

Ni najnovija ispitivanja (Eberl, 1962) nisu izmijenila dosadašnju nepovoljnu sliku o mogućnostima za briketiranje naših ugljena.

**Briketiranje drugih industrijskih sirovina i produkata.** U poređenju s briketiranjem ugljena, briketiranje je drugih rudarsko-industrijskih sirovina beznačajno. Najviše je radeno na briketiranju željeznih ruda, naročito relativno plastičnog limonita. Razrađeno je, uglavnom laboratorijski, mnogo postupaka, za rad bez veziva kao i za rad s organskim i anorganskim vezivima. Za postupke bez veziva dolaze u obzir rude s glinastim sastojcima koji služe kao vezivno sredstvo, uz primjenu pritiska od 75 do 200 i više at. U Švedskoj se briketira sitan magnetitski koncentrat po postupku Gröndal. Procesi s organskim vezivom (smola, katran i dr.) imaju samo historijsko značenje. Od anorganskih veziva upotrebljavaju se silikati (vodeno staklo, silikatna troska), karbonati i željezni cement. Međutim, svi ti postupci imaju krupne nedostatke. Tako briketiranje bez veziva iziskuje naknadnu termičku obradu u tunnelskim pećima, a u ostalim postupcima tehnološka se vrijednost sirovine snižava dodavanjem veziva koje sadržava nepoželjne ili čak i štetne sastojke kao što su  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  i drugi.

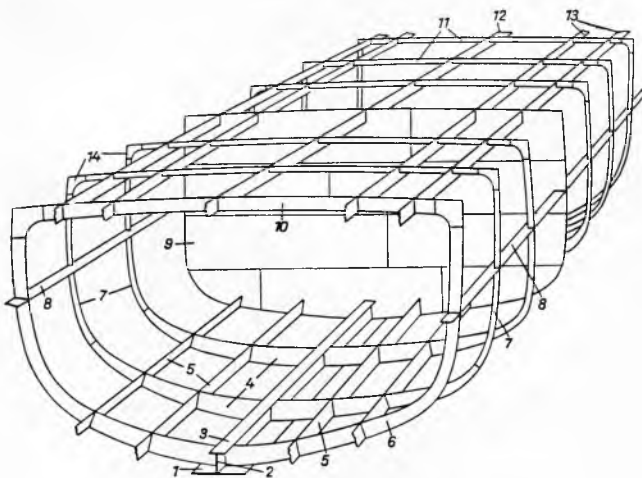
**Tabletiranje** se principijelno ne razlikuje od briketiranja u užem smislu. Glavna je razlika u veličini i broju produkata. Tabletirira se uglavnom bez veziva, ali ponekad se dodaje neka inertna supstancija, npr. skrob ili šećer, radi pojačanja čvrstoće tablete.

LIT.: K. Kegel, Briкетierung der Braunkohle, Halle (Saale) 1948. — O. Werner, Leitfaden der Brennstoff-Briкетierung, Stuttgart 1953. — И. Д. Ремесников, Вопросы теории брикетирования бурных углей, Москва 1955. — A. Lissner i A. Thau, Die Chemie der Braunkohle, Bd. 1, 3. Aufl., Halle (Saale) 1956. — P. Я. Вебер, Брикетирование торфа, Москва-Ленинград 1957. — Der deutsche Steinkohlenbergbau, Bd. III, Briкетierung der Steinkohle, Essen 1958. — E. Rammler i H.-J. v. Alberti, Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung, Leipzig 1962. — H. H. Lowry, ed., Chemistry of coal utilization, Suppl. vol., New York-London 1963.

R. Marušić

**BROD**, plovno sredstvo koje služi za prijevoz robe i putnika (teretni i putnički brodovi), za ribolov (ribarski brodovi), za vojne operacije na vodama (ratni brodovi), za vršenje specijalnih poslova na moru i rijekama (brodovi za polaganje kabela, gliboderi, istraživački brodovi itd.) i za obavljanje raznih zadataka u vezi s plovidbom (tegljači, ledolomci itd.). Po pravilu brodom se smatraju samo veći plovni objekti, a manji se nazivaju čamcima. Za razliku od splavi, brod, kao i čamac, ima koristan oblik koji mu daje uzgon potreban da bi plutao na vodi.

Trup broda se sastoji od skeleta prevučenog oplatom. Skelet i oplata daju trupu potrebnu čvrstoću, a oplata osim toga osigurava nepropusnost trupa. Skelet trupa je prostorna rešetkasta konstrukcija koja je na drvenim brodovima sastavljena od drvenih gređa, a na čeličnim brodovima od čeličnih profila i traka (sl. 1).

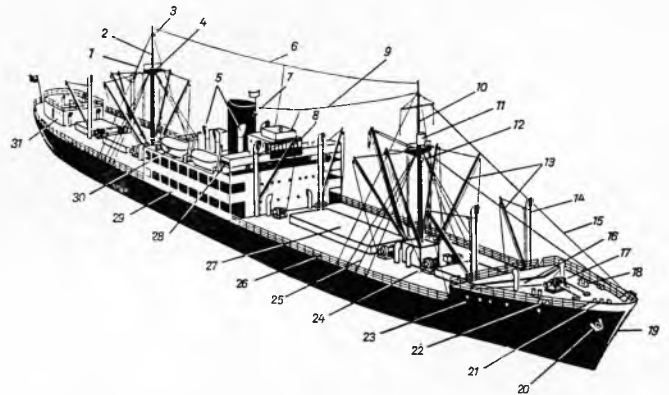


Sl. 1. Skelet čeličnog broda. 1 kobilica, 2 vertikalni lim centralnog pasma, 3 horizontalni lim centralnog pasma, 4 rebrenica, 5 bočno pasmo, 6 okvorno rebro, 7 rebro, 8 bočna proveza, 9 poprečna pregrada, 10 sponja okvirnog rebra, 11 sponja, 12 centralna palubna proveza, 13 bočna palubna proveza, 14 koljeno

Glavni uzdužni elementi skeleta jesu: centralni uzdužni nosači koji se proteže čitavom dužinom broda na samom dnu trupa a sastavljen je od horizontalne kobilice i na nju okomito postavljene hrptenice ili pasma; uzdužna rebra na dnu i bokovima broda; proveze, uzdužni nosači koji na bokovima broda povezuju poprečna

rebra; bočne hrptenice ili bočna pasma, uzdužne grede umetnute na dnu broda između poprečnih rebara; podveze, uzdužne grede postavljene ispod palube da je ukrute i pojačaju. Poprečni elementi skeleta jesu: poprečna rebra; rebrenice, poprečni visoki nosači postavljeni na rebra na dnu broda; sponje, poprečne horizontalne grede kojima su lijevi i desni krak poprečnih rebara povezani na određenim visinama i koje ujedno služe kao nosači palube. Na krajevima trupa skelet završava statvama: pramčanom statvom na pramcu (prednjem kraju broda) i krmenom statvom na krmi (stražnjem kraju broda). Statve su u stvari nastavci kobilice i izdižu se koso ili okomito od dna broda do najgornje palube. Krmena statva ima poseban oblik radi smještaja propelera i kormila.

Oplatu broda tvore na drvenim brodovima *platinice*, drvene daske na odgovarajući način svinute, a na čeličnim brodovima čelične ploče, spojene zakivanjem ili zavarivanjem u uzdužne pojase, tzv. *vojeve*. Radi zaštite od korozije i da se spriječi obraštanje



Sl. 2. Nadvodni dio broda. 1 zaputka, 2 krmeni jarbol, 3 jarbolno svjetlo, 4 jaram jarbola, 5 vjetrolovke, 6 radio-antena, 7 radarska antena, 8 kormilarnica, 9 signalna uzica, 10 pramčani jarbol, 11 koš, 12 prednje jarbolno svjetlo, 13 samarice, 14 stupna vjetrolovka sa samaricom, 15 leto, 16 valobran, 17 sidreno vitlo, 18 bitva, 19 pramčana statva, 20 sidro, 21 zjevača s valjkom, 22 obična zjevača, 23 okno, 24 teretno vitlo, 25 pripونا jarbola, 26 rešetkasta ograda palube, 27 grotlo skladišta, 28 bočno svjetlo, 29 ograda nadgrada, 30 čamac za spasavanje, 31 palubna kućica

oplate algamma i školjkama, oplata je oličena posebnim premazima. Na oplati su na pramcu i na krmi ucrtane *zagaznice*, skale na kojima se može očitati *gaz* broda, tj. dubina do koje je zaronjen (do koje *gazi*); na sredini broda na oplati su nacrtane oznake maksimalnog gaza odn. minimalnog *nadvođa* (visine izronjenog dijela broda) prema međunarodnim propisima.

Unutrašnjost broskog trupa je podijeljena po visini *palubama* a po dužini poprečnim *pregradama*. Palube i pregrade osim što dijele brod na pojedine prostore, ujedno i povećavaju čvrstoću trupa a u slučaju prodora vode sprečavaju da voda naplavi čitavu unutrašnjost trupa. Prostorije u broskom trupu služe za smještaj tereta, putnika, brodskih pogonskih strojeva, goriva, slatke vode, hrane i balasta. U brodske skladište se teret krca kroz *grotlo*, otvor na najgornjoj palubi.

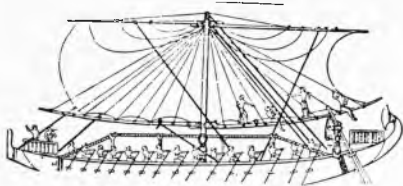
Na najgornjoj palubi se redovito nalaze *nadgradnje* i jedan dio brodske opreme (sl. 2). Kad nadgradnje sežu od boka do boka broda zovu se *nadgrada*, a kad im je širina manja od širine broda zovu se *palubne kućice*. U nadgradima su smještene stambene kabine i pomoćne prostorije neophodne za normalno odvijanje života na brodu, kao blagovaonice, saloni, kuhinje, bolnice itd. Na najvišem nadgradu nalazi se komandni most sa kormilarnicom. U kormilarnici su smješteni svi komandni uređaji za upravljanje brodom. Uz kormilarnicu je nautička kabina ili kabina za karte, gdje se na pomorskim kartama određuje i provjerava položaj i kurs broda. I brodska radio-stanica redovito se nalazi u blizini kormilarnice.

U *strojarnici* u trupu broda smješten je uređaj za pogon broda. Taj se uređaj sastoji od glavnog pogonskog stroja, od pomoćnih strojeva neophodnih za rad glavnog stroja i energetskih postrojenja potrebnih brodu. Strojarnica je duboko u trupu broda; da bi se prilikom popravka mogli iznijeti pojedini dijelovi strojeva i da bi strojarnica bila osvjetljena prirodnim svjetlom, od strojarnice do najgornje palube vodi okomito okno zvano *vidnik* ili *svjetlarnik*.

Na palubi se nalaze jarboli, različita vitla, vjetrolovke (ulazi zraka u brodski ventilacijski sistem), čamci za spasavanje i oprema za privez broda. Nekad su jarboli imali vrlo važnu funkciju jer su nosili jedra; danas služe kao nosači brodskih dizalica-samarica, antena za radio i radar, zastava i signala. Drveni brodovi imali su redovito za nošenje jedara i na pramcu kosu gredu zvanu *kosnik*. Na pramcu broda je *sidreno vitlo* za dizanje i spuštanje sidara, uz jarbole sa samaricama su *teretna vitla* za ukrcavanje i iskrcavanje tereta a na krmi može postojati posebno *privezno vitlo* kojim se prilikom pristajanja priteže brod uz obalu.

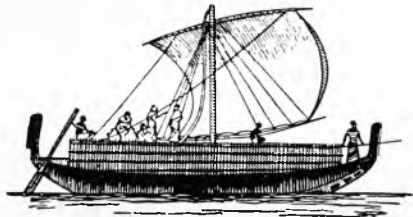
Može se pretpostaviti da su već u kameno doba postojali relativno dobro izgrađeni brodovi.

Egipatski brodovi su prema raspoloživim podacima imali pogon na vesla i na jedra. Čini se da su 3000 godina prije naše ere Egipćani davali prednost jedrima, a 1000 godina kasnije veslima. Egipćani su za prijevoz obeliska gradili



Sl. 3. Egipatski brod na Crvenom moru, oko ← 1350

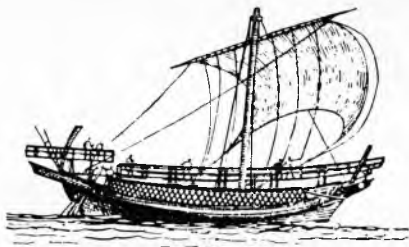
duge i uske brodove male uzdužne čvrstoće, koji su zadovoljavali za saobraćaj mirnim nilskim vodama između Aswana i Luxora. Na morskim brodovima, gdje je uzdužna čvrstoća bila važna, oni su napinjali konop s pramca na krmi i tako umetali clemenat potreban za povećanje uzdužne čvrstoće (sl. 3).



Sl. 4. Fenički trgovački brod iz ← 800

Fenički brodovi su bili građeni za more. Radi uzdužne čvrstoće bili su kraći i viši nego egipatski brodovi (sl. 4). Odnos dužine i širine bio je 1:3 do 1:4.

Grci su gradili široke i obale trgovačke brodove na pogon jedrima (sl. 5) i niske ratne brodove na pogon veslima (trijere). Prve grčke trijere su imale vrlo



Sl. 5. Grčki trgovački brod iz ← 700

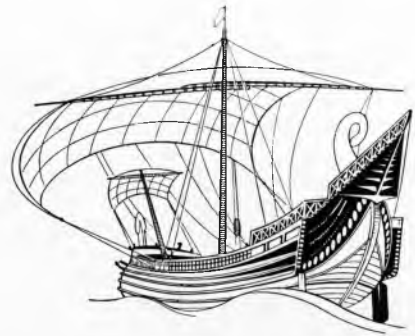
slabu i laganu konstrukciju, pa su se lako potapale. Tokom vremena trijera je usavršena a njena konstrukcija pojačana, tako da je to postao jedan od najboljih ratnih brodova na vesla (sl. 6). Trijere su imale dužinu ~ 42 m, širinu ~ 5,8 m, gazile su ~ 1,8 m.

Rimljani su se naučili graditi brodove od Grka, a uveli su tri novosti: kosnik ispod koga se nalazi razapeto malo križno jedro, ubralje (užeta koja skupljaju jedra i dižu ih do križa) na glavnom jedru i malo trokutno vršno jedro (jedro na vrhu jarbola). Trup broda povećavaju i proširuju, a oko početka naše



Sl. 6. Grčka triera iz ← 500

ere proširuju, povisuju i produžuju krmi izvan broda (u šiljak, sl. 7). Trirema, rimski ratni brod, nije se razlikovao od grčke i kartaske trijere. Pretpostavlja se da se na triremama veslalo s tri reda vesala. Na krmi su bila dva oveća vesla za kormilarjenje.



Sl. 7. Rimski trgovački brod iz početka naše ere

Obitavaoci otoka Isse (Visa) oko 500 godina prije naše ere gradili su obale brodove i s jednim križnim jedrom i veslima (sl. 8). Taj brod se je razvio iz grčkog teškog teretnog broda, a odlikovao se je čvrstom konstrukcijom i dobrim držanjem na vjetru.



Sl. 8. Trgovački brod Isse, oko ← 500

Ilirsko pleme Liburni, koji su obitali kvarnerske obale, imali su još u ← VIII st. dobro razvijenu brodogradnju. Gradili su najbolje brodove svog vremena, ali o obliku i veličini tih brodova nema nikakvih podataka.

Hrvati već na prijelazu iz VI u VII stoljeće plove Jadranom. Trgovački brodovi X st. imali su 2 pa i 3 jarbola (sl. 9). Glavno jedro je bilo križno, pramčano i krmeno bilo je latinsko. Hrvati su također upotrebljavali čvrste male brodove na vesla s pomoćnim jedrima.



Sl. 9. Hrvatski trgovački brod iz X st.

Vikinzi, kao nasljednici Suiona, usavršili su njihove brodove na vesla i koristili se jedrima. Vikinški brodovi su vitki i lijepi, pogodni za plovidbu u teškim prilikama sjevernog Atlantika. Trgovački brodovi su bili dugi do 25 m, a plovili su samo na jedra. Brzina im je bila i preko 12 čvorova. Vikinzi su na takvim brodovima prešli Atlantik i doprli do kopna Novog svijeta 5 stoljeća prije Kolumba. Ratni brodovi su imali i jedra i vesla, a dužina im je bila do 45 m (sl. 10). Vikinzi su prvi primijenili preklonpu gradnju oplate i upotrijebili bakrene zakivke.

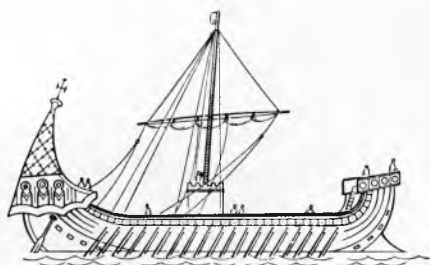
Kad je poslije prodora barbarskih plemena do Sredozemlja pomorski život Zapada za neko vrijeme zamro, pomorstvo se održalo i dalje razvijalo u Bizantu. Iz srednjeg vijeka poznati su bizantski »dromoni« (sl. 11), koji su isprva bili trgovački brodovi, a kasnije se razvili u ratne (dužina ~ 40, širina ~ 7, visina ~ 5 m). Za njihov pogon su služila samo vesla. Kao trgovački brod iz tog razdoblja poznat je »karab« (dužine ~ 30 m) po obliku dosta sličan dromonu, ali s dva jarbola i dva križna jedra, a bez vesala.

Nave su trgovački brodovi Srednjeg vijeka s pogonom na jedra. Postojala su dva tipa nava: atlantski i sredozemni. Atlantske nave su nešto vitkije, katkada sa 3 ili 4 otvora za pomoćna vesla. Sredozemne su zdepaste, s gotovo kružnim oblicima na pramcu i krmi, i odnosom dužine i širine 3...4. Nave su se pretežno upotrebljavale sa promet između gradova na obalama Atlantika, ali su služile i

kao ratni brodovi. Ratnim navama su dograđivana čvrsta nadgrada na stupovima: kaštel na pramcu i kasar na krmi, a na dijelu vanjske oplata iznad vodne linije ugrađivala su se uzdužno-poprečna ukrepljenja (sl. 12). Početkom XIV st. počele



Sl. 10. Vikinški brod iz X st.



Sl. 14. Bizantski dromon

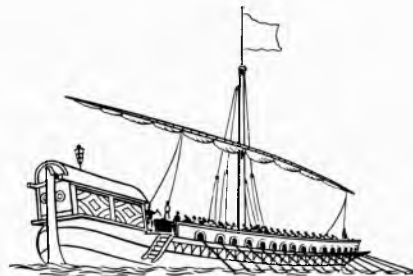
su se graditi velike ratne nave. To su bili teški i nezgrapni brodovi sa gusto postavljenim rebrima, a bez vanjskog ukrepljenja oplata. Za kormilarenje im je služilo plosno kormilo, koje je u to vrijeme izumljeno.



Sl. 12. Atlantska ratna nava Srednjeg vijeka

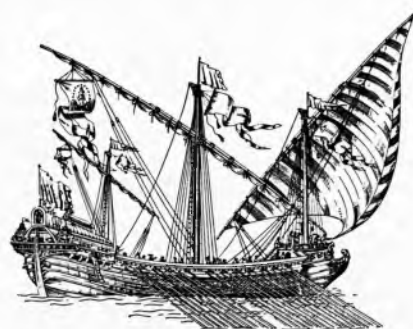
Za manje ratne operacije bile su nezgodne nezgrapne nave, pa su se počeli graditi manji brodovi, tzv. koke. Izgleda da su ih prvi počeli graditi Englezi još u XI st., a kasnije su se ti brodovi gradili i u Sredozemlju. Kaštel i kasar koke nisu bili postavljeni na stupovima, nego se vanjska oplata povisivala do gornje palube tih nadgrada. Karakterističan im je bio vrlo izdužen i izbačen pramac.

Galija je jedan od najinteresantnijih brodova; upotrebljava se od X do XVII stoljeća prvenstveno u Sredozemlju, ali ima podataka da su se njome služili i Englezi. Galije su imale podjednako dobru mogućnost za veslanje s povoljno razmjешtenim veslima kao i za jedrenje jedrom (sl. 13). To su bili vitki i uski brodovi (dužine ~ 47 m, širine ~ 6 m, visine ~ 2,90 m) koji su se razvili iz bizantskog dromona. U početku su galije imale samo jedno četverokutno križno jedro, a od početka XV st. građene su uvijek sa dva jarbola i velikim latinskim jedrima. Lantine, tj. vitke grede o koje su učvršćena jedra, bile su duge i do 30 m i vrlo teške, pa su jarboli morali biti naročito jaki. Raspored veslača na galiji bio je različit prema veličini i tipu galije. Na jednom veslu je moglo veslati od jednog do pet veslača, a vesla su bila postavljena u jednom do tri reda. Galije su bile brzo prihvaćene kao ratni brodovi. Imale su slabe topove pa su služile samo za borbu izbliza. S galije bi ratnici skakali (obično preko pramca) na neprijateljski brod. Pojavom visokih ratnih brodova s više paluba i više redova topova, galije su izgubile od svoje efikasnosti. Takvim ratnim brodovima nisu se galije mogle približiti, jer su ih oni topovskom



Sl. 13. Trgovačka galija iz XIII st.

vatrom prije onesposobili. Da se doskoči tom nedostatku, počeli su se graditi »galeasi« sa zatvorenom zaštitnom palubom i jačim topovskim naoružanjem (sl. 14). Galeasi su bili veći (dužine do 65 m), teži i sporiji od galija; s njima završava epoha ratnih brodova na vesla.



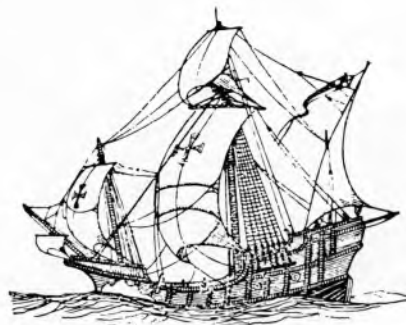
Sl. 14. Galeas iz XVII st.

Potkraj XIV odnosno na početku XV st. dubrovačka trgovačka mornarica se naglo razvija i zauzima jedno od vodećih mjesta u Sredozemlju. Imala je u XIV st. obale brodove na jedra, obično s dvije jake pasnice, a bez vertikalnih ukrepa izvana na trupu. Krma je obla, slična krmi drugih većih brodova tog vremena. Pramac je nešto vitkiji. Iz tog se tipa broda razvila poznata dubrovačka »karak« (sl. 15), velik brod s kaštelom i naglašenim kasarom. Između ta dva nadgrada, u pravilu dosta dugačka, bio je kratak zdenac u sredini broda. Veći brodovi su mogli krcati i do 1300 tona tereta.



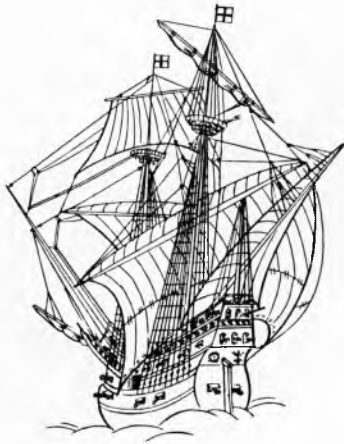
Sl. 15. Dubrovačka karaka iz početka XVI st.

Karavele su bile manji brodovi na jedra, koji su se počeli graditi još u V st., ali danas se tim imenom nazivaju brodovi XV i XVI st. s dva do četiri jarbola, visokih bokova i u pravilu bez naglašenog kaštela (sl. 16).



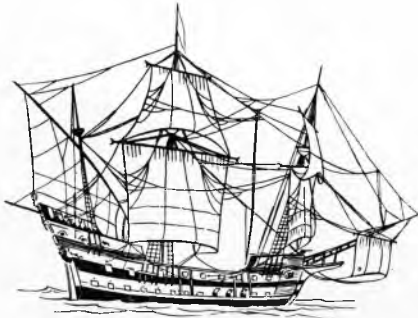
Sl. 16. Karavela krajem XV st. (Kolumbova »Santa Maria«)

Do kraja XV st. kao ratni brodovi upotrebljavali su se razni tipovi trgovačkih brodova podešeni za ratne svrhe. Početkom XVI st. počeli su se graditi specijalni ratni brodovi. Oblik krme odnosno krmenog kasara im se temeljito mijenja. Krmeni se kasar produžuje i dobiva više paluba na koje se smještaju topovi (sl. 17). Konstrukteri ratnih nava i galija htjeli su se koristiti prednostima svakog od tih brodova, pa su zato ti brodovi, makar građeni prema različitoj osnovnoj koncepciji, sličili jedan drugome toliko da ih je čak bilo teško na prvi pogled razlikovati. Iz tih konstrukcija razvili su se posebni tipovi ratnih brodova: galijuni i linijski brodovi.



Sl. 17. Engleski ratni brod iz 1545

Galijuni su se počeli graditi u XVI st. Bili su naoružani trima redovima topova, postavljenih duž oba boka. Na pramcu im se glavna paluba produžavala rilom. Krma im je bila prilično uska (sl. 18). Linijski brodovi su se razvili iz galijuna. To su bili veliki i visoki brodovi, naoružani sa do 120 topova, a broj



Sl. 18. Galijun iz XVI st.

posade se penjao i do 700 ljudi. Bili su pomalo nezgrapni i nespretni, sa mnogo ukrasa, naročito na visokom krmenom zrcalu (sl. 19). Ponekad su vladari, radi prestiža, gradili vrlo velike linijske brodove, potpuno nepodesne za manevriranje i bez dovoljnog stabiliteta. Međutim, osim tih iznimaka, linijski brodovi su imali relativno dobra pomorska svojstva, i uz manje izmjene i usavršavanja održali su se preko 300 godina, sve do sredine XIX st.

U eskadrama linijskih brodova bile su potrebne i manje jedinice za prenošenje izvještaja i zapovijedi. (Signalni kodeks primijenjen je tek potkraj prve

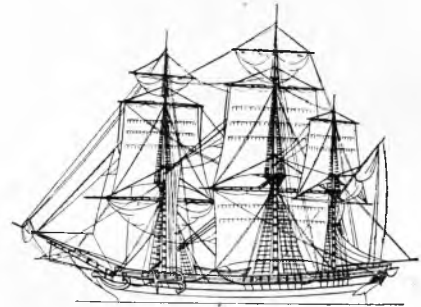


Sl. 19. Francuski linijski brod »Soleil Royal« iz 1653



Sl. 20. Brigantina

polovice XVII st.) Kao flotni kuriri služili su »brigantini« sa 8 do 16 vesala i s jednim veslačem na svakom veslu (sl. 20). Za iste svrhe upotrebljavale su se fregate na vesla. Kasnije su se fregatama nazivali veći brodovi koji su služili za izdavanje i ratne operacije (dužine ~ 55 m, širine ~ 17 m). Ti su se brodovi pokazali tako dobri da su se sa linijskih brodova skidale palube i time se oni pretvarali u fregate. Zbog takvog razvoja fregata morali su se za izviđačke službe graditi drugi manji brodovi. To su bile manje i lakše »korvete«, koje su isprva



Sl. 21. Korveta iz 1840

imale vesla, a kasnije su im dimenzije povećane i na njih su postavljena dva, pa čak i tri jarbola (sl. 21).

Do XIX st. nije se brzini trgovačkih brodova pridavala naročita važnost. Samo su gusari, krijumčari i prevoznici robova nabavljali brze jedrenjake da bi mogli izmaknuti progonu ratnih brodova. Početkom XIX st. ukinut je Istočno-indijskoj kompaniji monopol trgovine s Indijom i to je dovelo do velike konkurencije broskog prostora, u kojoj je brzina broda postala važan faktor. Tako se je razvio tip »trgovačke fregate« građene po nacrtima velikih, brzih ratnih bro-



Sl. 22. Trgovačka fregata iz 1857

dova (sl. 22). Noseća konstrukcija tih brodova bila je od hrastovine, a oplata od tikovine. Osim robe ti su brodovi prevozili i putnike.

U prvoj polovici prošlog stoljeća počela je masovna emigracija žitelja iz ratovima osiromašene Evrope u Ameriku. Dok je Evropa bila u ratovima, Amerikanci su gradili velike brze brodove jedrenjake i prevozili robu i putnike. Brzina američkih brodova je bila toliko da su mogli izbjeći ratnim brodovima bilo koje zaračene evropske pomorske države. Po završetku ratova, kad su iseljenici nahrupili u Ameriku, Amerikanci su ih prevozili tim brzim brodovima poznatim pod imenom »Atlantic packets« (sl. 23).

Razvoj trgovine s dalekim zemljama na Pacifiku naveo je Amerikance sredinom prošlog stoljeća na to da na pacifičkoj obali grade vrlo brze brodove dugog i naročito visokog trupa sjedriljem svih vrsta: brikova, škuna i križnjaka. Tako je nastao najsavršeniji tip jedrenjaka, poznat pod imenom »kliper«. Dok se nosivost tadanjih velikih engleskih trgovačkih brodova kretala između 900 i 1000 tona, kalifornijski kliper imali nosivost između 1000 i 2000 tona. Poznati kalifornijski kliper »Sovereign of the Sea« (2421 tona, dužina ~ 79, širina ~ 13,4 m), sagrađen 1852, jednom prilikom je jedanaest dana jedrio prešavši svaki dan 310 milja (prosječna brzina 13 čvorova), a maksimalna brzina koju je postigao bila je 16,2 čvora. Kliperi su uskoro prihvaćeni i u Evropi, čemu je pridonijela i izmjena starih engleskih propisa o baždarenju broda. Po novim propisima kliper je imao osjetljivo manju bruto-tonažu nego raniji, spori jedrenjaci punih formi trupa. Englezi su uspjeli i dalje dotjerati formu trupa klipera.



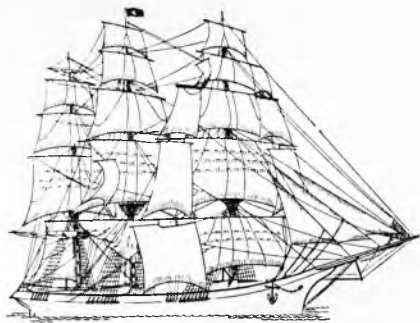
Oni uvode jako izbačeni iskošeni pramac, poznat pod imenom aberdinski ili kliperski pramac, i skošenu krmenu statvu.



Sl. 23. Američki poštanski jedrenjak iz 1870

Kao opijumski kliperi poznati su manji brodovi 400-500 tona nosivosti s jedriljem brika ili golete. Koristili su se za krijumčarenje opijuma iz Indije u Kinu. Bili su brži od kineskih ratnih brodova i uspješno ih izbjegavali. Kao čajni kliperi poznati su američki i engleski brodovi od 700-920 BRT, čije su se dimenzije u prosjeku kretale unutar ovih granica: dužina 56-66 m, širina 9,5-10,7 m, a prizmatički koeficijent od 0,55 do 0,60 (sl. 24).

Kompozitni jedrenjaci, građeni jednim dijelom od drveta a drugim od željeza, javljaju se sredinom XIX st. Interesantno je da je prvi brod kompozitne gradnje bio jedan parobrod sagrađen 1839. Prvi kompozitni jedrenjaci su škuna »Excelsior«, sagrađena 1850, i bark »Marion Mac Intyre«, sagrađen 1851. Taj bark imao je čeličnu plosnu kobilicu povrh drvene, čelična rebra i pojačane sponje. Kasnije se još na čelične rebrnice postavljao jaki profil kao pasmo. Dva važna uzdužna elementa od čelika: plosna kobilica i pasmo, i svi poprečni, tj. rebra, smanjili su težinu trupla broda. Čajni kliperi bili su mahom građeni kao kompozitni brodovi.

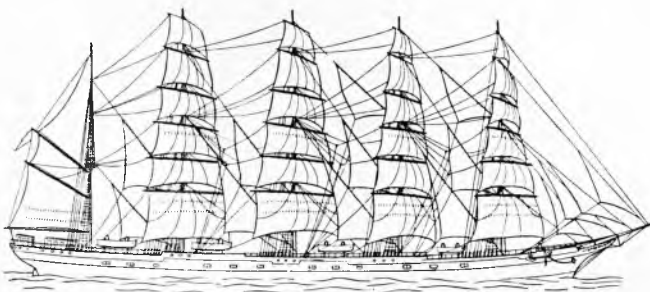


Sl. 24. Čajni klipser »Taeping«

Nakon što su se pojavili parobrodi, jedrenjaci su počeli gubiti prijevoze. Oni nisu mogli konkurirati brzinom, nego niskim vozarinama, pa su, da bi bili ekonomični, morali imati relativno veliku nosivost. Potkraj XIX st. grade se jedrenjaci od 4000 tona nosivosti sa 4 i 5 jarbola. Jedrila su bila dvovrnsna: čisti križnjaci i barkovi s križnim jedrima na prednjim jarbolima i sošnim jedrom na krmenom jarbolu (sl. 25). Jedrilje se pojednostavnilo, jer pri ulazu u luke nije trebalo manevrirati jedrima, već su se koristili tegljači. Kosnik se smanjio jer je bio nepotreban za manevre a zauzimao je suviše veliku dužinu pristana.

Najveći čelični jedrenjak »Frances« porinut je 1911 (dužina mu je bila 127,65, širina 11,06, visina 7,67 m, nosivost 7300 tona, 5100 NRT); postizao je eksploatacijsku brzinu od 13 čvorova, a maksimalnu 16 čvorova.

Amerikanci su bezuspješno pokušali konkurirati parobrodima s goletama na 7 jarbola (sl. 26) sa sošnim jedrima. Velike čelične jedrenjake su naglo nestajale. 1926 godine bilo ih je još 50, a tri godine kasnije samo 22. Od toga je 16 bilo u vlasništvu sentimentalnog finskog brodovlasnika Ericksona. Kad je umro Erickson, nestali su veliki jedrenjaci s površine oceana kao trgovački brodovi, a ostali su još samo kao školski brodovi trgovačkih i ratnih mornarica.



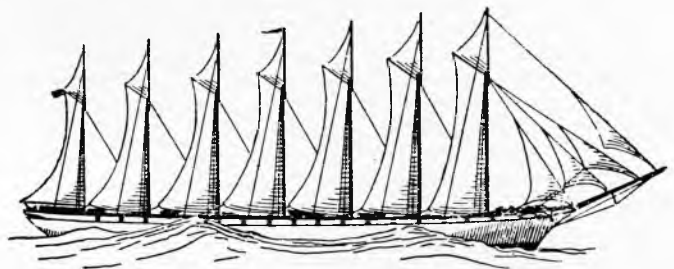
Sl. 25. Veliki čelični bark iz XX st.

God. 1807 u Americi Robert Fulton uspijeva da sagradi prvi praktički upotrebljivi parobrod. Odmah nakon toga prvog uspjeha slijedila je gradnja novih brodova s parnim pogonom uz stalno usavršavanje prijedloga i kotla. Prvi su parobrodi imali pogon na bočne kotače, glomazno i nepouzdanog pogonsko postrojenje i malu brzinu, ali za plovidbu rijekama bolje su odgovarali nego jedrenjaci. Na pojedinim morskim jedrenjacima počinje se parni stroj ugrađivati kao pomoćno sredstvo, pa 1817 »Savannah«, brod s jedrima i parnim strojem, prelazi Atlantik. Prvi parobrod koji je prešao Atlantik samo strojevima bio je »Great Western« 1838. U to vrijeme izumljen je i brodski vijak, koji je pojednostavnio pogonski uređaj i za morske brodove bio mnogo prikladniji nego osjetljivi i glomazni bočni kotači.

Istovremeno s uvođenjem parnog pogona počinje i uvođenje željezne konstrukcije broda. Nagli razvoj tehnologije željeza i čelika dao je za gradnju broda prikladnije materijale nego što je bilo drvo. Pored toga što je imala drugih nedostataka, drvena konstrukcija je zbog nedovoljne čvrstoće ograničavala veličinu broda, dok su veličinu željeznog broda uvjetovali samo ekonomski, a ne tehnički razlozi. Tako se u XIX st. grade željezni brodovi koji dimenzijama daleko premašuju drvene brodove. 1852 Englezi grade veliki putnički parobrod »Great Eastern« (sl. 27) od 207 m dužine, 27 000 t istisnine i snage 8000 KS. Ovaj parobrod za 4000 putnika, koji predstavlja kolosa i u današnjim relacijama, za ono vrijeme bio je preuranjen, pa je pretrpio potpuni financijski neuspjeh.

Na koncu XIX st. Englez Charles Parsons konstruirao prvu paru turbinu za pogon broda i 1897 svojim brodom »Turbinia« postiže za ono vrijeme fantastičnu brzinu od 34,5 čv.

Brzi razvoj broda, započet u XIX st., nastavlja se još intenzivnije u XX st. Pronalaze se novi sistemi pogona, a pogonski uređaji postaju pouzdaniji, snažniji i ekonomičniji. Dizel-pogon se uvodi na brodove početkom ovog stoljeća a 30-tih godina on je gotovo potpuno istisnuo stapni parni stroj. Vrlo brzo nakon primjene dizel-pogona počinje primjena dizel-elektro- i turbo-elektro-pogona, a nakon Drugog svjetskog rata grade se prvi brodovi s pogonom na plinsku turbinu. Naj-



Sl. 26. Američka goleta sa sedam jarbola

novije dostignuće na tom području je primjena nuklearne energije za pogon broda i gradnja prvih brodova i podmornica s nuklearnim reaktorima.

Sva nova dostignuća nauke i tehnike nalaze vrlo brzo primjenu i na brodovima. Zahvaljujući napretku elektronike razvijaju se novi, pouzdaniji i sigurniji navigacijski uređaji, kao što su radio-goniometar, radar, zvučni dubinomjer itd. Elektronika se počinje primjenjivati na brodske regulacijske, kontrolne i signalne naprave, čime se stvaraju prvi uslovi za automatizaciju pogona broda. U brodogradnji se uvode novi materijali kao što su lake legure i plastične mase, a brodska konstrukcija i brodska oprema se usavršavaju, postaju ekonomičnije, lakše i čvršće. Nova teorijska saznanja i eksperimentalna istraživanja s brodskim modelima omogućuju projektiranje boljih i povoljnijih formi brodske trupa i razvoj novih i efikasnijih tipova propelera.



Sl. 27. »Great Eastern« iz 1857

Taj ogromni napredak brodogradnje u posljednjih pedesetak godina odražava se i u razvoju novih, specijalnih tipova brodova, namijenjenih i prilagođenih za prijevoz specijalnih vrsta tereta (brodova za prijevoz tekućeg tereta, brodova za prijevoz rasutog tereta, brodova-hladnjača, trajekata, brodova za prijevoz plina itd.) i za obavljanje specifičnih funkcija (tegljača, ledolomaca, brodova za polaganje kabela, brodova za ribolov i preradu ribe, bagera, itd.). Osim toga dimenzije i brzina brodova se znatno povećavaju, pa se danas već grade tankeri od preko 100 000 t nosivosti i veliki prekooceanski putnički brodovi brzine preko 30 čv.

**Podjela brodova.** Različiti tipovi brodova mogu se sistematizirati prema namjeni, prema vodama kojima plove, prema materijalu od kojeg je izgrađen trup, tj. pretežni dio broda, prema vrsti pogonskog postrojenja, prema tipu propulzora i prema načinu gradnje.

Prema namjeni brodovi se dijele na trgovačke, ratne i specijalne.

**Trgovački brodovi** služe za prijevoz robe i putnika, a mogu se dalje podijeliti na: teretne, putničke i putničko-teretne. **Teretni brodovi** mogu biti namijenjeni za suhi teret, za tekući teret ili za specijalni teret. U brodove za suhi teret spadaju brodovi za prijevoz općeg ili komadnog tereta, rasutog tereta (bulk carrier) i drveta; u brodove za tekući teret spadaju tankeri za prijevoz nafte i naftinih derivata, vina, jestivog ulja, pitke vode, melase, kemikalija i ukapljenog plina; u brodove za specijalni teret spadaju brodovi za prijevoz hladnih tereta (voća, mesa), žive stoke itd. Postoje teretni brodovi koji su kombinacija između ove tri grupe, npr. brod za prijevoz rude i nafte, koji je kombinacija tankera i broda za rasuti teret, pa brod kojemu je jedan dio tovarnog prostora hlađen a drugi dio služi za opći teret itd. **Putnički brodovi** se mogu podijeliti na linijske i izletničke brodove i brodove za prijevoz emigranata i hodočasnika. Razlika između te dvije vrste putničkih brodova je u načinu smještaja putnika. Brodovi koji služe za istovremeni prijevoz putnika i tereta mogu veći dio prostora iskoristiti za smještaj putnika a manji za teret ili obratno, pa se prema tome nazivaju putničko-teretni ili teretno-putnički brodovi.

**Ratni brodovi** su namijenjeni pomorskom ratovanju i pomorskim vojnim operacijama, a dijele se na *borbene ratne brodove* i *pomoćne ratne brodove*. U prvu grupu spadaju razni tipovi naružanih brodova koji aktivno djeluju protiv neprijateljskog brodoglavca i neprijateljskih obalnih objekata (krstarice, razarači, torpiljarke, podmornice, minopolagači, minolovci, nosači aviona, patrolni brodovi, topovnjače, monitori, desantni brodovi itd.). U drugoj grupi su brodovi iz sastava ratne mornarice koji ne služe za borbeno operacije već za opskrbu borbenih brodova (matični brodovi, brodovi-skladišta, tankeri itd.), za održavanje, popravke i spasavanje brodoglavca ratne mornarice (brodovi-radionice, tegljači itd.), za izobrazbu mornaričkog kadra (školski brodovi, brodovi mete) itd. Osim prema namjeni ratni brodovi se mogu klasificirati i na različite druge načine, npr. prema glavnom naružanju (artiljerijski, torpedni, raketni i dr.), prema veličini (veliki, srednji, mali), prema oklopu (oklopljeni, neoklopljeni) i području djelovanja (brodovi otvorenog mora, obalni, riječni, jezerski i dr.).

**Specijalni brodovi** ne služe ni za trgovački transport ni za ratne svrhe nego oni obavljaju različite specifične zadatke. Postoji mnogo različitih tipova specijalnih brodova i svaki je tip prilagođen svojoj posebnoj funkciji, pa se po konstrukciji i opremi pojedini tipovi međusobno bitno razlikuju, a razlikuju se i od trgovačkih i od ratnih brodova. U specijalne brodove se ubrajaju: ribarski brodovi, tegljači, ledolomci, trajekti, brodovi za polaganje kabela, brodovi za polaganje plutača i opskrbu svjetionika, peljarski brodovi, istraživački brodovi, brodovi-radionice, jahte, bageri, brodovi razbijači stijena, brodovi-svjetionici, brodovi-meteorološke stanice, ronilački brodovi, školski brodovi i dr.

Prema području plovidbe brodovi se dijele na pomorske brodove, brodove unutrašnje plovidbe i riječno-pomorske brodove.

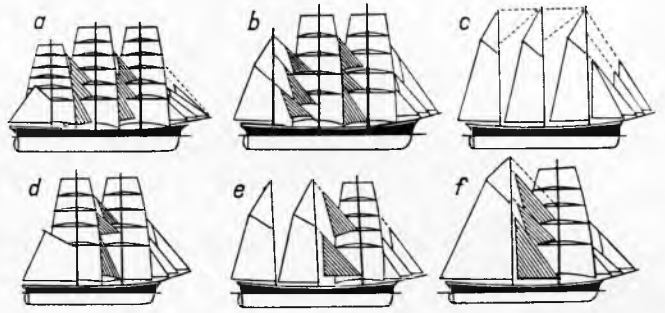
**Pomorski brodovi** su građeni za plovidbu morem a dijele se na brodove male obalne plovidbe, brodove velike obalne plovidbe i na brodove duge plovidbe. **Brodovi unutrašnje plovidbe** imaju oblik trupa i konstruktivnu izvedbu prilagođenu uvjetima plovidbe unutrašnjim vodama. U ovu grupu spadaju riječni, jezerski i kanalski brodovi. **Riječno-pomorski brodovi** imaju neke karakteristike pomorskih a neke riječnih brodova jer su namijenjeni plovidbi i po moru i po rijekama. Dije se na dvije grupe: u jednoj grupi su brodovi s pretežno pomorskim karakteristikama jer većinu vremena plove po moru, u drugoj grupi su brodovi sličniji riječnim brodovima jer uglavnom plove rijekom, a po moru plove samo u zaklonjenom obalnom području.

Prema materijalu od kojeg je izgrađen trup broda brodovi se dijele na drvene, čelične, kompozitne, betonske brodove, brodove od aluminijskih legura i brodove od plastičnih masa.

Prema načinu pogona brodovi se mogu podijeliti na dvije osnovne grupe: na jedrenjake i na brodove s mehaničkim pogonom.

Jedra kao sredstvo za pogon broda danas su izgubila gotovo svaki praktički značaj, a iščezli su i mnogobrojni tipovi velikih eretnih jedrenjaka (sl. 28). Pogon jedrima zadržao se još jedino

na školskim brodovima, jahtama, malim obalnim brodićima i športskim jedrilicama, ali i ti brodovi uz jedra većinom imaju i pomoćni pogonski motor.



Sl. 28. Glavni tipovi jedrenjaka prema jedrilju. a) trijarbolni križnjak (brod s križnim jedrima na svim jarbolima), b) trijarbolni bark (brod sa sošnim jedrom na krmenom jarbolu), c) trijarbolna goleta (brod sa sošnim jedrima na svim jarbolima), d) brik (dvojarbolni križnjak) e) škuna-bark, f) škuna (dvojarbolni bark)

**Brodovi s mehaničkim pogonom** dijele se na parobrode, motorne brodove i brodove s električnim pogonom.

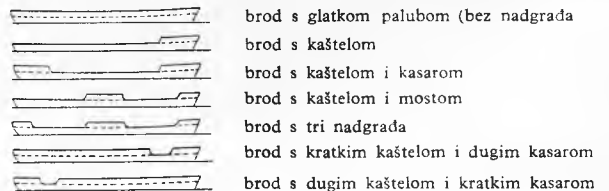
U *parobrode* se ubrajaju svi brodovi čiji pogonski stroj iskorištava energiju sadržanu u vodenoj pari. Prema tipu pogonskog stroja parobrodi se dijele na brodove sa stapnim parnim strojem, turbinske brodove i brodove s turbo-električnim pogonom. Prema načinu proizvodnje pare parobrodi se mogu podijeliti na one koji imaju parni kotao i na tzv. »atomske brodove«, na kojima se za proizvodnju pare iskorištava toplina razvijena u nuklearnom reaktoru.

**Motorni brodovi** imaju pogon motorom sa unutrašnjim izgaranjem ili s plinskom turbinom, tj. za dobivanje pogonske snage iskorištava se energija sadržana u plinovima koji nastaju izgaranjem nafte ili naftinih derivata. Prema tipu pogonskog uređaja motorni brodovi mogu biti s motorom sa unutrašnjim izgaranjem, s plinskom turbinom ili s dizel-električnim pogonom.

**Brodovi s električnim pogonom** imaju pogonski elektromotor napajan električnom strujom iz akumulatorskih baterija. Ovaj tip pogona je uobičajen za podmornice, a nadvodni brodovi ove vrste su vrlo rijetki.

Brodovi s mehaničkim pogonom mogu se podijeliti i prema tipu propulzora, tj. sredstva koje pogonsku snagu stroja pretvara u poriv, pa se razlikuju brodovi sa brodskim vijkom ili vijčanim propelerom, sa kotačem s lopaticama, sa Voith-Schneiderovim ili cikloidnim propelerom i sa mlaznim propulzorom.

Prema načinu gradnje postoji nekoliko različitih podjela broda. S obzirom na konstruktivnu izvedbu strukture trupa razlikuju se brodovi sa poprečnim sistemom rebara, sa uzdužnim sistemom rebara i sa kombiniranim sistemom rebara. S obzirom na tip paluba brodovi mogu biti s punim palubama i sa zaštitnim palubama.



Sl. 29. Tipovi brodova prema nadgrađu

Prema tipu nadgrađa brodovi se dijele na brodove s glatkom palubom (bez nadgrađa), brodove s kaštelom, brodove s kaštelom i kasarom, brodove s kaštelom i mostom, brodove s tri nadgrađa, brodove s kratkim kaštelom i dugim kasarom, brodove s dugim kaštelom i kratkim kasarom (sl. 29). S obzirom na određivanje nadvođa i na baždarenje razlikuju se brodovi punih konstruktivnih dimenzija i brodovi s nadvođem. U prvu grupu spadaju brodovi čija je najgornja paluba izvedena jače od ostalih paluba, a konstruktivni dijelovi trupa dovoljno su jaki da prema propisima klasičacionih društava brod može imati minimalno nadvođe koje se mjeri od najgornje palube. Brodovi druge grupe imaju slabije

konstruktivne dijelove trupa i najmanje dvije palube. Njihovo je nadvođe znatno veće i mjeri se od neke niže a ne od najgornje palube.

**Teorija broda** je primjena teorijskih nauka — matematike, mehanike i hidromehanike — u brodogradnji. Brodogradnja, kao jedna od najstarijih ljudskih djelatnosti, dugo je sačuvala empiriju, koja joj još i danas daje poseban pečat između ostalih tehničkih znanja. Propisi klasifikacionih društava, propisi o nadvođu, o zaštiti ljudskog života na moru, o baždarenju itd., u kojima se ogleda vjekovno iskustvo brodograditelja, vežu projektanta i često sprečavaju primjenu novih teorijskih spoznaja.

Sredinom XVIII st. u radovima P. Bouguera, L. Eulera i D. Bernoullija nalaze se prva teorijska razmatranja o problemima broda, ali ti radovi kroz dugi period vremena ne nalaze bilo kakvu praktičnu primjenu. Razvoj industrije u XIX st. i njime uvjetovan nagli razvoj nauke u XX st. nisu mogli mimoći ni brodogradnju. Potreba za sve većom sigurnošću, udobnošću i brzinom broda, upotreba novih materijala i novih načina gradnje i pogona broda, znatno povećanje pomorskog transporta i time uslovljeni razvitak novih tipova brodova, imali su za posljedicu polagan ali siguran prodor nauke u brodogradnju. Teorija broda, nastala iz radova pojedinih učenjaka koji su nastojali matematički obraditi neke probleme u brodogradnji (npr. stabilitet broda, otpor gibanja broda, sile kojima djeluje uzburkano more na brod i gibanja koje ono uvjetuje) postaje posebna nauka, koja obogaćuje i osnovne nauke iz kojih se razvila.

Teorija broda obrađuje probleme predočivanja brodske forme, čvrstoće, plovnosti, stabiliteta, nepotonljivosti, porinuća, otpora i propulzije broda, kormilarenja i ponašanja broda na valovima. U narednim poglavljima ovog članka ti su problemi pojedince obrađeni.

**Oznake i simboli u brodogradnji.** Do sada ne postoje u brodogradnji i teorijskim disciplinama koje se odnose na brod jedinstvene oznake i simboli. Tek u najnovije vrijeme čine se pokušaji da se i brodogradni simboli na neki način ujednače i standardiziraju. Nasilac tih nastojanja je Međunarodna konferencija za brodsku hidrodinamiku (International Towing Tank Conference), koja je do sada usvojila izvjestan broj standardnih simbola, uglavnom sa područja brodske hidrodinamike.

U ovoj Enciklopediji se je nastojalo da simboli i oznake u člancima o brodu i brodogradnji budu što više u duhu do sada usvojenih ili predloženih standardnih međunarodnih simbola. Indeksi u pojedinim simbolima, ako su uzeti prema međunarodnim oznakama, po pravilu su pisani velikim slovima. U slijedećoj tablici je objašnjeno značenje najčešće upotrebljivanih indeksa prema međunarodnim oznakama, koje su razrađene na osnovu engleske terminologije.

| Indeks | Značenje  | Indeks | Značenje  |
|--------|---|--------|---|
| A      | amplitude (amplituda), advance (napredovanje), apparent (prividan)                            | M      | middle (srednji, sredina)   |
| B      | braked (kočen), behind (iza), block (blok)  | N      | nominal (nominalan)   |
| C      | construction (konstrukcija, -cijski)  | OA     | over all (preko svega)  |
| D      | drag (otpor), developed (razvijen), delivered (predan)  | P      | projected (projiciran), propeller (propeler), prismatic (prizmatični)               |
| E      | effective (efektivan), entrance (pramčano zaoštrenje), expanded (raširen), encounter (susret) | PP     | perpendiculars (perpendikulari, okomice)  |
| F      | friction (trenje)   | R      | residual (preostali), resistance (otpor), run (krmeno zaoštrenje), rudder (kormilo) |
| H      | hull (trup) heel (nagib broda)  | S      | shaft (osovina), ship (brod)  |
| I      | ideal (idealan), indicated (indiciran), induced (induciran)                                   | T      | total (ukupan), thrust (poriv), transversal (poprečan)                              |
| L      | lift (uzgon), longitudinal (uzdužan), lateral (bočni)   | V      | virtual (virtuelan)   |
|        |   | W      | wave (val), waterplane (ploha omeđena vodnom linijom)                               |
|        |   | WL     | water line (vodna linija)   |

**Gradnja broda.** Radovi (i troškovi) u vezi s građenjem broda počinju s potpisom ugovora o gradnji između brodovlasnika i brodogradilišta, a završavaju s istekom garantnog roka za predati odn. primljeni brod. Stoga pojam gradnje broda u širem smislu obuhvaća, pored samog građenja i opremanja broda, također, s jedne strane, njegovo projektiranje i, s druge strane, završne i garantne radove nakon primopredaje. U nastavku ovog članka, iza poglavlja koja se bave teorijom broda, obrađuju se: materijali od kojih je brod sagrađen, dijelovi njegove konstrukcije, uređaji kojima je opremljen, proces njegova projektiranja i postupci njegova građenja od polaganja kobilice do završetka garantnih radova.

S. Ercegović A. Sentić

#### PREDOČIVANJE BRODSKE FORME

Oblik broda (brodska forma) uvjetovan je mnogobrojnim, često protuslovnim zahtjevima koje mora zadovoljiti neki

brod. Najvažniji od tih zahtjeva jesu: dovoljne površine paluba i dovoljni volumeni brodske prostora; ostvarenje uzgona i dovoljan stabilitet broda u neoštećenom i oštećenom stanju; mali otpor i povoljni uslovi propulzije; dobra maritimna svojstva, dovoljna čvrstoća i krutost konstrukcije i, konačno, estetski izgled. Dobrom formom broda trebalo bi zadovoljiti istovremeno sve navedene zahtjeve, a uz to i različite propise državnih vlasti i međunarodnih konvencija. To u potpunosti nije moguće, pa su se zbog toga tokom vremena razvili pojedini tipovi brodova (neki od njih su iščeznuli, a danonice nastaju novi) kod kojih se na jedna svojstva polaže više, a na druga manje važnosti.

Među najvažnija svojstva ratnih brodova spada brzina. Zato oni imaju dugačke i vitke forme, karakterizirane visokim odnosom dužine prema širini i malim vrijednostima koeficijenta podvodne forme broda. Trgovački brodovi moraju imati dovoljnu zapreminu unutar trupa broda (brodovi za prijevoze lakih tereta) ili dovoljnu istisninu (brodovi za prijevoz teških tereta), a gradnja i pogon moraju biti ekonomični. Trgovački brodovi voze manjim brzinama, pa su u njih odnosi dužine prema širini manji, a koeficijenti podvodne forme veći. Putnički brodovi uz dovoljnu zapreminu razvijaju veću brzinu, i zbog toga su njihove forme vitkije od formi teretnih brodova, a punije od formi ratnih brodova; velika se zapremina postiže u nadvodnom dijelu broda izgradnjom mnogobrojnih nadgrada, koja daju putničkom brodu karakterističan izgled. Potreban stabilitet putničkih i ratnih brodova sa većim odnosom dužine prema širini osigurava se većim nadvođem. Teretni brodovi imaju malo nadvođe, pa se dovoljan stabilitet može postići jedino manjim odnosom dužine prema širini, što često ide na štetu dobrih pomorskih svojstava. Ova se mogu poboljšati ispravnim oblikovanjem brodske pramca i većim skokom palube, koji je važan također za stabilitet i plovnost broda kad u slučaju oštećenja u nj prodre voda. Od riječnih brodova se ne zahtijevaju dobra pomorska svojstva niti velika čvrstoća na valovima, ali oni mogu imati samo ograničen gaz. Njihove forme su karakterizirane visokim odnosom dužine prema širini broda i visokim koeficijentima forme trupa, jer se samo tako može uz mali gaz postići dovoljna zapremina skladišta, odnosno istisnina broda. Remorkerima su najvažnija manevarska svojstva i dobar stabilitet, pa imaju mali odnos dužine prema širini i veliki odnos širine prema gazu.

Brodovi sa deplasmanskim formama, tj. brodovi čiju ukupnu težinu preuzimaju hidrostatičke sile, ne mogu preći stanovitu granicu brzine, jer otpor valova naglo raste s porastom brzine. Da bi se postigle veće brzine, brod treba podići iznad vode ili ga sasvim zaroniti u vodu. Odsustvo otpora valova kod podmornice, torpeda i brodova s podvodnim krilima koji se dižu iznad vode dovelo je do aerodinamičkih formi tih plovila. Zbog stvaranja valova (tzv. utjecaja slobodne površine), aerodinamičke forme se ne mogu primijeniti na brodove koji plove na granici dvaju medija (vode i zraka). Prijelaz između deplasmanskih brodova i brodova s podvodnim krilima čine gliseri. Hidrodinamički uzgon koji se stvara na kliznim ploham glisera diže jedan dio trupa iznad vode i time mu smanjuje otpor. Karakteristika podvodnih formi deplasmanskih brodova je kontinuiranost linija (sl. 1 a, c, d), budući da svaki nagli prijelaz ima za posljedicu otjecpljenje strujnica tekućine i stvaranje virova, a to znači i povećanje otpora. Nasuprot tome klizne plohe glisera čine oštar kut s ostalim dijelom brodske forme (sl. 1 b), jer se hidrodinamički uzgon postiže upravo naglim skretanjem vodenog mlaza. Manje uobičajene forme su forme dvotrupnih brodova (katamarana). Oni su nastali u želji da se poveća stabilitet (sportske jedrilice), da se dobije vrlo velika površina palube (desantni brodovi za prijevoz tenkova) i da se smanji otpor valova (koji je približno proporcionalan kvadratu širine broda) i ljuljanje broda na valovima. Dvotrupni brodovi imaju otpor trenja veći nego jednotrupni (jer je trenje proporcionalno uronjenoj površini broda), pa se zbog toga u području manjih brzina, gdje je otpor trenja značajniji od otpora valova, ne postiže smanjenje ukupnog otpora.

**Dijelovi brodske forme.** Prednji kraj brodske trupa zove se *pramac* a stražnji *krma*. Većina današnjih brodova ima skošeni i naprijed izbačeni pramac, ali pojedini tipovi brodova mogu imati okomit ili drukčiji pramac. Tokom vremena razvile su se za velike i brze brodove i specijalne forme pramca (Jurke-