

Brodovi na zračnom jastuku

Sve više se u zadnje vrijeme u inozemnoj štampi susreću vijesti o gradnji i svestranom ispitivanju novog tipa brodova — na »zračni jastuk«.

Brodovi na zračnom jastuku, poznati također pod nazivom »lebdilice«, rapidno su napredovali od dana kada je prvi takav brod »uzletio« iznad tla 1. juna 1959. To je bilo u Velikoj Britaniji. Od samog eksperimentalnog stadija utvrđivanja principa zračnog jastuka ovaj pokušaj je toliko evoluirao da su već prvi brodovi bili proizvedeni u komercijalne pa i vojne svrhe. Tako nagli razvoj uglavnom je bio rezultat također naglog prodora i promjene konstrukcione tehnologije koja je unijela revolucionarni napredak u ispitivanju broda na zračni jastuk.

Princip broda na zračni jastuk jednostavan je i sastoji se u tome što se ispod njegova dna stvara (nabija) zrak visokog pritiska. Tako stvoreni zračni jastuk ovičen je površinom vode ili zemlje, brodskim dnom, specijalnim zračnim omotačem (zavjesom) uzduž njegova parametra i bokova, a po krmi i pramcu pokretnim pregradama. Kod većine takvih brodova ono se ostvaruje vijcima specijalno konstruiranim u tu svrhu. Brod se podiže pomoću vijaka ili visećih motora s vijcima. Takvi su brodovi neobično brzi, a mogu se kretati po vodi i kopnu, blatnjavom terenu, plitkim i presušanim rijekama, snijegu i ledu. Za njihov ukrcaj i iskrcaj kao i sidrenje može se odabrati ma koje mjesto na kopnu, u neizgrađenim lukama i na većoj udaljenosti od vodene površine. Kako brodovi na zračni jastuk mogu stajati na obali, njihovi trupovi su ujedno lišeni morskog obraštaja, a u izvjesnom smislu čak i od korozije.

No pored svojih prednosti, oni imaju i slabe strane: Dosta prskaju vodu, prilikom podizanja i kretanja manjim brzinama smanjuje im se manevarska sposobnost; buka motora i ventilatora je prilično velika. Međutim danas se već uvelike radi po raznim svjetskim institutima i naučnim centrima da se taj problem riješi. Poseban interes za ovakve brodove pokazuju vojne ustanove mnogih zemalja.

Zadržavajući svoj primat na polju proučavanja i konstruiranja ovih brodova, britanska je industrija lebdećih brodova kroz nekoliko proteklih godina izvršila neznatne modifikacije koje su omogućile znatno smanjenje pogonskih zahtjeva uz odgovarajuće uštede u kapitalnoj cijeni, zatim povećanje nosivosti za tri puta i smanjenje operativnih troškova za više od 75%.

Ovo poboljšanje u samoj izvedbi i u ekonomskoj računici bilo je postignuto jedino dodavanjem fleksibilnog platnenog omotača uokolo perifernog dijela broda da bi se zadržao zračni jastuk i povećao pritisak zraka. Rezultat toga je povećanje visine lebdenja za faktor 10 bez dodavanja sile ili smanjenje od 60% potrebne sile u sistemu dizanja.

Prve lebdilice su koristile periferni omotač kako bi se povećao pritisak zračnog sloja i time održala njihova težina. Pritisak zračnog jastuka i prema tome visina lebdenja bili su ograničeni činjenicom kako ugraditi i šta će podupirati ovaj zračni omotač kao i spoznajom da njihov volumen stalno opada uslijed gubitaka koji prate kretanje prema naprijed. Primjenom dvostrukog omotača, koji prenosi i sadržava pritisak zraka, dejstvo se toliko poboljšalo da su se mogle upotrijebiti daleko veće količine snage za propulziju podizanja.

Za propulziju i manevar mnogi lebdeći brodovi sada koriste propelere avionskog tipa ili rastezljive lepeze različitog nagiba (uključujući i stražnje na najsavršenijim brodovima na zračni jastuk), imaju aerodinamičnu površinu, zatim bočno kormilo i visinsko kormilo. Uvođenjem fleksibilnog omotača također se dobija jak kontrolni faktor u manevru podizanja pojedinih dijelova. Ovo uzrokuje da se lebdeći brod naginje i kreće u pravcu kretanja omotača a naročito je efikasno pri malim brzinama i lebdenju. Korisno je i kao sredstvo za trimovanje za dugotrajan »letenje« uz poprečni vjetar.

Kao jedno od vodećih britanskih konstrukcionih poduzeća i autora nekoliko modela omotača — Westland Aircraft je izjavilo da bez omotača lebdeći brodovi ne bi

napredovali dalje od stupnja zanimljive zamisli. A ova bi zamisao imala vrlo ograničenu praktičnu primjenu.

Prije uvođenja fleksibilnog omotača povećanje visine lebdenja bi se bilo moglo postići samo uz ogromno povećanje veličine broda, dok je sada moguće predskazati oceanske brodove koji će težiti samo 200 tona sa 10 do 15 stopa dubine omotača.

Prvi brod na zračni jastuk — »Hoverkraft SRN-1« — izrađen je u V. Britaniji 1959. godine, a već 1962. »Hovercraft SRN-2«. Ovaj posljednji je dug 18,5 m, širok 9 m, težak oko 30 tona; visina lebdenja je 0,3—0,4 m, a razvija brzinu do 70 čvorova. Nosivost mu je 10 tona ili 70 putnika. Pogonski uređaj se sastoji od četiri plinske turbine »Blackborn Nimbus« A-129 od po 815 SK svaka.

Zrak za stvaranje »jastuka« sabija se dvama vertikalno postavljenim ventilatorima. Dva zračna vijka s reguliranim brojem okretaja, postavljena na pokretnim stupovima, omogućavaju brodu kretanje. Manevriranje se vrši zračnim kormilom i nagibom stupova zračnih vijaka. Trup »SRN-2« izrađen je od aluminijske legure.

Godine 1964. Komisiji za ispitivanje brodova na zračni jastuk Britanskog admiralteta bio je predan eksperimentalni brod »Hovercraft SRN-3«. Svojstva ovog tipa lebdilice bolja su od prethodnih, mada je i ovoj konstrukcija ista kao i »SRN-2«. Za osiguranje najbolje plovnosti i otpornosti u dnu broda postoji komora plovnosti razdijeljena na 15 vodonepropusnih odjeljaka sa sistemom ventilacije i sušenja. U nekim od tih odjeljaka smješteni su tankovi za gorivo avionskog tipa. Da bi se mogao kretati po kopnu, brod ima tri kotača (dva na pramcu i jedan na krmi) pričvršćena uz komore plovnosti. Između donje i natkrite gornje palube nalazi se prijemnik sistema za stvaranje zračnog jastuka. Iznad gornje palube je prostor za putnike, teret, odjelci za pogonski uređaj te pramčani i krmeni prostori. Brod je snabdjeven fleksibilnim omotačem koji se za vrijeme lebdenja i kretanja ispuni zrakom iz zračnog jastuka, a prilikom spuštanja na vodu ili kopno automatski se sklopi.

Pogonski uređaj se sastoji od 4 plinske turbine »Gnom« firme »Bristol Siddley« od po 1050 KS svaka, koje su smještene na postoljima krmenog dijela nadgrađa i spojene agregatima. Zračni jastuk se stvara od zraka koji dva centrifugalna 12-krilna ventilatora (dijametra 3,8 m) tjeraju u prijemnik, a odatle kroz sapnice pod dno broda. Ventilatori se nalaze u prijemniku dijametralno smješteni jedan na krmi a drugi na pramcu. Brod se kreće i mijenja kurs dvama četverokrillnim zračnim vijcima dijametra 3,2 m sa reguliranim brojem okretaja. Bočno okretanje omogućavaju vijci koji se nalaze na pomoćnim stupovima.

Zračni vijci i ventilatori sačinjavaju jedinstveni uređaj koji napaja pripadajući agregat plinsko-turbinskog pokretača: pramčani uređaj od agregata s lijevog, a krmeni desnog boka. Vijci i ventilatori se vrte pomoću glavnog reduktora preko prenosnika koji je smješten na kotrljajućim ležajima.



Lebdilica sa elastičnim omotačem

Da bi se omogućio rad uljnim pumpama, hidrauličnom i rashladnom uređaju, dio energije dolazi od glavnih reduktora.

U pramčanom dijelu mašinskog odjeljenja na svakom boku u specijalnim od vatre zaštićenim komorama smještene su dvije plinske turbine »Rover 2S/150« snage 15 KS. Preko pomoćnog reduktora i prenosnika svaka od njih okreće hidrauličnu pumpu i elektrogenerator od 12 V. Specijalni prenosnik predaje dio energije visećem krmcno-vijčanom sistemu.

Brodom »SRN-3« upravlja se s komandnog mosta pomoću bočnih fiksiranih stabilizatora pokretanjem samih stabilizatora, zračnih kormila, vijaka s reguliranim brojem okretaja i stupovima. Trup »SRN-3« je od aluminijske legure pleksiglasa i drva, što na neki način posadu i putnike štiti od zvučnih smetnji i vlage. No na probnim vožnjama ustanovljen je jedan nedostatak — jaki šum glavnih plinsko-turbinskih uređaja i ventilatora.

Na temelju iskustva i proučavanja ovih brodova izgrađen je trajekt na principu zračnog jastuka — »SRN-4« — za prijevoz preko La Manchea. Trajekt je dug 39 m, širok 25,3 m, visok 12,3 m, deplasmana 150—160 tona, nosivost 60—70 tona, normalna zaliha goriva 10 tona, brzina po mirnom moru 77 čvorova, radijus kretanja 190 milja, snaga pogonskog uređaja 4×3400 KS cijena koštanja 1,15 milijuna funti sterlinga. Za stvaranje zračnog jastuka i povećanje visine lebdenja, brod je opremljen elastičnim omotačem visine 2,4 m. Dimenzije »SRN-4« odabrane su za pomorske prilike koje vladaju u Kanalu. Ovaj trajekt će se moći kretati brzinom od 65—70 čvorova po valovima od 1,2—1,5 m visine, 45—50 čvorova po valovima od 1,8—2,4 m, a 15—20 čvorova po valovima od 4 m visine. Ima četiri autonomna ventilatorsko-vijčana sistema sa zajedničkim prenosnikom iz 4 plinske turbine. Za snabdjevanje broda elektroenergijom, postoje dva plinsko-turbinska generatora »Rover 2S/150«.

Ispred ventilatorskih odjeljenja nalaze se putničke kabine, a na pramčanom dijelu nadgrađa komandni most. Središnji dio nadgrađa zauzima prostor za prijenos automobila i ostalog tereta.

U posljednje vrijeme konstruira se novi tip broda na zračni jastuk »SRN-5« koji može razviti brzinu do 70 čvorova pri visini lebdenja do 1,2 m.

U Velikoj Britaniji konstruirana su tri broda na zračni jastuk tipa »D-2«, predviđeni za prijevoz 70 putnika. Pogonski uređaj im sačinjavaju 4 diesel motora »Katerpillar«: dva snage po 270 KS i dva po 180 KS, čiji je broj okretaja 2200 u minuti. Prvi pokreću dva krmena vijčana agregata, a drugi osam centrifugalnih ventilatora za stvaranje zračnog jastuka. Pored ovih, u V. Britaniji se gradi veći broj drugih brodova na ovom principu.

U Americi najveći interes za brodove ovog tipa pokazuju vojne ustanove. Tako je pri Ministarstvu rata SAD osnovan specijalni komitet koji koordinira s mnogim tehničkim i naučnim institucijama koje proučavaju i projektiraju brodove na zračni jastuk za njihovo eventualno korištenje u vojne svrhe. Tako su još 1963. godine vršeni pokusi na jednom od njih da bi se ustanovilo koliko ti tipovi brodova odgovaraju kao ratni brodovi specijalnih namjera. Taj brod — »SKMR-1« — dug je 20 m, širok 8,24 m, visok 7,17 deplasman mu je 20,4 t, nosivost 4,5 tone, brzina 70 čv. Snaga pogonskog uređaja 4×1080 KS, radijus kretanja 280 milja, površina zračnog jastuka 114 m^2 i visina lebdenja 0,457 m. U cilju što bolje plonosti, trup mu je podijeljen na 4 dijela. Zrak za stvaranje jastuka tjeraju četiri ventilatora dijametra 1,98 m koji proizvode $125 \text{ m}^3/\text{sek}$ pod pritiskom od 460 atmosfera.

Brod se kreće pomoću dva trokrilna vijka s reguliranim brojem okretaja. Ti se vijci nalaze na naglancima iza kojih su smještene zračna kormila. Na svakom boku nalaze se po dva ventilatora: jedan na pramcu, drugi na krmi. Zajedno s vijcima sačinjavaju pogonski uređaj. Kao prenosnik svakog bočnog pogonskog uređaja služe dva plinsko-turbinska motora jačine od 1080 KS smještena u pramčanom i krmenom dijelu. Brodom kao i svim mehanizmima na njemu upravlja se s komandnog mosta pomoću dvojnog sistema avionskog tipa. Brzina broda podešava se zračnim vijcima, dok se na nevrira posredstvom zračnih kormila i promjenom broja okretaja zračnih vijaka.

Osim brodova »SKMR-1« u Americi je sagrađeno više od tridesetak sličnih brodova i aparata.

Radovi na izgradnji brodova na zračni jastuk evidentni su i u drugim zemljama. Tako se u Japanu ispituje brod tipa »Karabo«, dok su Švedani još 1963. god. ispitivali brod »Saab-401«.

Slične brodove na ovom principu imaju već Švicarci, Finci, Francuzi i SSSR.