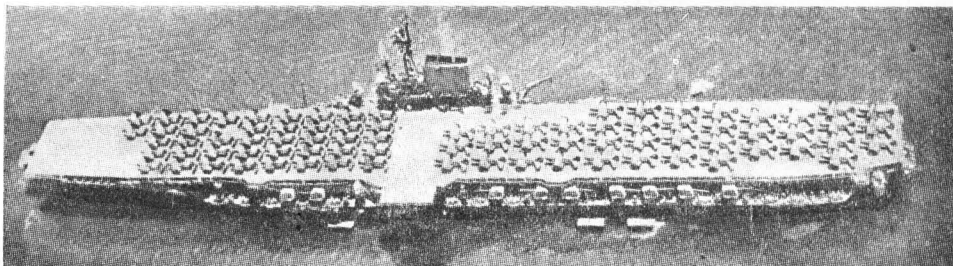
Prepoznavna nekega letala je težavna tedaj, ko leti letalo ali zelo visoko, se lovi med oblaki, se skriva za njimi, ali pa če leti v sončni bleščavi. Tudi varovalna barva, zaščitna pleskarija letala ali kakor pravimo temu s tujko kamuflaža, in vedno večja podobnost med tipi letal otežkočajo prepoznavo. Zelo pogojno nam pomaga prepoznati letala njihov šum, oziroma brnenje. Slednje omogoča prepoznavo le tedaj, če se letalo bliža iz določene smeri, toda izkušen opazovalec bo po zanesljivih znakih mogel ugotoviti, ali je letalo »naše« ali »tuje«.



Največje transportno letalo na svetu Hughes H-4 »Hercules« (ZDA). Letalo je tako imenovani leteči čoln, predvidena pa je tudi kopenska izpeljanka. »H-4« ima osem motorjev po 3000 KS, to je skupno 24 000 KS. Podatki o tem veleletalu so naslednji: razpetina kril 97,5 m; debelina krila pri trupu 3,95 m; dolžina trupa 67 m; višina trupa 9,15 m; širina trupa 7,60 m; največja hitrost nad morskno gladino (preračunana) 350 km/h; potevalna hitrost 280 km/h; pristajalna hitrost 125 km/h; vzletna proga 1680 m; skupna teža pribl. 200 ton. Za gorivo je določenih 14 hranov po 3785 l, to je skupaj skoraj 43 ton goriva. Veleletalo Hughes H-4 »Hercules« nese lahko ali en 60-tonski tank z municijo in moštvom, ali tri lahke tanke z municijo in moštvom, ali 350 ranjenci z zdravniki in bolniškimi strežniki in veliko število vojakov v polni bojni opremi. Novo in nenavadno pri tem letalu je, da je malone docela iz lesa, pri čemer je bilo treba skrajne pazljivosti pri izbiri in uporabi lesa, ki je moral biti čim manj občutljiv za temperaturne in vlažnostne spremembe. Ob konstrukcij tega vodnega veleletala je celó nastala nova tehnika obdelovanja lesa, ker dosedanjí načini niso ustrezali. — Slika kaže veleletalo »Hercules« tik pred dograditvijo, kateri bodo nato v najkrajšem času sledili prvi preizkuševalni poleti. Pred letalom vidimo izkopane tri globoke jarko, ki vodijo v morje; srednji je za trup - čoln, stranska pa za ravnovesne plovce pod krili. Po teh jarkih bodo potegnili letalo na odprto morje, kjer se bo pokazalo, če so bili konstrukterjevi računi pravilni ali pa če se je uštel...

Oglejmo si zdaj potek prepoznave nekega letala!

V sončnem popoldnevu zakroži nad nami neko letalo. Takoj postanemo pozorni na piskajoči šum. Ko letalo zagledamo, ugotovimo, da je njegova hitrost velika, celó zelo velika. Po obliki oblakov presodimo, da leti letalo približno 1000 m visoko, kajti vemo, da posamezne vrste oblakov nastajajo in se oblikujejo v zanje značilnih višinah. Potem spoznamo: letalo je enokrilno ... enomotorno ... ima enojno smerno krmilje ... nima koles, to se pravi, da so kolesa skrita v krilih ali trupu! To so prve, elementarne ugotovitve. Potem se lotimo podrobnosti. Krilo je trapezasto in na koncih zaokroženo ... krilo se dokaj naglo zožuje od korena (pri trupu) proti zaokroženim koncem ... višinsko krmilje je klinaste oblike ... pod trupom, za krilom, opazimo hladilnik! Katero letalo bi to utegnilo biti? Ugotovimo: lovski enosedežnik Jak! V tej višini seveda ni moči natanko ugotoviti, katera izpeljanka tipa »Jak« naj bi bilo letalo, ki leti nad nami, toda dejstvo, da ima hladilnik pod trupom za krilom, nam razodene, da more biti letalo ali Jak-1 ali pa Jak-3, kajti Jak-9 ima hladilnik pomaknjen nekoliko globlje pod krila. Mimo tega imata izpeljanki Jak-1 in Jak-9 za vijakom hladilnik za olje (glej sl. 9 na str. 40!). Jak-3 pa ima hladilnik za olje v krilu (glej sl. 13 istotam!). Jak-1 in Jak-9 imata n. pr. za pilotovo kabino antenski drog, medtem ko je Jak-3 brez njega. Seveda opazi takšne podrobnosti le šolano oko, pa še to z daljnogledom ali tedaj, ko prileti letalo nižje. V tem primeru nam za prepoznavo letala pomagajo

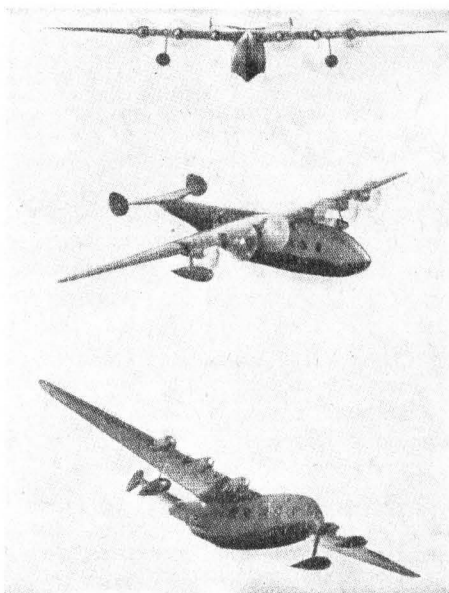


Nosilka letal z nosilnostjo 45000 ton. Na krovu vidiš nad 80 lovskih letal in bombnikov. Nosilka letal te vrste prevaža v medkrovju do 136 letal.

tudi znaki nacionalne pripadnosti pod krili in na boku trupa: rdeča zvezda na belem polju v modrem kolobarju ter vodoravno položena državna trobojnica z rdečo zvezdo na smernem krmilu.

Iz tega primera torej lahko vidimo, kaj vse moramo vedeti in znati, če naj pravilno ugotovimo tip nekega letala in iz tega sklepamo na njegov namen in nalogo. Zato se je treba s tipi letal seznanjati in skrbno zasledovati njihov razvoj že v mirni dobi, to pa zato, da nas najrazličnejše okolnosti v vojni ne presenetijo!

Primer, ki smo ga navedli, nas ni seznanil le z načnom prepoznave, temveč nam je hkrati pokazal tudi izredno pomembnost tipologije, ki je bila doslej pri nas zelo malo znana in še manj upoštevana veja na področju obširne znanosti o letalstvu.



Sestmotorno prekooceansko vodno letalo SE 200 (Francija), katerega so med vojno dogradili Nemci, pri nekem letalskem napadu pa je bilo uničeno. Zdaj bodo Francozi gradili novo izpeljanko z oznako SE 1000.

SLOVARČEK VAŽNEJŠIH POJMOV IN STVARNO KAZALO*

A

aerodinamična oblika teles. Če obkroža vodni ali zračni tok kroglo (ali, kar je skoraj isto, če vlečemo kroglo skozi vodo ali zrak), nastanejo za kroglo vrtinici. Posamezen vrtinec nekaj časa narašča, nato se odtrga in steče s tokom. Takoj nato se prične razvijati, to je večati sosednji vrtincec itd. Za zvrstinčenje vodnega ali zračnega toka je potrebna gibalna energija. To spoznamo, če nadomestimo kroglo s tako imenovanim »aerodinamično oblikovanim te-

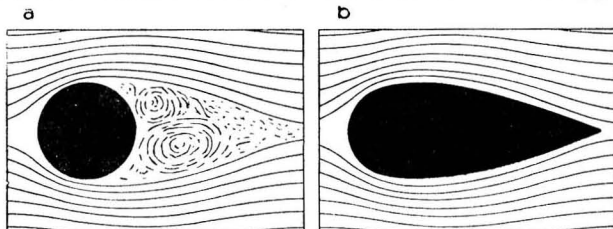
talskih delov (trupa, plavuti, kril, ohišja okoli kolesja itd.) čimbolj približati aerodinamičnim.

aerodinamika je nauk o silah, ki nastajajo v gibajočih se plinih (zraku). Često nazivamo tudi znanost, ki raziskuje fizikalne zakone gibanje zraka, aerodinamiko.

aeromehanika je nauk o aerostatiki in aerodinamiki.

aerostatika je nauk o ravnotežjih, ki jih zasledimo pri mirujočih plinih (in zraku).

aerovlek, gl. letalska zaprega!



Tokovnice, ki se izoblikujejo a) v toku mimo krogle in b) v toku mimo aerodinamično oblikovanega telesa.

leso m«. Zdaj namreč ne morejo več v prostoru za sprednjo »krogelno kapico« nastati vrtinici. Zato potrebujemo za premik aerodinamično oblikovanega telesa skozi vodo ali tekočino približno 24-krat manjšo silo kakor za nagel premik krogle z enako veliko čelno ploskvijo skozi ustrežajoče sredstvo.

Aerodinamično oblikovana telesa so torej tista, ki se kar najbolj prilagajajo tokovnicam, pri čemer pa ne dopuščajo, da bi se tvorili vrtinici. (Zato tudi ime: »tokovnična oblika«.) Značilno za ta telesa je, da se med vsemi telesi z enako velikimi čelnimi ploskvami najmanj upirajo plinskemu ali tekočinskemu toku, da imajo torej najmanjši upor. Idealno aerodinamično oblikovano telo je vrtenina, ki je petkrat tako dolga ko debela. Iz razumljivih razlogov (upor!) skušajo oblike le-

akcijski polimer 25

atmosfera = ozračje. Atmosfero delimo v troposfero ali oblakovni pas in v stratosfero ali hlapinski pas. Meja med obehma poteka nad ravnikom v višini 16 km, v naših zemljepisnih širinah v višini 12 km, nad tečajem pa v višini 8 km. V stratosferi je temperatura konstantna (nad ravnikom — 75° C, nad Srednjo Evropo — 55° C in nad 70° sev. širine — 50° C), tu ni niti oblakov niti močnih zračnih tokov, ki so značilni za oblakovni pas.

avtomatični pilot je priprava, ki samodelno krmari letalo. Smer in višino poleta je treba določiti pred ali med poletom (radio!).

avtožir (autogiro) je vijačno letalo, ki ima običajna krila nadomeščena s primerno ve-

* Kadar uvajamo nekoga v kako znanstveno, tehnično ali gospodarsko področje, mu moramo zlasti temeljito razložiti osnovne pojme. Ker hoče biti pričujoče delce kratek uvod v sodobno letalstvo, si nisem mogel kaj, da ne bi vključil v stvarno kazalo opredelitev in razlag nekaterih pomembnejših izrazov iz letalstva in fizike. Vsaka beseda ali pojem, ki je v tem slovarčku natisnjena le z enim, dvema ali več števili ob strani, je na označeni strani do neke mere pojasnjena v besedilu. Ostali izrazi in pojmi so sicer po večini tudi vključeni v besedilo, niso pa nikjer posebej razloženi. Pričujoči slovarček naj torej čitatelju ne pomaga le, da bo pričujoče delce do kraja doumel, temveč naj mu koristi tudi pri čitanju drugačnih spisov iz obširnega področja letalstva ter mu tako omogoči, da se bo čim lažje dokopal do potrebnega znanja in spoznanja.

M. A.

likimi dvo-, tro- ali štirilistnimi vijaki, ki se vrte nad trupom okrog navpične osi. »Nosilni vijaki« avtožira se pri letenju vrte sami od sebe. Avtožir je leta 1926 izumil Juan de la Cierva.

B

balast je breme (pesek, voda), ki ga tovarijo zrakoplovi zato, da ga v primernem trenutku odvržejo. Tako se namreč dvignejo čim višje ali pa si olajšajo pristajanje.

balon na topli zrak 5 s

balon, prosto leteč 5, 7

balon, vodljiv z napol togim trupom 6

balon, vojaški zaporni 7

balonska zapora 7

C

CAGI = Centralni aerodinamiški hidrodinamiški inštitut. Osrednji ruski znanstveni zavod za raziskave na področju letalstva.

čepelin 6

Charles in Robert 6

C_M (glej: prijemališče sile zraka!)

C_R je sorazmernostni faktor v obrazcu za upor telesa, ki ima obliko:

$$R = C_R \cdot \frac{g}{2} \cdot v^2 \cdot \check{C}$$

kjer je $\frac{g}{2}$ polovica gostote zraka ($= \frac{1}{16}$),

v^2 kvadrat hitrosti in \check{C} ploščina čelne ploskve. Če je hitrost krila $v = 20$ m/sek ($v^2 = 400$),

čelna ploskev 2 m² in $C_R \cdot \frac{g}{2} = 0,01$, je upor

$R = 0,01 \cdot 400 \cdot 2 = 8$ kg*.

C_v je sorazmernostni faktor v obrazcu za vzgon, ki ima obliko:

$$V = C_v \cdot \frac{g}{2} \cdot v^2 \cdot O$$

kjer je V vzgon, g gostota zraka ($= \frac{1}{8}$), v^2 kvadrat hitrosti zraka in O ploščina krila. Letalsko krilo s površino 40 m² dviga pri hitrosti $v = 144$ km/h = 40 m/sek ($v^2 = 1600$) in pri nagibnem kotu $14,5^\circ$, kjer je $C_v = 1,3$, vzgon:

$$V = 1,3 \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1600 \cdot 40 = 5200 \text{ kg*}.$$

Č

čelna ploskev telesa je ploščina največjega prečnega prereza skozi telo pravokotno na smer gibanja.

D

daljinski rekordi 29

doseg 25

dvoživka (amfibija) 13, 42

E

enokrilno potniško letalo, ustroj 12

F

FAI = Fédération Aéronautique International.

Mednarodna letalska zveza v Parizu.

figure, letalske 12 s

G

gondola je telo, ki nosi letalce v balonih in čepelinah ali motorje v vodljivih zrakoplovih in letalih. Pri prosto letečih balonih imenujemo gondolo po njeni obliki: košara. Motorske gondole so običajno manjše od balonskih in so skoraj vedno grajene v aerodinamični obliki.

gostota zraka je razmerje med določeno maso zraka in prostornino, ki ga ta masa zavzema. V tehnikih merimo maso zraka v tehnični enoti mase, prostornino pa v m³. Praktično je gostota zraka: $g = \frac{1}{8}$.

gradbene tvarine v letalstvu odlikuje zlasti precejšna odpornost pri čim manjši specifični ali svojski teži. Najstarejša gradbena tvarina za gradnjo letal je les. Za gradnjo sodobnih veeletal uporabljajo po večini »kovinski les«, ki ga dobe s tesno medsebojno povezavo tankih plasti kovin in lesa (primerjaj vezane plošče!). Najdlje uporabljajo v letalstvu aluminij, ki ima specifično težo 2,7 in je torej trikrat lažji od iste prostornine železa. Za gradnjo kovinskih letal rabimo zlasti zlitini duraluminij in elektron. Duraluminij je zlitina bakra, mangana in silicija z aluminijem in ima specifično težo 2,8. Elektron je zlitina iz 90% magnezija in 10% aluminija, bakra, mangana in cinka in ima specifično težo 1,3. Elektron se že pri 500° C vname ter naglo zgori s svetlim plamenom. Poleg omenjenih dveh zlitin uporabljajo v letalstvu še več ducatov podobnih zlitin. Pri gradnji modernih letal izkoriščamo vedno bolj v stiskalnicah izoblikovane gmote prozornih in neprozornih umetnih smol (»plastics«). Za gradnjo letalskih modelov je zlasti pomemben les balza dreves s specifično težo približno 0,1.

H

helikopter je tuja beseda za vijajčno letalo. Helikopterje dviga od motorja gnani zračni vijak nad primerno izoblikovanim trupom letala. Glej: vijajčna letala!

Heronova »eolova krogla« 35

hitrost je pot, ki jo napravi gibajoče se telo v časovni enoti:

$$\text{hitrost} = \frac{\text{pot}}{\text{čas}}$$

Ako merimo pot v metrih (m) in čas v sekundah (sek), dobimo izraženo hitrost v m/sek. Letalo, ki preleti n. pr. v 1 sek 250 m dolgo pot, ima hitrost 250 m/sek. Ako pa merimo pot v kilometrih (km) in čas v urah (h), dobimo hitrost v km/h (beri: kilometrih na uro). Letalo, ki preleti 4000 km dolgo pot v 25-ih urah, leti s hitrostjo $4000 : 25 = 160$ km/h. Ker ima 1 h 3600 sek, je $1 \text{ km/h} = 1000 \text{ m} : 3600 \text{ sek} = 0,27 \text{ m/sek}$. Letalo, ki je doseglo svetovni hitrostni rekord 996 km/h, je torej preletelo v 1 sek $996 \times 0,27 = 268,9 \text{ m}$, imelo je torej hitrost 268,9 m/sek. Obratno moremo hitrost a m/sek spremeniti v km/h, če pomnožimo a s 3,6. Letalo, ki preleti v 1 sek a = 200 m, ima torej hitrost $200 \times 3,6 = 720 \text{ km/h}$. V literaturi srečujemo še hitrosti 1 vozela na uro ($1 \text{ v/h} = 855 \text{ km/h}$) za vodna letala in 1 milja na uro ($1 \text{ m/h} = 1,609 \text{ km/h}$) za kopenska letala. Letalo, ki leti v hitrostjo 600 milj na uro, ima hitrost $600 \times 1,609 = 965,4 \text{ km/h}$.

Nekatere važnejše hitrosti najdeš v teje razpredelnici:

	m/sek	km/h
Golob	18 — 27	64,7— 97
Delci zraka pri:		
a) šibkem vetru	0,3— 4	1,1— 14,4
b) srednje močnem vetru .	7 — 11	25,1— 39,6
c) moč. vetru . . .	11 — 17	39,6— 61,2
č) viharju	17 — 28	61,2—100,8
d) orkanu	28 — 45	100,8—162
Avtomobil	15 — 80	54 — 288
Brzovlak	18 — 27	64,8— 97,2
Letalo	14 — 278	50 —1000
Puškina krogla	300 — 600	1080 —2160
Topovska krogla	400 —1600	1440 —5760
Točka na ravniku zaradi vrtenja Zemlje	464	1670

Kadar poznamo hitrost v km/h (ali v m/sek) in pot v km (ali v m), moremo izračunati čas letenja z obrazcem:

$$\text{čas} = \frac{\text{pot}}{\text{hitrost.}}$$

Tudi nam hitrost letala in čas letenja omogočita izračunati pot, ki jo je preletelo letalo:

$$\text{pot} = \text{hitrost} \times \text{čas}$$

V letalstvu razlikujemo tudi še: 1. hitrost pri odletu letala (»startno hitrost«), 2. hitrost pri pristajanju letala (»pristajalno hitrost«), 3. potovalno hitrost letala, 4. največjo hitrost

letala in 5. lastno hitrost letala. Startna in pristajalna hitrost sta najmanjši hitrosti, pri katerih more letalo še odleteti s tal ali prileteti na tla. S potovalno (= normalno) hitrostjo leti letalo pri običajnih poletih. Največja hitrost je največja sploh mogoča hitrost, s katero lahko določeno letalo (ali vodljiv zrakoplov) leti. Lastna hitrost letala je resnična hitrost letala ne glede na gibanje zraka, ki more letalu zvečati ali zmanjšati hitrost. Horizontalna vrtavka (umetni horizont) je priprava, ki pokaže pilotu ne glede na lego letala vedno smer resničnega horizonta.

I

IATA = International Air Traffic Association.

Mednarodna zveza za letalski promet, ki urejuje letalske zveze, pošto, statistiko in skrbi za propagando.

izvedenka 43, 45

J

jadranci in vijakarji med semeni 5

jadralna letala 11—17

jadralna letala, tovorna 16

jadrarno letalo s pomožnim motorjem 13

jadrarno letalo, vadbeno 14

jadrarno letalo, začetniško ali polzno 14

jadrarno letalo, zmogljivo 14—16

jadralni poleti 10 s, 13—17

jadranje 14 s

jadranje, pomen 16—18

Jak-i 43, 45, 49

K

karakteristika letala je podroben opis konstrukcije, zmogljivosti in funkcije letala. Najvažnejše sestavine takšne karakteristike so:

1. namen (naloga, funkcija) letala; n. pr. potniško ali transportno letalo, bombnik (lahki, srednji, težki), lovec, rušilec, oglednik, šolsko letalo itd.;

2. posadka letala: eno-, dvo- ali večsedežno letalo, število potnikov itd.;

3. krilo letala: število kril, njihova konstrukcija (les in platno, kovina) in oblika;

4. trup letala: natančen opis trupa, njegova konstrukcija in oblika;

5. rep letala: natančen opis s konstrukcijo in obliko;

6. kolesje (nosilno podvozje) letala: je ali stalno ali uvlačljivo, če je uvlačljivo, je treba navesti še način spravljanja;

7. notranja oprema, ureditev in oborožitev letala (slednja pri vojnih letalih!). Ali ima letalo radio, pripravo za slepo letenje, ali ima sedeže ali ležišča, kakšno pripravo ima za prenašanje in spuščanje bomb itd.;

8. dolžina letala je razdalja od nosa do repa;

9. višina letala je razdalja najvišje točke letala od zemlje;

10. razpetina kril letala je razdalja med obema koncema kril;

11. nosilna površina letala je v m² izmerjena ploščina krila. Tako jo imenujemo, ker krilo dejansko »nosi« letalo;

12. teže letala. (glej razpredelnico na strani 23 spodaj!);

13. motorji letala. Semkaj prištevamo: a) število motorjev z njihovim ustrojem in obliko vred ter (razen pri reakcijskih letalih) število vijakov, ki jih ženejo; b) skupno moč batnih motorjev v KS ali celotno potisno silo reakcijskih motorjev. Ker motorji s kompresorji ne razvijajo svoje največje moči tik ob tleh, temveč šele v določeni višini, navajamo pri njih moč v višini, v kateri je motor najbolj izkoriščen. Poleg tega navajamo pri sodobnih motorjih tudi »startno moč«, to je največjo moč, ki jo razvija motor pri odletu v dveh do največ petih minut;

14. obtežitev na 1 KS (kg*/KS). Dobimo jo, če celotno težo letala delimo s skupno močjo motorjev;

15. obtežitev na 1 m² nosilne površine letala je celotna teža letala deljena s m² nosilne površine (krila);

16. največja vodoravna hitrost letala. Vsako letalo (tip) doseže pri vodoravnem letu v določeni višini največjo hitrost, ki je funkcija letala kot celote, tipa motorja in propelerja;

17. najmanjša hitrost letala je tista najmanjša hitrost, pri kateri se letalo še obdrži v zraku;

18. gospodarnostna hitrost letala je najbolj smotna in z najmanj stroški dosežena hitrost v trajnem letu. Gospodarnostna hitrost je v sredi med najmanjšo in največjo hitrostjo letala;

19. pristajalna hitrost letala je najmanjša hitrost, pri kateri more letalo še varno pristajati;

20. hitrost vzpenjanja letala (v m/sek) je hitrost, s katero se vzpenja letalo v višino. Hitrost vzpenjanja je največja v zelo majhnih nadmorskih višinah. Kadar je hitrost vzpenjanja enaka nič, je doseglo letalo svoj »strop«, to je svoj vrh vzpona;

21. čas vzpenjanja letala (v min) je čas, ki ga potrebuje letalo, da doseže določeno višino (n. pr. 1000 m);

22. hitrost strmoglavljenja letala je največja dovoljena hitrost, ki jo sme doseči letalo v strmoglavnem letu. Ta hitrost je po navadi za 10 do 30% večja od največje vodoravne hitrosti;

23. avtonomija letenja je čas, vzdolž katerega se lahko vzdrži letalo v zraku, ne da bi pristalo. V tem času izčrpajo motorji natovorjeno gorivo;

24. doseg letala (glej opombo 1. na strani 25!);

25. razgled z letala je važna karakteristika vojaškega letala;

26. okretnost letala je sposobnost manevriranja letala. Le-ta je važna pri športnih letalih za »umetno letenje« in pri vojaških letalih.

k a t a p u l t je naprava za startanje letal s palube ali letališča (»elektropult«). Letala nameste na primeren voz. Nato motor (z močjo do 16000 KS) v nekaj sekundah pospeši voz z letalom vred na 40 do 400 m dolgem tiru vse do hitrosti 400 km/h.

k a z a l o n a g i b a i n s u k a n j a letala je priprava, v kateri kažeta vrtavka in nekakšna vodna tehtnica pilotu lego letala v vodoravnem letu in med letenjem v krivuljah.

k g * (beri: 1 kilogram-teža) je praktična enota za silo. S silo 1 kg* vleče Zemlja navpično navzdol 1 dm³ kemijsko čiste vode pri + 4° C v brezračnem prostoru v naših zemljepisnih širinah. (Namesto kg* uporabljajo nekateri pisarji kilopond s kratico »kp«.)

k o a k s i a l n a v i j a k a s t a v i j a k a, ki se drug za drugim vrtila v nasprotnih smereh okrog iste osi.

k o p n a v e l e t a l a 22—26, 47, 49

k r m i l n a p a l i c a (s kolesom ali ročajem) je vzvod, s katerim uravnava pilot višinsko in prečno krmilo.

K S = k o n j s k a s i l a je storilnost ali efekt dela, ki proizvaja v 1 sekundji delo 75 kg*m. Konj more trajno opravljati delo s storilnostjo $\frac{1}{3}$, človek pa z $\frac{1}{6}$ KS. KS označujemo tudi s HP ali h. p. ali PS. (1 KS je 0,736 kW.)

L

Langley S. P. 8

letališča 24

letalo na reakcijski pogon brez pilota 33, 39

l e t a l s k a m e c h a n i k a je nauk, ki obsega zlasti račune o trdnosti letala in o njegovi dinamiki (= nauk o gibanju in silah) leta vključno odleta, doleta, letenja figur itd.

letalska tipologija 43

letalska zaprega 16 s, 42

letalske nesreče 21 s

letalski modeli 8 s

l e t a l s k i m o t o r j i (10, 20 s) so najlažji zmogljivi motorji. Od njih zahtevamo, da se ne smejo zlepa ustaviti, da jih moremo na preprost način oskrbovati in upravljati, da jim je na 1 KS preračunana teža manjša od 1 kg*, da zavzemajo čim manjši prostor (zaradi zračnega upora!), da delujejo v vseh možnih legah in v redkem zraku (višinski leti!). Sevč morajo biti vsi letalski motorji zadostno hlajeni.

Letalske motorje delimo v: 1. batne motorje, 2. reakcijske motorje in 3. plinske turbine. Do pričetka pravkar končane vojne smo

poznali zgolj batne motorje, ki jih ženejo tekoča goriva. Po načinu, kako v njih zgoriva gorivo, jih ločimo v nizko-, srednje- in visokotlačne ali Dieslove motorje. Po delovanju jih ločimo v štiritahtne in dvo- taktno motorje. Naposled razlikujemo še z zrakom ali tekočino (vodo, glikolom itd.) hlajene motorje. Po številu valjev (cilindrov) so zgradili skoraj vse od 3- do 30-cilindrskih motorjev. Kar se pa razporedbe cilindrov tiče, poznamo vrstne in zvezdaste motorje. Največji doslej zgrajeni letalski batni motor ima moč 5000 KS in tehta 2,5 tone.

Reakcijske motorje delimo v: 1. raketne motorje, 2. tokovne motorje. Raketne motorje žene smodnik ali zmes tekočega goriva in kisika. Ker nosijo ti motorji s seboj za zgorevanje goriva potreben kisik, lete tudi v brezračnem prostoru. Tokovne reakcijske motorje delimo v: 1. motorje s kompresorjem in plinsko turbino (gl. shematsko sliko na str. 38!), 2. pulzirajoče motorje, v katerih urejuje dovajanje zraka pritisk zgorevajočih plinov v zažigalnih posodah, in 3. motorje brez kompresorja, plinske turbine in zaklopke. V njih zgoriva gorivo, ki skozi primerno odprtino trajno doteka v posebne zažigalne posode. Ker proizvaja poslednji motor za polot potreben dinamični pritisk šele pri velikih hitrostih, je treba z njim opremljena letala pognati v zrak s katapultii.

Pri reakcijskih motorjih žene letalo potisna sila naglo iztekajočih izpušnih plinov (zgorelin). To potisno silo merimo v kg^* . Če označimo potisno silo s P in hitrost, s katero letalo leti z: v , potem moremo trenutno moč reakcijskega motorja izračunati z obrazcem:

$$\text{Moč v KS} = \frac{P \times v}{75}$$

Najbolj zmogljivi reakcijski motor »Nene« ima potisno silo $P = 2270 \text{ kg}^*$. Z njo proizvaja pri hitrosti $v = 268 \text{ m/sek}$ moč:

$$\frac{2270 \text{ kg}^* \times 268 \text{ m/sek}}{75} = 8080 \text{ KS}$$

(Če je podana hitrost v km/h , se sprednja formula spremeni, in je v moč motorja v

$$\text{KS: } \frac{P \times v}{270} .)$$

Ker je pri $v = 0$ tudi moč motorja enaka nič, sledi, da so reakcijski motorji pri nespremenjeni potisni sili tem bolj zmogljivi, čim hitreje lete. Prav zaradi tega so reakcijski motorji gospodarnostni šele pri hitrostih nad 800 km/h .

O pravkar navedenem motorju »Nene« čitamo lahko, da ima moč 15000 KS . Račun pa je pri malo manj ko »mejni hitrosti letal« pokazal samo 8080 KS . Odkod ta razlika? Ali

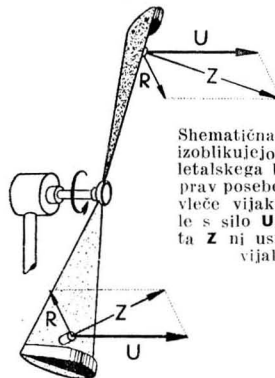
je podatek napačen? Ni! V podatku, da proizvaja 700 kg^* težak motor »Nene« 15000 KS , je namreč skrit sklep, da bi zato, ker deluje letalski vijak pri velikih hitrostih zelo ne-gospodarnostno, moral imeti z vijakom zdru- ženi batni motor moč 15000 KS , da bi mogel podeliti letalu hitrost blizu 270 m v 1 sek . Zdaj pa pride lepo do izraza svojska teža reakcijskih motorjev. Batni motor z močjo 15000 KS bi tehtal najmanj 7 ton^* , reakcijski (Nene) pa tehta zgolj 700 kg^* . Na 1 KS pride torej pri njem borih $5 \text{ dk}g^*$.

Kar se letalskih motorjev v obliki plin- skih turbin tiče, je treba povedati, da so ti nekaka vmesna stopnja med batnimi in reakcijskimi motorji. Plinske turbine žene pri zgorevanju tekočega goriva nastal napet plinski tok. S temi motorji opremljena letala ženejo propelerji.

letalski motorji 20, 26, 37 s

letalski rekordi. Poleg svetovnih in mednarodnih rekordov so za vsako državo še posebej pomembni državni rekordi. Sev je vsak mednarodni rekord že obenem tudi državni rekord.

letalski vijak ali propeler žene vod- ljive zrakoplove in večino (od batnih motor- jev gnanih) letal. Konstrukterji vodljivih zrak- oplovov in motornih letal so prevzeli ladij- ski vijak (med njihovimi izumitelji je zelo pomemben J. Ressel) ter ga na osnovi praktič-



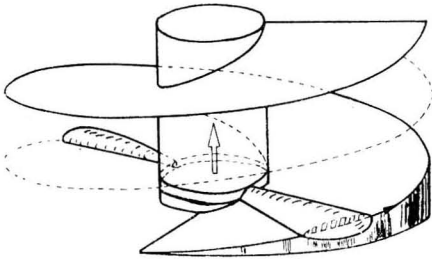
Shematična slika sil, ki se izoblikujejo med vrtenjem letalskega krila. (Naj bo še prav posebej poudarjeno, da vleče vijak leta' o d' jansko le s silo U . Kajti rezultan- ta Z ni usmerjena v smeri vijakove osi!)

nih in teoretskih raziskav primerno izobliko- vali. Tako so nastali dvo-, tro-, štiri- in pet- listni vijaki iz lesa in kovinskih robov ali samo iz kovine s premeri do 12 m in še čez (vijačna letala!).

Če iz vijakovega lista v prečni smeri iz- žagamo ozek kos, spoznamo, da je zgrajen list iz kosov, ki se v ničemer ne razlikujejo od nosilnih ploskev letala (= letalskih kril). Sile, ki delujejo med vrtenjem propelerja na posamezne lamelke vijakovega lista, se torej v bistvu ne razlikujejo od sil, ki povzročajo silo zraka Z pri letalskem krilu. Kakor je

razvidno iz slike, nastane pri sukanju lista sila Z kot rezultanta upora R v nasprotni smeri sukanja in vzgona U navpično nad vzbočeno stranjo lista. Komponenta R ovira gibanje vijaka, komponenta U pa vleče ali potiska vijak v smeri trupa. Rezultanto Z po navadi ne imenujemo več silo zraka, temveč vlačno ali potisno silo vijaka. (Če gledamo v smeri letenja zrakoplova ali letala, je vijak, ki vleče, nameščen pred motorsko gondolo ali trupom ali krilom, vijak pa, ki potiska, za motorsko gondolo ali krilom ali na koncu repa. Delovanje poslednjega vijaka boš laže doumel, če ga primerjaš z ladijskim vijakom.)

Oglejmo si nagibne kote posameznih lamel vijakovega lista v smeri od pestu proti nekoliko bolj stanjšanemu in koničasto zaokroženemu koncu. Opazovanje pokaže, da so nagibni koti vedno bolj položni. Vzrok za to zlahka najdemo, če pomislimo, da se vsaka lamela tedaj, ko si »reže v zrak svojo matico«, giblje po vijačnici, ki je tem bolj strma, čim bolj se približa pestu (glej sliko!). Zato



Vijak si v sredstvo sam »zareže« matico. Mejna ploskev maticnega vreza je vijačna ploskev, ki je za sprednji list in za nekaj več ko enkratni zastuk narisana na sliki.

pa je tudi hitrost »lamele« ob pestu dokaj manjša od hitrosti lamele ob konici (kjer čisto prekorači hitrost zvoka v zraku: 340 m/sek).

Poslednja slika nam pokaže tudi, da se vijak med letom giblje po krivih ploskvi, ki bi jo mogli dobiti n. pr. s tem, da bi prekrili polžaste stopnice.

Dokler se vrti vijak na mestu, so razmere preproste: Na spodnji »nosilni« strani »leherne« lamele (to je za celotnim propelerjem!) se izoblikuje nekakšna blazina zgoščenega zraka, na zgornji strani (to je pred celotnim propelerjem) pa nastane srk, ki »prisesa« propeler. Srk na izbočeni in pritisk na ravni (ali vbokli) strani lista povzročita vzgon (U na prvi sliki). Med sukanjem vijaka mora sev premagovati sila motorja precejšen zračni upor (R na sliki).

Ko se prične vijak premikati, razmere niso več tako zelo preproste. List si zdaj namreč

ne reže več matice v ravnini, ki stoji pravokotno na smer osi, temveč v tembolj poševni ravnini, čim hitreje se giblje. Posledica tega pa je, da se pri naraščajoči hitrosti »nagibni koti« listovih lamel vedno bolj in bolj manjšajo in postanejo naposled celo negativni. Kakor precha pri letalu vzgon takoj, ko postane nagibni kot krila dovolj negativen, tako precha pri negativnih nagibnih kotih listovih lamel vlečna ali potisna sila propelerja. Z naraščajočo gibalno hitrostjo zrakoplova ali letala se torej vlečna ali potisna sila vijaka vedno bolj manjša, z njo vred pa se manjša tudi upor. Ker se pri velikih hitrostih gibljejo vijakovi listi nekako bolj v prazno, zlahka doumemo, da je pri velikih hitrostih stopnja učinkovitosti vijaka zelo majhna ali pa celo enaka nič.

Če hočemo torej podeliti letalu veliko hitrost, moramo nagibne kote vijakovega lista zvečati. Ker pa je treba pri startanju letala z vijakom, ki ima zelo »strmo« zasukane liste, premagovati velik upor (letalo ima namreč med startanjem relativno majhno hitrost!), bi se moglo primeriti, da bi motor ne pogнал vijaka dovolj hitro in letalo se ne bi moglo dvigniti v zrak. Zavoljo tega grade dandanes vijake z zasukljivimi listi. Pri startu in počasnem letu je nagibni kot teh listov majhen, pri naglem letu pa velik.

Opazovanje in poskus sta naposled pokazala, da se izoblikujejo na koncih vijakovih listov tem večji vrtinci, čim širši so listi na teh mestih. Ker ti vrtinci močno ovirajo let, grade zdaj le še bolj ozke liste s precej koničastimi konci.

- letalski vijak z zasukljivimi listi 19 s
- letalstvo in človek (pilot) 32
- letalstvo in industrijska proizvodnja 30, 32
- letalstvo, splošna razdelitev vojnih letal 25 s
- leteča bomba 37, 39
- leteča trdnjava 30 s
- leteče krilo 28
- Lilienthal O. 7, 9 s

M

- mednarodni daljinski rekordi jadralnih letal 10
- mednarodni daljinski rekordi jadralnih letal, ženski 11
- mednarodni rekordi letalskih modelov 9
- merilec pospeška kaže letalcu pospešek
- letala pri letu v figurah. Glej pospešek!
- merilne priprave jadralnega letala 15 s
- mikromotor 9, 20
- množični odskoki z letal, prvi 21
- modelarstvo, pomen 8
- montgolfier, gl. balon na topli zrak!
- motorno letalo bratov Wright 10 s

N

NACA = National Advisory Comiteec for Aeronautics. Zavod za letalsko raziskavo v ZDA. nadzvočna hitrost je vsaka hitrost nad zvočno hitrostjo. Pri normalnem zračnem pritisku in 20° C je hitrost zvoka 340 m/sek.

naloga letalskega tipologa 45 s
navzgornik 13 s
navzgornik, nevihtni 14
navzgornik, pobočni 13 s
navzgornik, toplotni 14 s
nesimetrično letalo 27

O

obremenitev letala. Deli letala (krilo, trup, rep, krmilja itd.) niso vedno enako obremenjeni. Kar se obremenitve tiče, ločimo zlasti sledečih šest načinov: 1. obremenitev pri uravnavanju (= prehod iz polznega leta ali strmoglavljenja v normalni vodoravni polet), 2. obremenitev pri polznem letu, 3. obremenitev pri strmoglavljenju, 4. obremenitev pri hrbtnem letu, 5. obremenitev pri pristajanju in 6. obremenitev zaradi navpičnih vetrovnih sunkov.

ogledna letala 25

osi letala (7). Skozi težišče letala potekajo tri osi: podolžna (v smeri normalnega leta), prečna (v smeri krila) in navpična os (le-ta je navpična na prvih dveh). Prečna os po navadi ne poteka skozi krilo.

osnovni tip 43, 45 s

oznaka civilnih letal. Pred vojno so bila opremljena civilna letala pod krilom in ob straneh trupa (repa) s sledečo kratico za državo: Anglija G, Avstralija VH, Belgija OO, Bolgarija LZ, Danska OY, Finska OH, Francija F, Grčija SV, Indija VT, Italija I, Japonska J, Jugoslavija YU, Kanada C-F, Kitajska XT, Nizozemska PH, Norveška LN, Ogrska HA, Romunija YR, Sovjetska zveza CCCP, Švedska SE, Švica HB, Španija EC, Turčija TC, ZDA: G, C, N ali Se. Črke za oznako države so menile vedno vrsto letala. Da so mesto števil uporabili raje črke, sledi odtod, da se da s tremi številkami zapisati le 999 števil, s tremi črkami pa 17576 oznak.

oznaka letalskega tipa 43

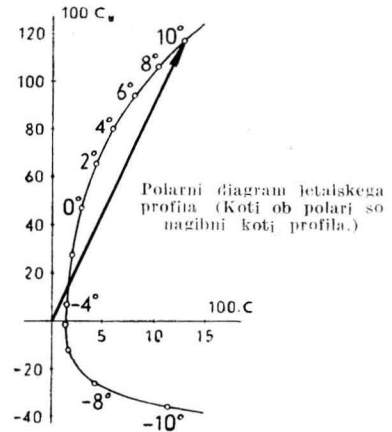
P

padalo (samodelno in ročno) 21
Pénaud A. in njegov model 8
planofor, Pénaudov 8

ploskovna obremenitev 15

polarni diagram je v pravokotni koordinatni sestavi vrisana funkcijska črta, ki nam pokaže, v kakšnem medsebojnem razmerju sta pri določenem profilu krila vzgon (ali točneje C_v) in upor (ali točneje C_R) pri različnih nagibnih kotih krila:

Iz polarnega diagrama zlahka razberemo sledeče lastnosti krila ali z njim opremljenega letala: 1. Če potegnemo iz koordinatnega izhodišča tangente na »polaro« (= na funkcijsko črto), dobimo z navpično koordinatno osjo kot, ki je najuspešnejši »polarni kot« pri jadranju. Število pri dotikalističu tangente s polaro nam pove, kakšen nagibni



kot mora imeti pri tem profilu krila. 2. Najvišja točka polare nam pove nagibni kot krila, pri katerem je vzgon letala največji. Do tega kota smemo nagniti krilo, ne da bi se za njim izoblikovali vrtnici in prekinili v zaključenih tokovnicah potekajoči zračni tok (pri večjem nagibnem kotu govorimo o »prevlečenem letalu«, ki ima za posledico strmoglavljenje). 3. Iz oblike polare lahko sklepamo, ali bo s tem krilom opremljeno letalo letelo naglo, ali se bo naglo dvigalo in če bo lahko prenašalo velika bremena.

polno število 14

posadka letala obstaja iz vseh oseb, ki so potrebne za upravljanje letala in v letalu nameščenih priprav. K pripravam prištevamo radijski oddajnik in sprejemnik, radar, strojnice, topove, fotografske aparate itd.

poštna raketa 36 s

predkrila 18 s

preizkuševalno letenje novega letala. Preden izroči letalo svojemu namenu, ga morajo preizkusiti. Kar se tega tiče, razlikujemo: preizkušanje povsem novega tipa

(osnovnega ali izvedenke) in preizkušanje novega letala že preizkušenega tipa. Pri preizkušanju mora leteti letalo v normalnem ali vodoravnem letu in v vseh umetnih figurah, prepoznava letal 47—50

prestopni pasovi so mesta, nad katerimi smejo leteti letala preko državnih meja iz države v državo.

prijemališče sile zraka je prijemališče celotnega vzgona v posameznem prečnem prerezu (= profilu) krila. Pri najbolj običajnih profilih je prijemališče na koncu prve tretjine globine ali dolžine krila (glej slike na str. 61 in 62!). Pri nekaterih profilih je prijemališče sile zraka nezavisno od nagibnega kota (v dopustnih mejah), pri drugih pa s spremembo nagibnega kota »potuje«.

Če je s razdalja prijemališča sile zraka od nosa krila, d dolžina ali globina krila in C_v vrednost sorazmernostnega faktorja v obrazcu za vzgon (glej pri C_v !), je

$$s = \frac{C_M}{C_v} \cdot d,$$

kjer je C_M sorazmernostni faktor momenta profila. Iz sprednjega posnemamo, da ima

$\frac{C_M}{C_v}$ po navadi vrednost med $\frac{1}{4}$ in $\frac{1}{3}$.

pospešek je prirastek hitrosti v časovni enoti. V fiziki dobimo pospešek, če delimo silo z maso, na katero sila deluje. Pospešek nastane torej povsod, kjer učinkujejo sile na gibljive mase.

prevlečen let letala imenujemo tisti let, ko se vzporedno z naglim manjšanjem hitrosti letala krilo strmo povzpne navzgor. Več ko polovica letalskih nesreč nastane kot posledica prevlečenega leta. Pri letalih s »trodelnim profilom« (gl. str. 19!) je nevarnost prevlečenega leta dokaj zmanjšana.

profil krila je navpični prerez skozi nosilno krilo. Najbolj preprost profil je zdeljena daljica (primerjaj zmaj!). Ker pa je pri tem profilu dinamični vzgon relativno majhen, ga uporabljamo v letalstvu le v obliki navzgor upognjene palice. Najbolj pogosto pa uporabljamo profile z nekoliko preoblikovanimi prerezi aerodinamično oblikovanega telesa. Ker se svojske lastnosti posameznih profilov močno med seboj razlikujejo, navaja letalska literatura za vsak značilen profil njegovo obliko, polarni diagram in druge zanj značilne podatke.

R

raketa 35 s
razvoj svetovnega potniškega prometa 30
reakcijska letala 28 s
reakcijski motor 20, 26 s, 37—39
registrirni baloni 6

S

Segnerjevo vodno kolo 35
sila in protisila 33 s
sile, ki delujejo na krožeče letalo 13
sile, ki delujejo na letalo pri jadralnem poletu 13
sile, ki delujejo na motorno letalo pri vodoravnem letu 13
slepo letenje. V gosti megli in v temni noči je treba krmariti letalo le na podstavi podatkov, ki jih pokažejo pilotu merilne priprave: »slepo letenje«. Za slepo letenje so zlasti važni: kazalo nagiba, kompas (gl. slika na str. 16!) in umetni horizont. Pred poslednjo vojno in zlasti med njo so izoblikovali posebne priprave, ki z elektromagnetnimi valovi poskrbe za pristanek v megli in ponoči in za pravilno usmerjanje skozi zaporne pasove.

smisel letalske tipologije v miru 46 s

smisel letalske tipologije v vojni 47 s

stabilnost letala. Letalo je stabilno (uravnovečeno), če tedaj, ko spusti pilot krmilo, ne spremeni svoje smeri. O letalu, ki se iz poljubne lege samo od sebe povrne v normalno lego, pravimo, da ima lastno stabilnost. Lastno stabilnost imajo mnoga jadralna letala. Letalo je stabilno v podolžni smeri, če se ne suka okoli prečne osi. Vzdolžno stabilizacijo krila je odkril Pénaud. Še dandanes skrbe za vzdolžno stabilizacijo zlasti vodoravne repne plavuti in višinsko krmilo.

start jadralnih letal 16 s

start letalskih modelov. Motorni modeli lahko startajo s kopnih tal, vode ali pa jih poženemo ali dvignemo v zrak tako kakor jadralne modele. Start jadralnih letalskih modelov pa lahko izvedemo 1. z roke, 2. s približno 25 m dolgim gumastim trakom, ki smo ga privezali na približno 75 m dolgo vrvico, 3. z ročnim vitlom, 4. s škipceem in 5. z zmajem. V primerih 2—5 govorimo o »visokem startu«. (Podrobnosti v knjigi: B. Petek: Letalsko modelarstvo, 1946.)

stratosfera 7 (glej atmosfera!)

stratosferni dvigi v stratosfatih 7 s

stratosferni poleti 29

strastostat 7

Stringfellow 8

strmoglavce 28

svetovni daljinski rekord 1. oktobra 1946: 45

svetovni hitrostni rekordi 24 s

svetovni hitrostni rekordi, pogoj zanje 24

svetovni rekordi. Mednarodna letalska zveza FAI beleži in s tem prizna le tri svetovne rekorde: absolutni višinski rekord, absolutni hitrostni rekord in absolutni daljinski rekord. Vsi ostali rekordi, ki jih pa je sevė ogromno, so le mednarodni rekordi.

svetovni višinski rekord 7

T

teža letalskega motorja za IKS

težišče letala je točka, v kateri prejme rezultanta vseh na letalo delujoćih vzporednih sil. V težišču podprto letalo bi bilo v vseh legah v ravnotežju. (Primerjaj okoli težišča vrtljivo kolo!) Težišče letala je pri simetrićno grajenem in prav tako obremenjenem letalu po navadi v sredi in v prvi tretjini krila.

tip 41

tovorna jadralna letala 16 s

Townendov obroč 20

U

upor; v letalstvu razlikujemo zračni, čelni, inducirani in koristni upor.

Čelni upor je upor, ki nastane zaradi čelne ploskve letalskih kril, letalskega trupa, letalskega motorja itd. Pri letalskem krilu govorimo raje o uporu profila. Čelni upor zvezdnega motorja je n. pr. dosti večji od čelnega upora enako zmogljivega vrstnega motorja (ki ima valje nameščene v vrsti).

Inducirani upor. Ker nastane na zgornji ploskvi krila srk, na spodnji pa pritisk, se na koncu krila izoblikuje okrog roba od spodaj navzgor usmerjen zračni tok. Ker pa se krilo med letom premika naprej, se izoblikujejo na obeh koncih krila vrtinci v obliki spiral. Ti kitasti robni vrtinci povzročajo dokaj velik inducirani upor. Konstrukterji letal se zelo trudijo, da ga odpravijo. V ta namen so 1. pritrčili pravokotno na koncih kril majhne ploskve ali pa so 2. tlorisno obliko kril čimbolj prilagodili elipsi. Ako na koncih krilo zvijejo, mu inducirani upor zvećajo; zato pa ima tako krilo večjo stabilnost.

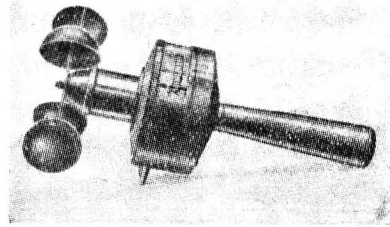
Koristni upor je upor krila, ki je nujno potreben za nastanek vzgona. Ko bi se namreć zaradi »koristnega upora« ne izoblikoval zračni tok, bi ne mogel nastati nad krilom srk. Doslej se je posrećilo zmanjšati koristni upor vse do $\frac{1}{25}$ vzgona.

uravnavanje letala. Letalo je treba često uravnati, to se pravi iz anormalne lege obrniti v normalno. Pri pristajanju uravnava letalo zato, da prileti letalo hkrati na tla s kolesi in stremenom.

V

varnost gradnje v letalstvu 20

vetromer (roćni) je priprava, ki nam pokaže hitrost vetra. Zgrajena je iz štirih križem pritrjenih polkrogel, ki odklonijo kazalec tem bolj, ćim hitreje jih veter zavrti.



Roćni vetromer.

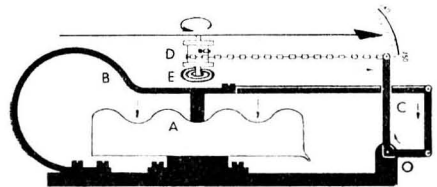
Ker se namreć votla polkrogla s konkavno stranjo zračnemu toku štirikrat bolj upira ko s konveksno stranjo, nam postane umljivo, da jo tok vetra v smeri kapic moćneje žene ko v nasprotni.

vetrovnik 18—19

vetrovni sunki nastanejo tedaj, ko se spremeni jakost ali smer vetra. Letalu škodijo zlasti navzgor ali navzdol usmerjeni vetrovni sunki, ki sunkovito obremenijo krila. Da reši letalo pred moćnimi sunki, poskrbi pilot s tem, da zmanjša letalu hitrost. Kajti ćim dalj časa traja sunek vetra, tem manj je silovit.

vijaćno letalo 26 s, 46

višinomerni ali altimeter je priprava, ki pokaže letalcu nadmorsko višino. Po većini so višinomerni primerno predelani ko-



Aneroid: **A** izsesana kovinska škatlica z valovitim pokrovom, **B** ploskovna vzmet, **C** kolenčast vzvod, **O** os vzvoda, **D** valj z veriće, **E** prožno pero, ki zavrti kazalec v izhodišćno lego.

višinski barometri ali aneroidi z lestvico, ki pokaže namesto zračnega pritiska kar višino v metrih.

vodna letala 22 s

vojno letalstvo, razdelitev 25

vozilo letala 13

vrtnici nastanejo tedaj, kadar se zračni tok zavija v spiralah, pri čemer se posamezni delci zraka močno tarejo med seboj. Ker potrebuje to trenje za svoj nastanek precejšno energijo, zaznamo takoj, ko se za telesom tvorijo vrtnici, da se je povečal zračni upor telesa. V letalstvu odpravimo vrtnice tedaj, ko obdamo telesa z oblogami v obliki aerodinamičnega telesa ali pa tedaj, ko jim dajemo »aerodinamične prereze«.

W

Wright O. in W. 9—11

Z

zakrilca 19

zračna blazina je masa zraka pod nizko nad tlemi letočim letalom. Ker se zrak ne more naglo odmakniti, se nekoliko stisne. Zato zveča zračna blazina vzgon.

zračne zavore so ali pomožna krilca (podobna zakrilcem) ali nekakšne dvojne loputnice, ki jih zavrtimo v prečno lego glede na profil krila tedaj, kadar hočemo spremeniti vzgon in zmanjšati pristajalno hitrost letala. Z zavorami na loputnice so opremljena vsa zmogljiva jadralna letala, s pomožnimi krilci pa zlasti vsa zelo nagla letala in večina veleletal.

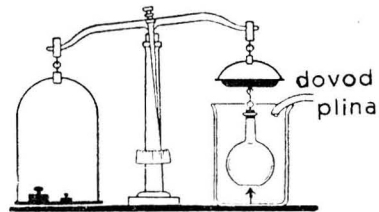
zračni pritisk. Živimo na dnu »zračnega morja«. Zaradi svoje teže pritiska zrak na površje teles s tem manjšo silo, čim više jih dvignemo. Na 1 cm^2 veliko ploskev pritiska zrak v nadmorski višini 0 m s silo $1,033 \text{ kg}^*$, ki jo imenujemo 1 atmosfero ($1 \text{ Atm} = 1,033 \text{ kg}^*/\text{cm}^2$). Kako se spreminja zračni pritisk z nadmorsko višino pa kaže razpredelnica.

Zračni pritisk	
Nadmorska višina	Zračni pritisk
0 m	1 Atm
500 "	0,94 "
1 000 "	0,88 "
1 500 "	0,83 "
2 000 "	0,78 "
3 000 "	0,69 "
4 000 "	0,61 "
6 000 "	0,47 "
8 000 "	0,35 "
10 000 "	0,27 "
15 000 "	0,12 "
20 000 "	0,06 "
30 000 "	0,01 "

Zračni pritisk gibajočega se zraka je zavisen od gostote zraka in od hitrosti zračnega toka (glej srk!).

vzgon je navpično od spodaj navzgor usmerjena sila, ki deluje na telesa tedaj, kadar jih obdaja tekočina ali plin. V letalstvu razlikujemo statični in dinamični vzgon.

Statični vzgon povzroči, da je v zraku »potopljeno« mirujoče telo navidezno toliko lažje, kolikor tehta od njega izpodrinjen zrak (Arhimedov zakon). Kako nastane statični vzgon, nam posreduje na sliki posnet poskus: Če izravnamo na tehtnici obešeno steklenico, pa jo nato obdamo z ogljikovim dioksidom, to je plinom, ki je poldrugikrat gostejši od zraka, postane steklenica na videz lažja. Ker izpodrine $T \text{ kg}^*$ težko telo, ki zavzema prostornino 1 m^3 , $1,29 \text{ kg}^*$ zraka, tehta to telo v zraku le $(T - 1,29) \text{ kg}^*$. Ko bi bil 1 m^3 telesa lažji od $1,29 \text{ kg}^*$, bi bil torej vzgon večji od teže telesa. Zato bi se tako telo pri-



Kako nastane vzgon v plinu.

čelo dvigati navpično v zrak. Ker pa se gostota zraka z naraščajočo nadmorsko višino manjša, sledi, da bo v določeni višini postal vzgon (= teža izpodrinjenega zraka) enak teži telesa. V tej višini bo torej telo mirno v zraku obviselo. (Telo, ki se dviga ali ki je obviselo v zraku, žene lahko iz kraja v kraj le veter.)

Ker tehta:

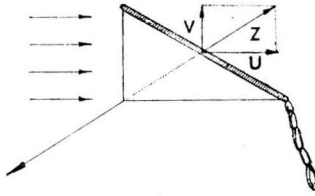
1 m^3 gorilnega plina približno	$0,55 \text{ kg}^*$,
1 m^3 vročega zraka	„ $0,26 \text{ kg}^*$,
1 m^3 plina helija	„ $0,19 \text{ kg}^*$,
1 m^3 plina vodika	„ $0,09 \text{ kg}^*$,

dvigne lahko v nadmorski višini 0 m vsak kubični meter v balonu vsebovanega gorilnega plina $1,29 \text{ kg}^* - 0,55 \text{ kg}^* = 0,74 \text{ kg}^*$, vročega zraka $1,03 \text{ kg}^*$, helija $1,1 \text{ kg}^*$ in vodika $1,2 \text{ kg}^*$ težko breme. Sevč dvigne n. pr. balon, ki je napolnjen z $A \text{ m}^3$ plina vodika: $(1,2 \times A) \text{ kg}^*$ težko breme. (To breme obsega balonsko oblogo, nosilne vrvi, gondolo, merilne instrumente, letalec, balast itd.)

Dinamični vzgon nastane tedaj, kadar se gibljejo primerno oblikovana telesa v mirujočem zraku ali pa (kar je isto), če se zrak giblje proti in mimo primerno oblikovanih mirujočih teles.

Če se ne ozremo na telesa v živalskem in rastlinskem svetu, potem je »zmaj« najdlje poznano telo, ki ga dvigne in nosi dinamični

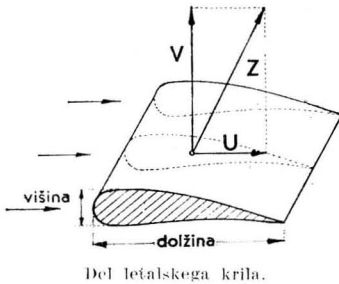
vzgon. Nekoliko poenostavljene sile, ki nastanejo pri »spuščanju zmaja«, kaže prerez skozi zmaj med letom.



Sile pri zmaju: **V** dinamični vzgon, **U** zračni upor krila, **Z** rezultanta sil **V** in **U**; sila z zraka.

Rep in tako imenovana »tehtnica«, na kateri je pripeta vrvi, povzročita, da obvisi zmaj v poševni legi. Ko piha zrak proti poševno nagnjeni zmaju, premaguje zmajeva ploskev zračni upor **U**. Hkrati pa se izoblikuje še dinamični vzgon **V**, ki dvigne zmaj v zrak ter ga tu obdrži. (Zmaj mora biti tako zgrajen, da prijemljeta sili **V** in **U** v težišču zmaja.) Iz mehanike vemo, da sestavljata sili **V** in **U** rezultanto **Z**, ki ju more nadomestiti. To rezultanto vzgona in upora imenujemo: silo z zraka. Kakor je razvidno s slike, je treba »vleči« zmaj s silo, ki je nasprotno usmerjena sili z zraka **Z**. Tudi je jakost sile, ki napolnja vrstico, enaka jakosti sile z zraka **Z**.

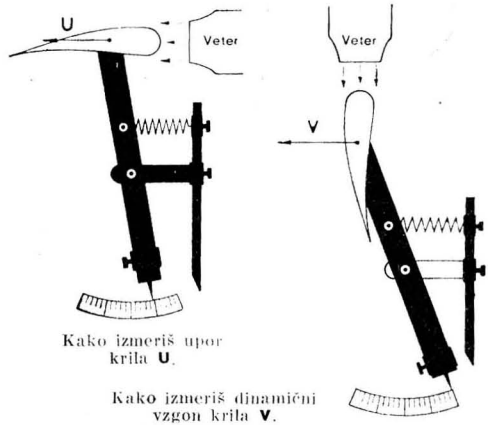
V letalstvu deluje dinamični vzgon v največji meri na krilo. Krilo letala je plosko telo, ki je v prečnem prerezu podobno spodaj nekoliko vboklemu ali izravnemu aerodinamičnemu telesu (glej sliko!).



Del letalskega krila.

Če pritrdimo tak del letalskega krila na paličast vzvod ter vzvod takó izravnamo, da obstane v navpični legi, se bo takoj, ko piha zrak v naznačeni smeri proti »krilu«, odklonil in napel prožno pero (glej sliko!). Napetost peresa pri poskusu, ki ga kaže 1. leva slika, je mera za upor krila **U**, in 2. desna slika, je mera za dinamični vzgon **V**. Različen odklon peresa v obeh poskusih nam hkrati pove, da je pri naših meritvah sila **V** večja od upora **U**. (Glede

tega glej tudi sprednjo sliko, kjer vidiš vrisani sili **V** in **U** s prijemališčem v težišču »dela letalskega krila«.) Kakor pri zmaju, se tudi pri letalskem krilu sestavita sili upora krila **U** in dinamičnega vzgona krila **V** v rezultanto, ki jo imenujemo silo z zraka **Z**. Iz slik sil, ki delujejo na letalo tedaj, ko ga goni vijak ali ko jadra in polzi v določenem kotu proti zemlji (glej obehde levi sliki na

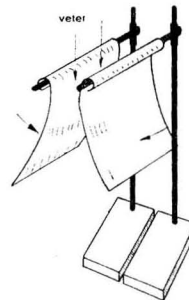


Kako izmeriš upor krila **U**.

Kako izmeriš dinamični vzgon krila **V**.

str. 13!), razbereš, da pri vodoravnem motor-nem letu premaguje zračni upor krila **U** (in sevé tudi celotnega letala) sila motorja **S**, težo krila (in nanj pritrjenega letala) **T** pa dinamični vzgon **V**; pri jadralnem poletu pa drži ravnotežje celotni teži letala **T** sila z zraka **Z**.

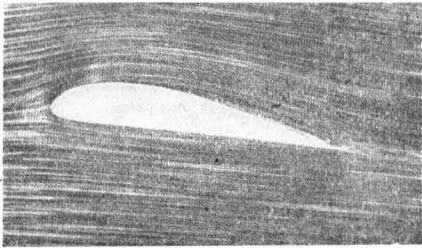
Vprašajmo se zdaj še: Kaj povzroči dinamični vzgon krila. **V** ta namen obesimo na svinčnika dve razglednici tako, kakor kaže spodnja slika, in pihajmo v smeri puščice med



Pri zožitvi zračnega toka nastane stk, ki združi gibljivi plošč.

izbočeni ploskvi razglednici. Rezultat poskusa nas preseneti. Namesto da bi zračni tok (veter) lista odrinil, kar pač pričakujemo, ju nekako drugega k drugemu »prisaša«.

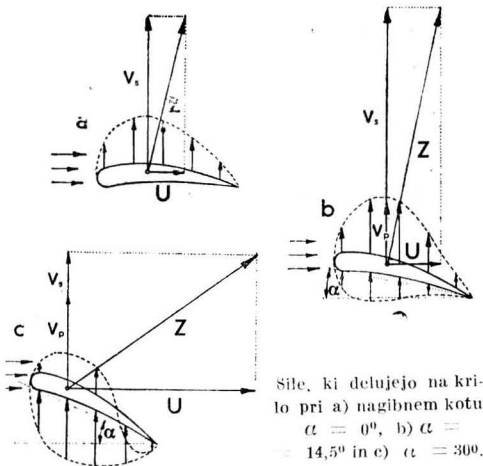
Če si ogledamo tokovnice «(to so črte, ki jih orišejo v toku »plavajoč« delci), ki jih povzroči zračni tok ob krilu (glej sliko!)



Od tokovnic »obkroženi« profil letalskega krila.

zlahka ugotovimo, da se zračni tok nad vzbočenim krilom stisne ali zgosti prav tako kakor tok med listoma. Iz meritve dinamičnega vzgona krila V (in iz prejšnjega poskusa z razglednicama) sledi: Nad krilom, kjer se zračni tok zgosti in kjer odteka zrak z večjo hitrostjo, nastane podpritisek, ki ga imenujemo srk. Srk »prisesa« letalsko krilo v smeri, ki je pravokotna na smer zračnega toka in je usmerjeno od krila proti zgoščenim tokovnicam.

Sila srka povzroči, da letalo tedaj, ko oklepa spodnja ploskev krila z vodoravno smerjo kote 0° ali pa celo $-1^\circ, -2^\circ, -3^\circ, -4^\circ$ (ko so torej nagibni koti krila 0° do -5°), ne pade na tla. Kajti v vseh teh primerih ga nosi v zraku zaradi srka nastali dinamični vzgon. (Glej sliko, označeno s črko a! Na tej sliki označujejo srk vertikalne puščice.) V

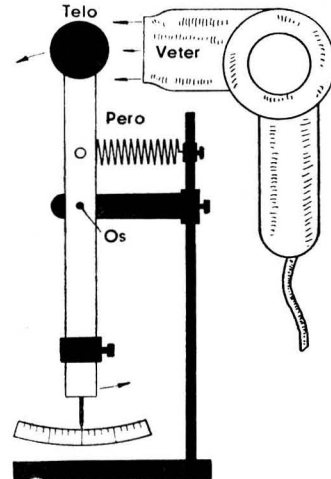


primeru pa, ko oklepa krilo z vodoravno smerjo kot $\alpha = 15^\circ$, se srku nad krilom (glej puščice na sliki b!) pridruži še sila pri-

tiska pod krilom (glej puščice spodaj!). Celoten dinamičen vzgon, ki prijema v težišču krila, je zdaj sestavljen iz vzgona V_p , ki ga povzroča pritisk zračnega toka na spodnjo stran krila in vzgona V_s , ki ga povzroča na zgornji strani krila nastali srk. Iz slike c, kjer so narisane sile pri nagibnem kotu krila $\alpha = 30^\circ$, spoznaš, zakaj se v tem primeru dinamični vzgon krila ($V_p + V_s$) zelo zmanjša, upor krila U pa izredno zveča. Ko bi hoteli pri tako velikem nagibnem kotu obdržati letalo v vodoravnem letu, bi potrebovali izredno močno vlečno (ali potisno) silo. Poskusi in meritve nas torej uče:

Dinamični vzgon krila je rezultanta nadpritiska na spodnjo ploskev in podpritiska na zgornjo ploskev krila. Zaradi srka nastali podpritisek je pri majhnih nagibnih kotih krila glavna komponenta dinamičnega vzgona krila. Dinamični vzgon doseže pri »kritičnih« nagibnih kotih blizu 15° največjo vrednost.

zračni upor (glej tudi »aerodinamična oblika teles, »letalski vijak« in »vzgon«!). Kadar premikamo telo v mirujoči tekočini ali plinu, zaznamo, da telo sredstvo med gibanjem odriva. Za to odrivanje je potrebna sila, ki jo imenujemo upor sredstva. Podobne razmere ugotovimo tudi tedaj, ko »obliva« mirujoče telo tekočinski ali plinski tok. Tudi zdaj odrivajo gibajoči se delci tekočine ali plina telo z določeno silo, ki jo imenujemo upor tekočine ali plina. Ker je v letalstvu zlasti važen upor zraka (in le pri vodnih letalih tudi upor vode), ga hočemo na kratko pojasniti.



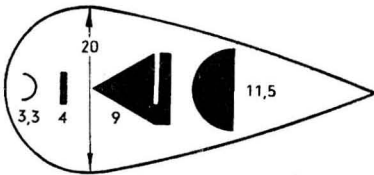
Priprava za merjenje zračnega upora.

Če enakomerno in vzdržema pihamo proti različno oblikovanim telesom z enakimi čelnimi ploskvami (glej sliko!) ter s primer-

nim silomerom izmerimo nastali zračni upor (gl. sl. na str. 62 spodaj!), zlahka ugotovimo, da zavisi zračni upor (pri drugače nespremenjenih pogojih) od oblike telesa. Podrobne meritve nam n. pr. pokažejo, da odriva enak zračni tok votlo polkroglo s 24-krat, ravno krožno ploskev z 20-krat in kroglo z devetkrat večjo silo nego aerodinamično oblikovano telo (glej sliko spredaj in napise ob prerezihi!).



Kako se spreminja zračni upor z obliko telesa, nam pokaže slika petih teles v prerezu, ki imajo sicer različno čelno ploskev toda enak zračni upor (slika!).



Prerezi skozi votlo polkroglo, okroglo ploščo, s stožcem spojen nizak valj, polno polkroglo in aerodinamično oblikovanim telesom. Upor sredstva teh teles z različni čelno ploskvijo je isti. Števila ob strani teles ti povedo premer čelnih ploskev.

Ker se pri istem telesu zračni upor poveča 4-krat, 9-krat, 16-krat, če se hitrost zračnega toka podvoji, potroji ali počtetveri, spoznamo, da ni zavisen zračni pritisk le od oblike telesa in od čelne ploskve, temveč tudi od kvadratne hitrosti, s katero se ali v mirujočem

sredstvu giblje telo ali pri mirujočem telesu giblje sredstvo (= zrak).

Označimo zračni upor z R (v kg^*), hitrost zračnega toka z v (v m/sec) in čelno ploskev s \check{C} (v m^2), potem velja:

$$R = K \cdot v^2 \cdot \check{C}$$

kjer je K stalnica, ki ima sledeče vrednosti:

za tanko krožno ploskev	0,08
za votlo polkroglo, ki se giblje v smeri zbokline	0,02
za votlo polkroglo, ki se giblje v smeri vdrtine	0,08
za kroglo	0,01
za trup letala	0,02
za »aerodinamično obliko telesa«	0,003

V letalski fiziki po navadi ne računamo s stalnico K , temveč s stalnico C_R , ki jo dobimo iz obrazca:

$$K = C_R \cdot \frac{g}{2}$$

kjer je g gostota zraka.

Če hočemo izračunati n. pr. čelno ploskev \check{C} padala (z obliko polkrogle, ki se giblje v smeri vdrtine) za primer, ko pade z njim 70 kg^* težak padalec s hitrostjo $v = 6$ m/sec , dobimo:

$$70 = 0,08 \cdot 6^2 \cdot \check{C} \text{ in odtod}$$

$$\check{C} = \frac{70}{0,08 \cdot 36} = 25 \text{ m}^2.$$

Če izračunamo zdaj še premer padala s 25 m^2 veliko čelno ploskvijo, dobimo zanj vrednost 5,64 metra.

Največja doslej grajena padala s premerom 12 m (in $\check{C} = 113 \text{ m}^2$) spuste varno na tla 450 kg^* težka bremena (pri $v = 7$ m/sec).

zrakoplov (balon) na topli zrak 5 s

Ž

življenjska doba potniških letal 30
Žukovskij N. E. 18

K A Z A L O

	Stran
Predgovor	3
Sodobno letalstvo in njegov razvoj	5
Od rakete do reakcijskega motorja	33
Kratek uvod v letalsko tipologijo	41
Slovarček važnejših pojmov in stvarno kazalo	51

