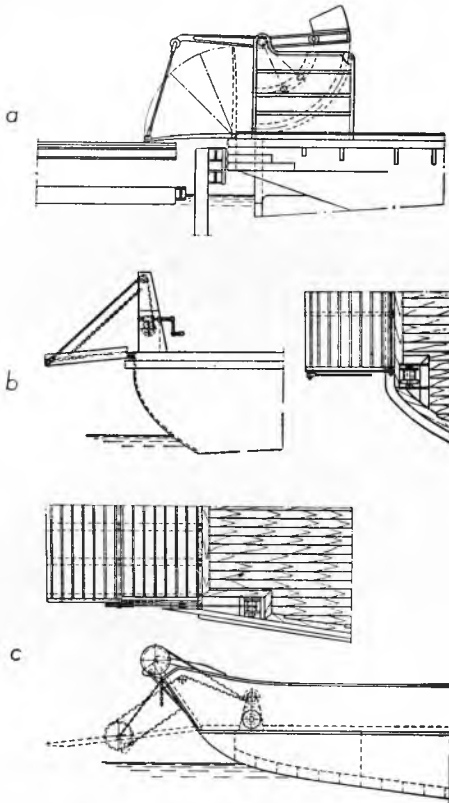


Trajekti s otvorenom palubom za vozila su redovito manji brodovi, često sa simetričnom formom trupa. Način ukrcavanja i iskrcavanja vozila je uvjetovan pristanišnim uređajima na liniji koju trajekt održava.

Simetrični trajekti imaju ukrcavanje i iskrcavanje preko oba kraja. Pramčana i krmena vrata, koja redovito služe i kao pristupne rampe, otvaraju se ručnim vitlom, a veći brodovi imaju električno vitlo ili pneumatski uređaj za otvaranje vrata (sl. 14).

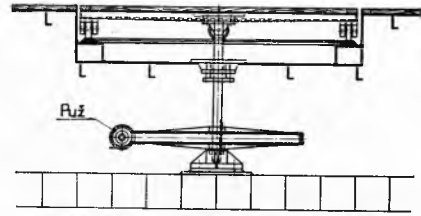


Sl. 14. Utovarne rampe na simetričnim trajektima. a rampa s protutegom, ručno spuštanje i dizanje; b rampa bez protutega pokretana ručnim vitlom, c dvodijelna rampa pokretana ručnim vitlom

Paluba za vozila nema nikakvu posebnu opremu niti uređaje za privez vozila. Na automobilskim trajektima paluba je većinom gola, s rebrastim ili ohrapavljenim limovima, ali može biti obložena i uzdužnim drvenim trenicama preko kojih se poprečno polože 50 mm debele daske. Na željezničkim trajektima paluba je obložena drvenim trenicama, a tračnice su upuštene u drvenu oblogu palube. Željeznički trajekti ovog tipa najčešće imaju samo jedan ili dva kolosijeka. Ako je utovar na trajekt samo preko jednog kraja, onda automobilski trajekti često imaju u palubi ugrađene



Sl. 15. Simetrični trajekt s Voith-Schneiderovim propelerima na oba kraja trupa



Sl. 16. Okretna platforma za automobile

jednu ili dvije okretnne platforme za vozila, tako da automobili pri iskrcavanju ne moraju voziti natraške. Okretnu platformu okreće preko pužnog prenosa elektromotor smješten u potpalublju (sl. 16).

Mali trajekti imaju ukrcavanje preko boka ako je struja vode suviše jaka pa zanosi krmeni dio broda isturen u tok vode kad je trajekt vezan pramcem uz obalu ili ako se pristanište trajekta nalazi na uskom i prometnom vodenom putu. Ukrcavanje preko boka dolazi u obzir samo za automobilske trajekte. Na svakom boku broda su po jedna vrata za ukrcavanje pa vozila ulaze preko jednog a silaze preko drugog boka. Vrata su postavljena dijagonalno i automobili stoje na palubi koso. Za lakše manevriranje vozilima ponekad su u palubu ugrađene i okretnne platforme.

Za prevoz automobila na mjestima s velikom razlikom vodostaja služe mali simetrični trajekti s palubom za vozila koja se može po visini podešavati i prilagoditi visini pristana. Ta paluba je u stvari čvrsta platforma smještena između nekoliko krutih portala vezanih za konstrukciju broda. Paluba se diže i spušta pomoću sistema vertikalnih vretena s pogonom na elektromotor, a uz portale je vode mali kotačići.

LIT.: E. Johnson, Ferryboats, Historical Transactions SNAME 1893—1943, 165—192. — A. Roorda i E. M. Neuerburg, Small seagoing craft and vessels for inland navigation, Haarlem 1957. — L. Saalbach Andersen, Ferries — construction and competitiveness, European Shipbuilding 11, 60—75 (1962). — R. Müller, Moderne Auto- und Personen-Fährschiffe, Hansa, 100, 351—366 (1963).

DRUGI SPECIJALNI BRODOVI

Brod-radionica služi kao plovna baza za obavljanje manjih popravaka i radova održavanja na drugim brodovima. Brodovi-radionice su redovno manji brodovi ili barkače, a mogu biti i teglenice bez vlastitog pogona, u vlasništvu brodogradilišta ili neke radionice za remont brodova. Djelovanje broda-radionice je ograničeno na područje luke i na neposrednu blizinu luke, a glavni mu je zadatak da do broda na kojem treba izvršiti popravak preveze radnike i njihov alat i da služi kao manja pomoćna radionica opremljena osnovnim radnim strojevima na kojim se mogu izraditi jednostavniji i sitniji dijelovi brodske konstrukcije ili brodske opreme. U stvari, svrha je broda-radionice da veliki brodovi ne moraju radi manjih popravaka dolaziti u remontno brodogradilište, već da se ti popravci izvrše u samoj luci za vrijeme dok brod obavlja svoje normalne lučke operacije utovara i istovara ili dok čeka usidren na sidrištu. Jedino ratne mornarice raspoložu velikim brodovima-radionicama koji kao pomoćne jedinice prate ratnu flotu, a sposobni su da obavljaju i složenije popravke (v. *Ratni brod*).

Lučki brodovi-radionice nemaju poseban oblik trupa niti su posebne konstrukcije, nego su slični nekom od različitih tipova malih brodova: tegljačima, barkačama, teglenicama itd. Vrlo često to i nisu brodovi specijalno građeni u tu svrhu, nego su pregrađeni i adaptirani stariji brodovi spomenutih tipova. Brodovi-radionice ne moraju zadovoljavati neke naročite zahtjeve osim zahtjeva da imaju osiguran prostor za radionicu, za smještaj alata i materijala i za prijevoz radnika.

Brod-radionica s vlastitim pogonom ima u potpalublju strojarnicu, radionicu i manje skladište sitnog materijala i alata; prostor za radnike je obično u palubnoj kućici iza kormilarnice, a slobodni dio palube služi za odlaganje limova i profila. Brodovi bez vlastitog pogona u stvari su teglenice s radionicom i skladištem u potpalublju, sa širokom slobodnom palubom i malom krmenom kućicom ili nadstrešnicom za kormilara. Ako u potpalublju nema dovoljno prostora, radionica je smještena u većoj palubnoj kućici, ali dio palube, obično krmeni, mora biti slobodan jer služi za odlaganje

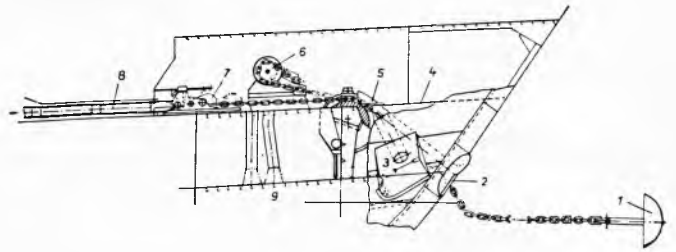
krupnijih dijelova brodske opreme opravljene u brodogradilištu i za smještaj većih limova i profila.

Brodská radionica je opremljena najnužnijim alatnim strojevima (tokarilicom, glodalicom, bušilicom, blanjalicom, pilom za čelik itd.), bocama s kisikom i acetilenom za autogeno varenje, agregatom za elektrovarenje, kompresorom i različnim ručnim alatom i priborom za obradu čelika i drveta i za montažne radove. Električnu energiju potrebnu za pogon strojeva redovito daje dizel-generator u samom brodu-radionici. Na krovu radionice je veći otvor kroz koji se u radionicu spuštaju radi popravka veći dijelovi brodske konstrukcije ili opreme.

Oprema broda-radionice vrlo je jednostavna. Brod obično ima jednu dizalicu (samaricu na jarbolu ili okretnu palubnu dizalicu) za rukovanje težim komadima koji se popravljaju u radionici ili koji se prevoze na otvorenom dijelu palube. Na brodu nema nastambi ni kuhinje, a navigacijska oprema se većinom sastoji samo od signalnih svjetala i sirene. Kormilarski uređaj je redovito ručni. Brod nema čamce za spasavanje, ali može imati radni čamac. Oprema za privez i sidrenje je kao na drugim brodovima slične veličine.

Brod-svjetionik služi umjesto običnog svjetionika na frekventiranim plovnim saobraćajnicama s plićacima i pomičnim sprudovima, i to na mjestima gdje ne postoji mogućnost da se sagradi stalan svjetionik a gdje svjetleća plutača ne bi zadovoljavala zahtjeve sigurnosti plovidbe.

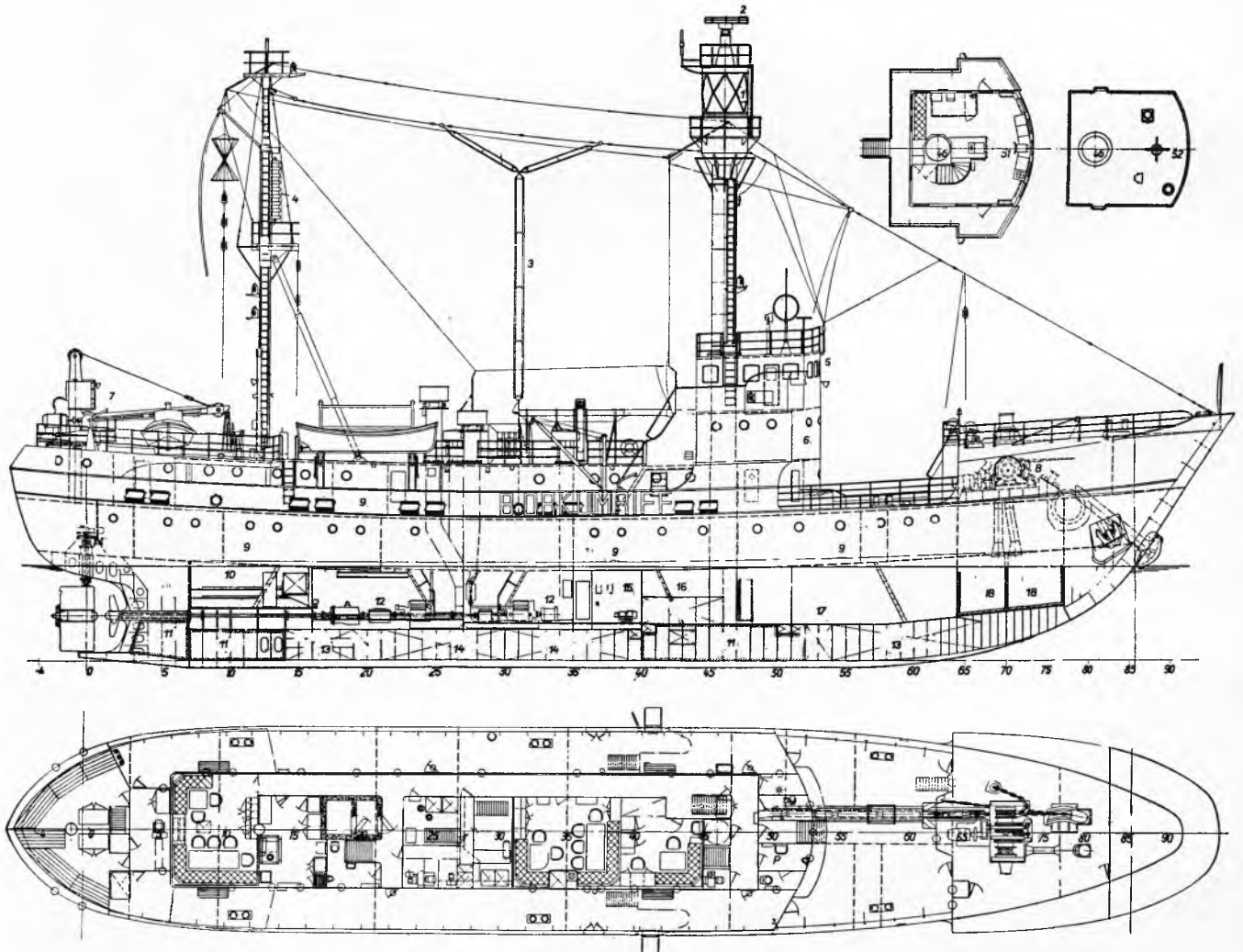
Brod-svjetionik je jedan od rijetkih brodova koji nisu namijenjeni plovidbi nego usidreni plutaju na jednom određenom mjestu. Ali za razliku od drugih stacionarnih brodova, kao što su brodovi-kasarne, brodovi-tvornice i stambeni brodovi, brod-svjetionik nije usidren na nekom zaštićenom mjestu, već na otvorenom moru



Sl. 1. Uređaj štitnog sidra za permanentno sidrenje broda. 1 štitno sidro, 2 pojačano sidreno ždrijelo u pramčanoj statvi, 3 sidreno ždrijelo običnog sidra, 4 glavna paluba, 5 žlijeb lanca za štitno sidro, 6 sidreno vitlo, 7 stoper, 8 amortizeri sidrenog lanca

gdje je izložen vjetru, valovima i morskim strujama. Udarci valova i prelijevanje mora preko broda znatno su jači ako je brod usidren nego ako brod plovi, pa zbog toga oblik trupa, raspored težina, nepropusna podjela, konstruktivna izvedba i oprema broda-svjetionika moraju osigurati stabilitet, nepotonljivost i čvrstoću broda, a također besprijekorno funkcioniranje svjetioničkih uređaja i u najtežim uvjetima u kojima se brod može naći. Sigurnost broda-svjetionika nije važna samo radi njega samog nego prvenstveno radi velikog broja drugih brodova čija sigurnost plovidbe ovisi o djelovanju broda-svjetionika.

Radi što boljeg ponašanja na valovima brod-svjetionik ima V-oblik rebara duž čitavog trupa, pa mu je i koeficijent istisnine δ nizak, obično $\delta = 0,45 \dots 0,50$. Moderni brodovi-svjetionici imaju jako skošenu pramčanu statvu i izbačena pramčana rebra i kaštel, jer to smanjuje uranjanje pramca u valove i prelijevanje mora preko palube. Dužina broda-svjetionika je obično između



Sl. 2. Brod svjetionik »Borkumriff«; $L_{pp} = 46$ m, $B = 9,0$ m, $H = 6,1$ m, $T = 4,5$ m, $\Delta = 883$ t, izgrađen 1956. 1 svjetioničko svjetlo, 2 radarska antena, 3 antena za odašiljanje stalnog karakterističnog radio-signala, 4 sirena za zvučne signale, 5 komandni most, 6 radio-stanica, 7 dizalica za motorni čamac, 8 sidreno vitlo, 9 nastambe, 10 spremište, 11 balast, 12 strojarnica, 13 pitka voda, 14 gorivo, 15 girokompas, 16 stabilizacijski tank, 17 spremište, 18 lančanik

40 i 60 m, a omjeri glavnih dimenzija jesu: $L/B = 5,0 \dots 5,5$; $B/T = 2,0 \dots 2,3$; $H/T = 1,2 \dots 1,4$.

Za brodove-svjetionike naročito je važno da imaju dovoljan stabilitet u velikom rasponu kutova nagiba, a da metacentarska visina ne bude prevelika. Početna metacentarska visina se kreće od 0,4 do 0,6 m, tako da ljuljanje broda nije žestoko, a period ljuljanja je relativno velik, obično ~ 10 sek. Kratki periodi ljuljanja bi, s jedne strane, uzrokovali nagla gibanja svjetioničkog svjetla na vrhu jarbola, a s druge strane činili bi boravak na brodu neugodnim. Radi prigušivanja ljuljanja brodovi-svjetionici redovito imaju velike bočne ljuljne kobilice, a često i pasivne protuljuljne tankove. Brodovi-svjetionici imaju veći opseg stabilneta nego drugi tipovi brodova, pa im je čak i pri bočnom nagibu od 90° stabilitet još uvijek pozitivan.

Osim stabilneta, za sigurnost broda-svjetionika važna je nepotonljivost. Ovi brodovi se pregrađuju slično kao putnički brodovi, tj. brod zadržava plovnost i kad su dva nepropusna brodska prostora naplavljena. Konstruktivni dijelovi trupa se dimenzioniraju prema propisima klasifikacionih društava za trgovačke brodove, s time da se radi veće čvrstoće trupa redovito uzima deblja oplata i jači profili rebara od propisanih. Moderni brodovi-svjetionici imaju aluminijska nadgrađa, da bi im težina bila manja i položaj težišta povoljniji u pogledu gibanja broda na valovima. Dobro je da prednji zid nadgrađa bude zaobljen, jer tada bolje odolijeva udarcima valova koji se prelijevaju preko pramca broda. Između kaštela i srednjeg nadgrađa redovito je bunar s rešetkastom ogradom; on olakšava otjecanje vode koja je zalila brod. Na ostalim dijelovima broda ograda je puna.

Brodovi-svjetionici imaju karakterističan način sidrenja. Osim običnih sidara brod-svjetionik ima i specijalno štitno sidro za sidrenje broda na njegovoj stalnoj poziciji. Da bi se brod uvijek sam postavio okomito na smjer valova, ždrijelo za sidreni lanac štitnog sidra nalazi se usred pramčane statve, neposredno iznad plovne vodne linije. Zbog velikih opterećenja kojima je izvrnut sidreni lanac kad brod posrće i ponire na valovima, on mora biti od kvalitetnog čelika velike čvrstoće. Radi prigušivanja trzaja sidreni lanac je elastično vezan o brod (sl. 1). Trenje između sidrenog lanca i brodske konstrukcije smanjuje se podmazivanjem dodirnih mjesta, ili se takva mjesta izvode s velikim radijusom zaobljenja.

Svjetioničko svjetlo se nalazi na jarbolu vrlo čvrste konstrukcije. Stariji brodovi-svjetionici imali su na pramcu i krmi po jedan visoki jarbol a u sredini broda je bio treći, niži jarbol za svjetioničko svjetlo. Moderni brodovi imaju samo dva jarbola, a svjetioničko svjetlo je na prednjem jarbolu. Jarbol nosač svjetioničkog svjetla je uvijek smješten u tački oko koje pri posrtanju oscilira brod, tako da je vertikalno gibanje svjetla što manje. Danas kao izvor svjetla služe vrlo jake električne sijalice smještene u fokusu ogledala koja skupljaju i usmjereno reflektiraju svjetlosne zrake. Moderni brodovi-svjetionici mogu reguliranjem električkog napona podešavati jakost svjetla prema vanjskim vremenskim uvjetima. Sama svjetiljka je učvršćena na zglobovnom ležaju na koji se nastavlja protuuteg. Taj protuuteg stalno drži svjetiljku u vertikalnom položaju, pa svjetlosne zrake ostaju horizontalne i vidljive s površine mora ma kako se brod ljuljao i posrtao.

Osim svjetla, brod-svjetionik ima i snažne zvučne sirene za maglu, eksplozijske signale za maglu, signalnu radio-stanicu i radarski uređaj. Zvučna sirena je obično smještena na krmenom jarbolu a radarska antena na prednjem jarbolu. Na modernim brodovima se svi svjetionički uređaji upućuju i kontroliraju s jednog centralnog mjesta, a automatski alarmni sistem upozorava ako koja svjetionička naprava zataji. Na jarbolima se često nalaze i različni meteorološki instrumenti, jer brodovi svjetionici služe i kao meteorološke stanice.

Iako brod-svjetionik pluta usidren, on ipak mora imati preciznu navigacijsku opremu za kontrolu vlastitog položaja prilikom dolaska na mjesto službe i nakon nevremena, kad uslijed djelovanja valova može brod zajedno sa sidrom da se pomakne. Danas u tu svrhu služi radiogiroskopski uređaj, DECCA-navigatorski ili sistem Loran.

Brod-svjetionik ima 10-15 članova posade koja se brine o pravilnom funkcioniranju svjetioničkih uređaja, obavlja meteorološka opažanja i održava radio-vezu s kopnom i sa brodovima koji nadolaze. Članovi posade ostaju na brodu po nekoliko mjeseci pa se nastoji da njihov smještaj bude što udobniji. Zato osim kabina,

koje su obično ispod glavne palube, brod ima i posebne prostorije za dnevni boravak, zabavu i rekreaciju posade.

Za vrijeme oluje svi otvori na nadvodnom dijelu broda moraju biti nepropusno zatvoreni, pa su svi vanjski prozori i vrata na nadgrađu izvedeni nepropusno. Moderni brodovi-svjetionici imaju na mostu posebni kontrolni uređaj koji pokazuje stanje svih vanjskih otvora. Za dovod zraka dizel-generatorima u strojarnici, za vrijeme dok su svi vanjski otvori zatvoreni, u novije vrijeme upotrebljavaju se sistemi slični šnorklu na podmornicama.

Posebna pažnja je posvećena opremi za spasavanje posade. Na svakom boku broda je po jedan čamac za spasavanje, obješen na sohu čiji smještaj i konstrukcija omogućavaju spuštanje čamca i pri bočnom nagibu broda od 25° .

Stariji brodovi-svjetionici su većinom bili bez vlastitog pogona, pa ih je na mjesto službe odvlačio tegljač, a kao izvor električne energije za napajanje svjetioničkih naprava služili su veliki, teški olovni akumulatori. Nedostaci olovnih akumulatora jesu: veliki gubici energije, relativno kratak vijek trajanja i visoki troškovi održavanja, a glavna prednost im je što nisu izvor buke. Moderni brodovi-svjetionici redovito imaju vlastiti pogon. Kao pogonski strojevi većinom se upotrebljavaju brzohodni dizel-motori koji se mogu prekopčati da služe i za pogon dizel-generatora kad je brod usidren na pučini. Vibracije i buka izazvani radom dizel-generatora znatno bi umanjili udobnost boravka na brodu, pa su zato dizel-generatori postavljeni na gumene amortizere i zatvoreni u specijalna kućišta koja izoliraju zvuk.

Na brodovima-svjetionicima tankovi goriva često imaju otvore na dnu, tako da su stalno spojeni s vanjskom morskome vodom. Gorivo, kao lakše, pliva površ morske vode; koliko se potroši goriva toliko uđe morske vode, pa je tank uvijek do vrha pun i težina broda, a time i gaz, ostaju nepromijenjeni.

Na sl. 2 prikazan je generalni plan tipičnog modernog broda-svjetionika.

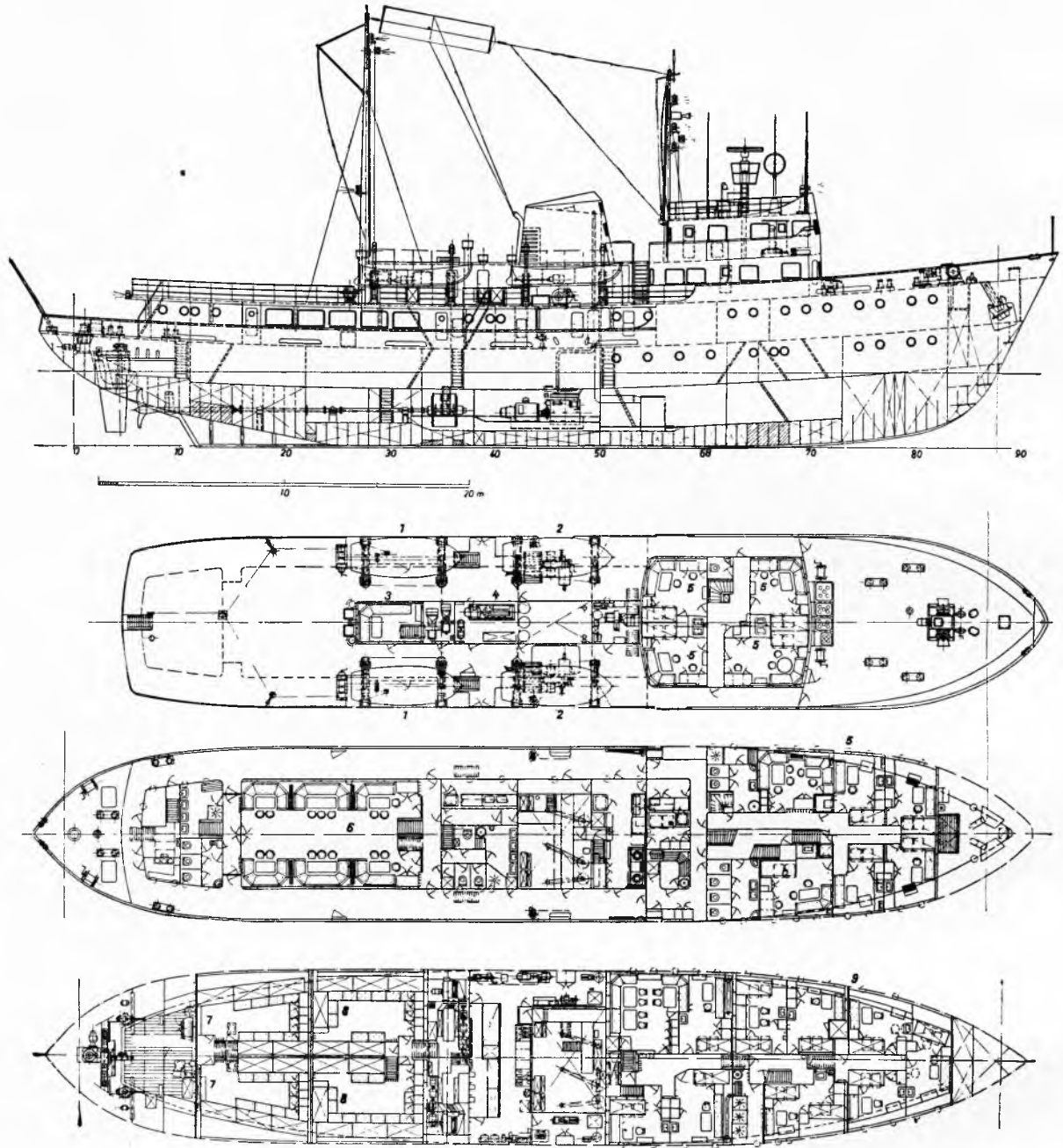
Peljarski brod (pilotski brod) služi kao baza peljarima. Krs-tareći daleko ispred luke dočekuje brodove koje peljari treba da sprovedu u luku i preuzima peljare sa brodova koji izlaze iz luke. Peljarski brodovi se upotrebljavaju samo u slučajevima kad je pristup luci na dužem potezu otežan (luke smještene duboko u riječnim ušćima, u fjordovima ili u teško pristupačnim zaljevima), pa je potrebno da peljar preuzme brod daleko ispred luke. U lako pristupačnim lukama peljari su stacionirani u samoj luci i prebacuju se do broda čamcem.

Prvi peljarski brodovi uvedeni su sredinom prošlog stoljeća; oni su krstarili ispred ušća Temze i Elbe. To su bili jedrenjaci-škune od ~ 25 m dužine sa smještajem za ~ 10 peljara. Pod konac XIX st. pored peljarskih škuna uvode se i peljarski parobrodi. Porast pomorskog saobraćaja u XX st. iziskivao je povećanje broja i veličine peljarskih brodova, pa se već pred Prvi svjetski rat grade peljarski parobrodi od ~ 50 m dužine sa smještajem za preko 40 peljara. Od tada pa do danas dimenzije i kapacitet peljarskih brodova nisu se bitno izmijenili. Današnji brodovi tog tipa obično su dugi ~ 50 m, a raspolazu nastambama za pedesetak peljara. Značajnije promjene su nastale u pogonskim uređajima broda, jer su nakon Drugoga svjetskog rata dizel-pogon i dizel-električni pogon zamijenili pogon parnim strojem, a uvedeni su i novi, efikasniji sistemi kormilarskih uređaja.

Rijetko koji drugi tip broda mora u najtežim vremenskim uvjetima da se upušta u tako složene i opasne manevre kao peljarski brod. I pri najjačem vjetru i visokim valovima peljarski brod mora obavljati svoju službu predajući peljara drugom brodu, odnosno preuzimajući peljara s drugog broda. Pri tome mora prići s privjetrinske strane u neposrednu blizinu drugog broda da bi tako štitio



Sl. 3. Peljarski brod »Al Rasheed«



Sl. 4. Peljarski brod »Ditmar Koel III«; $L_{OA} = 55,17$ m, $L_{CWL} = 50,00$ m, $B = 9,50$ m, $T = 4,15$ m, $V = 900$ m³, $\delta = 473$, $\beta = 0,811$, $\varphi = 0,584$. (Brodske linije v. str. 166.) 1 čamac za spasavanje, 2 peljarski čamac, 3 dnevni boravak peljara, 4 rezervni strujni agregat, 5 nastambe časnika, 6 blagovaonica peljara, 7 kabina za deset peljara, 8 kabina za dvanaest peljara, 9 nastambe posade

od vjetera i valova čamac sa peljarom koji spušta na svom zavjetrinskom boku. Taj je manevar opasan jer je velika nadvodna ploha relativno laganog peljarskog broda izložena pritisku vjetera, pa se samo vještim kormilarenjem i brzim manevriranjem može izbjeći sudar sa susjednim brodom. Slične opasnosti prijete peljarskom brodu i kad u gustoj magli mora izmjenjivati peljare s drugim brodovima.

Peljarski brod se oblikom trupa gotovo nimalo ne razlikuje od manjih putničkih brodova. Ima omjere glavnih dimenzija: $L/B = 5,2 \dots 5,5$, $B/T = 2,1 \dots 2,3$, $H/T = 1,1 \dots 1,3$ i koeficijente oblika trupa: koeficijent istisnine $\delta = 0,47 \dots 0,50$, koeficijent glavnog rebra $\beta = 0,80 \dots 0,85$, prizmatički koeficijent $\varphi = 0,55 \dots 0,60$. Oblik trupa mora brodu prvenstveno osigurati izvrsno ponašanje na valovima i dobar stabilitet. I na najvećim valovima peljarski brod treba da je u stanju spuštati i dizati peljarski čamac, što znači da se ne smije žestoko ljuljati ni valjati. Radi prigušivanja ljuljanja brod je redovno opremljen ljuljnim kobilicama, a radi reguliranja metacentarske visine ima ugrađene visoke tankove za vodu i gorivo.

Da bi ljuljanje broda ostalo u dozvoljenim granicama, početna metacentarska visina ne smije preći 0,9 m. Za peljarske brodove se obično zahtijeva da imaju opseg stabiliteta 60° a pri nagibu od 30° da je poluga stabiliteta najmanje 0,25 m.

Relativna brzina peljarskih brodova je jednaka kao malih putničkih brodova i iznosi $V/\sqrt{L} = 1,0 \dots 1,2$.

Pogonski uređaj peljarskog broda mora omogućiti brzo i efikasno manevriranje brodom, pa je pogon redovito dvovijčan s kormilom iza svakog vijka. Moderni peljarski brodovi imaju srednje brze ili brzohodne pogonske dizel-motore ili dizel-električni uređaj, a upravljanje pogonom je iz kormilarnice.

Raspored prostorija je sličan kao na malom putničkom brodu. Komandni most je relativno daleko naprijed na pramcu radi što boljeg pregleda nad situacijom ispred pramca. Na pramcu je obično zatvoreni kaštel na koji se nastavlja dugi kasar. Kabine stalne posade broda su u kaštelu i u jednom dijelu nadgrađa, a imaju 1, 2 ili 3 ležaja. Peljari su smješteni u dugom kasaru i ispod palube na krmenom dijelu broda u velikim skupnim kabinama sa po 10 i

više ležaja. Za dnevni boravak peljara služi posebna velika prostorija koja može biti ujedno i njihova blagovaonica. Smještaj peljara mora biti udoban, pa su njihove prostorije često zvučno izolirane da bi im se osigurao potreban mir. Raspored prostorija na jednom modernom peljarskom brodu prikazan je na sl. 4.

Konstruktivni dijelovi trupa peljarskog broda dimenzioniraju se prema propisima klasifikacionih društava za male putničke brodove, s time da je pramčani dio eventualno pojačan radi plovidbe kroz led.

Osim standardne opreme, jednake kao na putničkim brodovima, peljarski brodovi imaju specijalne peljarske čamce i brojne navigacijske uređaje. Na svakom boku broda nalazi se po jedan peljarski čamac obješen na teške sohe. Peljarski čamac je obično dug ~ 6 m, težak $2 \cdot 2,5$ t, ima pogonski motor, djelomično zatvorenu palubu i oblik prilagođen za plovidbu po valovima. Sohe peljarskog čamca su nagibne ili klizne s mehaničkim pogonom, da bi spuštanje i dizanje čamca bilo što brže, jednostavnije i sigurnije. Vitlo sohe je snažno, obično snage ~ 50 KS, pa je brzina spuštanja čamca ~ 1 m/sek, a brzina dizanja $\sim 0,7$ m/sek.

Navigacijska oprema uključuje specijalne radarske i signalne uređaje za plovidbu kroz maglu, ultrazvučni dubinomjer, DECCA-navigatorski, prijemno-predajnu brodsku radio-stanicu i posebni UKV-radiotelefonski uređaj za saobraćaj sa susjednim brodovima.

Jahta je specijalan brod namijenjen rasonodi, rekreaciji i sportu. Velika većina jahti je tako malih dimenzija da se ne mogu smatrati brodovima, nego su oveći čamci. Te male jahte obrađene su u članku *Čamac*, a u ovom članku opisane su samo velike, tzv. oceanske jahte, sposobne za duga putovanja morem, koje su tako opremljene i takvih pomoračkih svojstava da i pri dugotrajnoj plovidbi uzburkanim morem pružaju putnicima relativno udoban boravak. Ako se kao kriterij za klasifikaciju jahti na čamce i brodove uzme udobnost i sigurnost plovidbe otvorenim morima, proizlazila da oceanske jahte, tj. jahte-brodovi, moraju biti duge najmanje 25 m, odnosno da moraju imati istisninu iznad 100 t.

Oceanske jahte su umnogome slične luksuznim putničkim brodovima. Kao i putnički brod, oceanska jahta mora zadovoljavati sve zahtjeve sigurnosti života putnika i posade, što znači da mora imati: propisanu nepropusnu podjelu unutrašnjosti trupa, dovoljan stabilitet u svim uvjetima opterećenja, uređaje za sprečavanje, otkrivanje i gašenje požara, sposobnost da plovi uzburkanim morem bez opasnosti da se ošteti konstrukcija trupa ili oprema, i propisanu opremu za spasavanje. Radi udobnosti putnika pogonski stroj jahte ne smije biti izvor vibracija i šumova, a sve prostorije moraju imati efikasnu ventilaciju. Ove zahtjeve obično moraju zadovoljavati i putnički brodovi, samo što su za jahte ti zahtjevi redovito još stroži i teže ih je zadovoljiti zbog malih dimenzija jahte. Na velikom putničkom brodu zvučna izolacija strojarne nije naročit problem jer se sve putničke prostorije mogu smjestiti dovoljno daleko od izvora buke, a to na jahti nije slučaj. Jahta mora imati ventilacijski uređaj koji odgovara za sve klimatske uvjete u svim geografskim područjima, dok se ventilacija put-

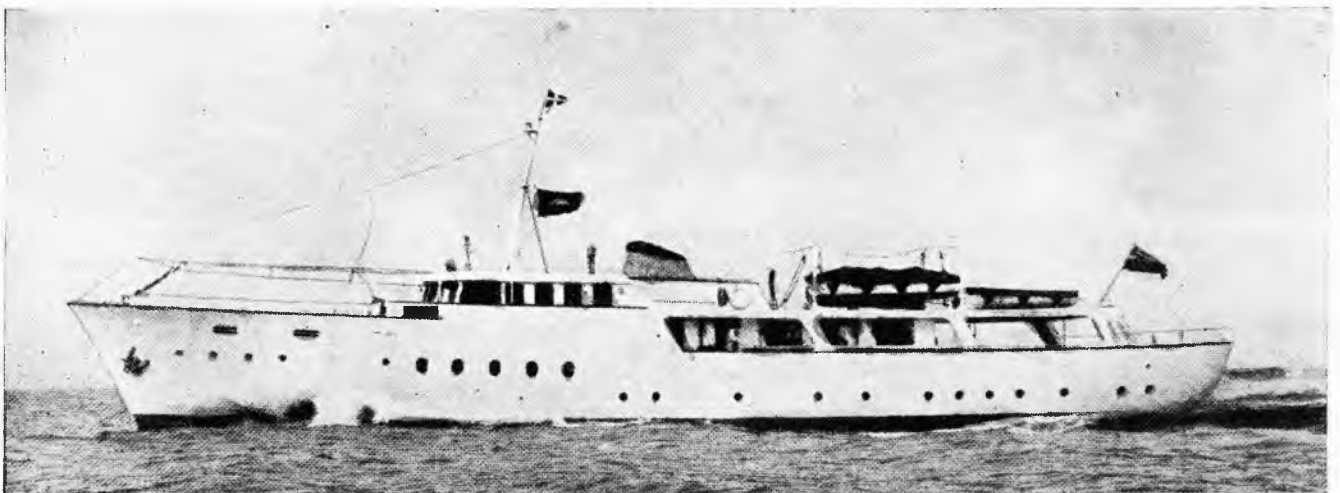


Sl. 6. Jahta-bark »Hussar«; $\Delta = 3100$ t, 3300 m³ jedrilja (dvostruko više nego odgovarajući nekadašnji teretni jedrenjaci)

ničkog broda izvodi za određene klimatske prilike na liniji za koju je brod određen.

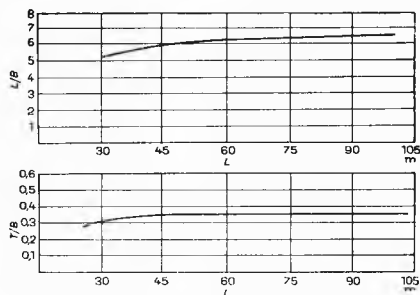
Glavna je razlika između jahte i putničkog broda u unutrašnjem rasporedu i opremi putničkih prostorija. Na putničkom brodu treba za neko kraće vrijeme smjestiti određeni — i to mogućnosti što veći — broj putnika, s tim da se uz jedan određeni komfor osigura i rentabilnost broda. Za jahte ne postoji račun rentabilnosti eksploatacije, a putnici na njoj borave kroz duže vrijeme nego na putničkom brodu. Stoga su nastambe i prostorije za boravak na jahtama obično udobnije nego na standardnim putničkim brodovima a raspored prostorija i njihova oprema izvedeni su prema ukusu i zahtjevima vlasnika jahte a ne prema uobičajenim normama.

Većina oceanskih jahti ima pogon dizel-motorima, i to obično brzhodnim ili srednje brzim, ali postoje i pojedine velike jahte s pogonom pomoću parne turbine, dizel-električkim pogonom, pa čak i pogonom plinskim turbinama. Posebnu grupu tvore velike jahte-jedrenjaci s jedriljem barka, škune, brika itd. i s pomoćnim dizel-motorom. Iako ove jahte-jedrenjaci predstavljaju neku



Sl. 5. Motorna jahta »Cardigraet«; $L = 37,6$ m, $B = 6,4$ m, $T = 2,4$ m, $\Delta = 222$ t

vrstu sportskih brodova, ipak imaju putničke prostorije uređene vrlo udobno a ponekad i luksuzno.



Sl. 7. Odnosi glavnih dimenzija jahta

Snaga pogonskog postrojenja oceanskih jahti kreće se od 400 do 4000 KS, ovisno o veličini i brzini jahte. Brzine velikih jahti obično su između 12 i 22 čv. Izuzetak predstavlja izvjestan broj jahti koje su pregrađeni manji ratni brodovi. Nakon Drugoga svjetskog rata prodavani su kao ratni viškovi patrolni i eskortni brodovi, korvete i lovci podmornica, pa su neki od tih brodova pregrađeni u jahte tako da je zadržan originalni trup i pogonski uređaj, a rekonstruirana unutrašnjost trupa i nadgrađe, skinuto naoružanje i izmijenjena oprema broda. Svojim vrlo snažnim pogonskim strojevima ovakve jahte mogu razviti brzinu i do 45 čv.

Zbog različitih načina pogona jahti i različitih specifičnih zahtjeva brodovlasnika, a naročito zbog prilično velikih razlika u brzinama, koeficijenti oblika trupa i omjeri glavnih dimenzija oceanskih jahti kreću se u dosta širokim granicama. U dijagramu,

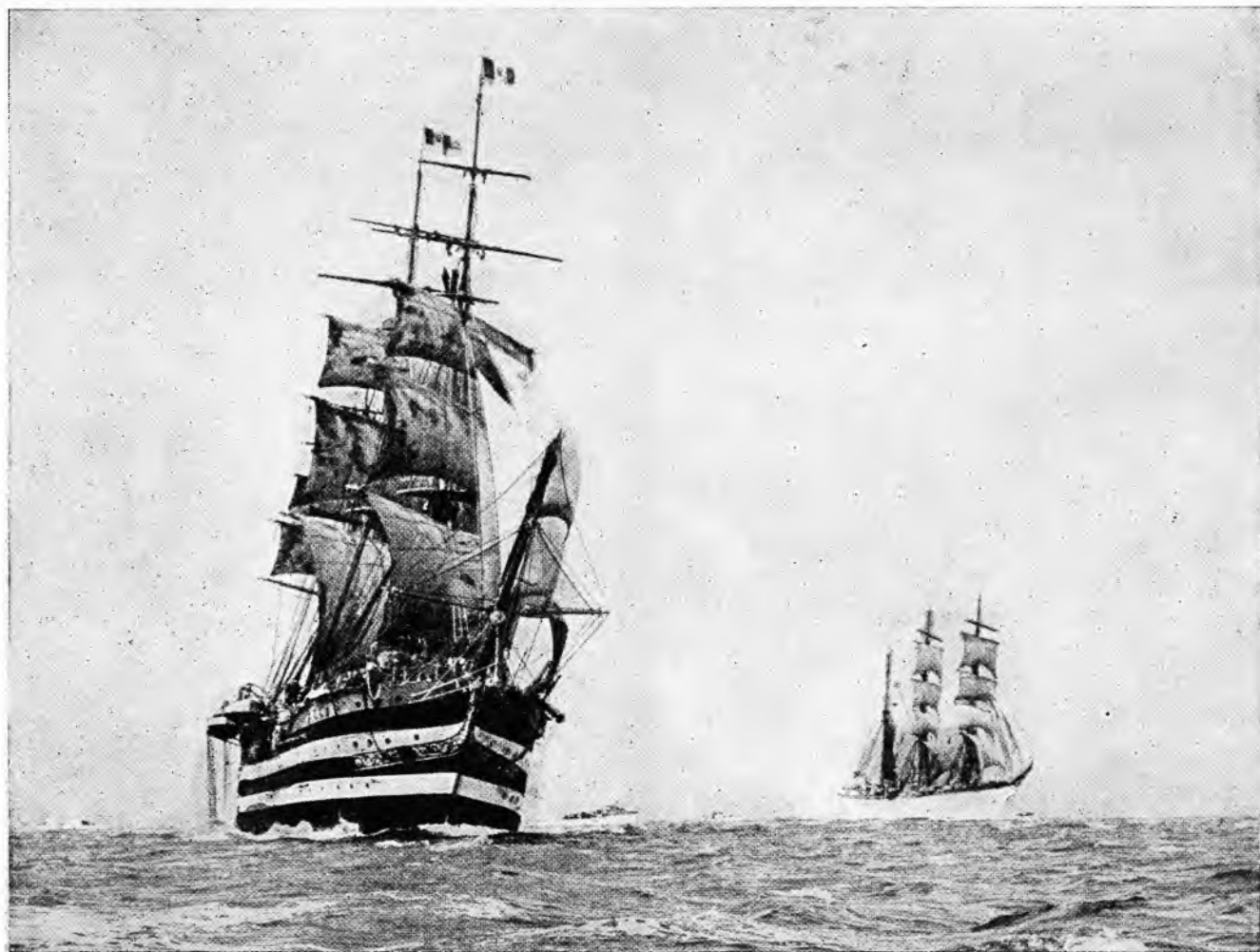
sl. 7, prikazane su prosječne vrijednosti glavnih dimenzija i njihovih omjera za velike jahte. Prosječne vrijednosti koeficijenta oblika trupa iznose: koeficijent istisnine $\delta = 0,52 \dots 0,55$, prizmatički koeficijent $\varphi = 0,57 \dots 0,60$, koeficijent glavnog rebra $\beta = 0,90 \dots 0,92$, koeficijent vodne linije $\alpha \approx 0,72$. Jahte s pogonom na jedra imaju oblik trupa poput brzih jedrenjaka, a jahte koje su dobivene pregrađivanjem ratnih jedinica imaju trup jednak kakav je imao originalni ratni brod. Pri projektiranju jahte osnovno je da se glavne dimenzije i oblik trupa odaberu tako da je u prvom redu osiguran dovoljan stabilitet i dobro ponašanje broda na valovima.

Za građevne elemente i konstrukciju trupa velikih jahti postoje posebni propisi klasifikacionih društava. Prema tim propisima jahte imaju jaču konstrukciju i deblje građevne elemente trupa nego putnički brodovi. Vrlo često se kao građevni materijal upotrebljavaju laki metali, naročito za nadgrađa i dijelove palubne opreme. Oceanske jahte moraju biti izvedene u skladu s propisima Međunarodne konvencije o sigurnosti života na moru. Većina jahti ima i više nepropusnih pregrada nego što to zahtijeva Konvencija, tako da ne potonu ni ako voda naplavi tri susjedna prostora u trupu.

Radi što boljeg ponašanja na valovima i što udobnije vožnje po uzburkanom moru moderne velike jahte redovito imaju stabilizatore za prigušivanje ljuljanja broda. Kao stabilizatori se upotrebljavaju aktivne perajice i aktivni ili pasivni protuljuljni tankovi.

Školski brod služi za izobrazbu budućih oficira trgovačke i ratne mornarice.

U drugoj polovici XIX st. počeli su se za praktičnu obuku oficirskog podmlatka mornarice upotrebljavati posebni školski brodovi. To nisu bili specijalno građeni brodovi, nego adaptirani stari jedrenjaci trgovačke ili ratne mornarice. Prvi školski brodovi su se pokazali kao vanredno korisna pomoć u školovanju po-



Sl. 8. Školski brodovi »Amerigo Vespucci«, 3543 t (lijevo) i »Gorch Fock« 1989 t (desno)

morskih oficira, pa u XX st. pojedine pomorske zemlje grade jedrenjake raznih tipova, a u novije vrijeme i normalne motorne trgovačke brodove, da služe isključivo kao školski brodovi.

Današnji školski brodovi mogu se podijeliti u dvije grupe. U prvu grupu spadaju razni tipovi jedrenjaka (križnjak, bark, barkantina, škuna itd.), a u drugu normalni trgovački brodovi. Školski brodovi jedrenjaci su većinom čelične konstrukcije sa čeličnim jarbolima i križevima. Osim jedara, za pogon im služi i pomoćni dizel-motor. Veličina tih brodova je različita: najmanji imaju smještaj za dvadesetak kadeta, a najveći i za dvije stotine. Oblik trupa je kao klasičnih jedrenjaka XIX st., s izraženim V-rebrima na pramčanom dijelu i sa nešto punijim krmenim dijelom. Snast i jedrilje školskih brodova-jedrenjaka je vrlo raznoliko i ovisi o tipu jedrenjaka kojem brod pripada.

Školski brodovi druge grupe imaju potpuno jednak oblik i konstrukciju trupa kao moderni standardni trgovački brodovi, a i raspored prostorija im je jednak, osim što je jedan dio brodskih skladišta iskorišten za nastambe, predavaonice i kabinete.

Bez obzira na tip, svi su školski brodovi opremljeni modernom navigacijskom opremom, prostorijama za održavanje nastave, laboratorijima i radionicama za praktične vježbe. Broj i veličina predavaonica, laboratorija i nastavnih kabineta ovisi o veličini broda. Veliki školski brodovi obično imaju ove posebne prostorije namijenjene obuci kadeta: nastavnu radio-kabinu, nastavnu navigacijsku kabinu, vježbaonicu za rad s kartama, vježbaonicu za rad s giro-kompasom, posebnu brodsku strojarnicu, posebnu nastavnu prostoriju s električnim generatorima i ispravljačima, foto-laboratorij, kemijski laboratorij, laboratorij za mjerne instrumente, užarsku radionicu, tesarsku radionicu, mehaničarsku radionicu, biblioteku i jednu ili više predavaonica.

Stalna posada i nastavnici su smješteni u jednokrevetnim i dvokrevetnim kabinama, a kadeti u velikim zajedničkim prostorijama sa 20-100 ležaja, obično visaljki. Kadeti imaju zasebnu blagovaonicu, sanitarne prostorije i eventualno salon. Školski brodovi redovno imaju bolnicu i brodskog liječnika.

Posebna pažnja je posvećena sigurnosti školskih brodova. Školski brodovi imaju nepropusne pregrade, sredstva za spasavanje, protupožarne uređaje, sredstva veze i navigacijsku opremu prema odredbama koje Međunarodna konvencija o sigurnosti života na moru propisuje za putničke brodove. Školski brodovi-jedrenjaci moraju zadovoljiti vrlo stroge zahtjeve u pogledu stabiliteta. Obično se zahtijeva da početna metacentarska visina za opremljen brod bez goriva i vode ne bude manja od 0,6 m, da je maksimalna poluga stabiliteta tek iza kuta nagiba od 45°, a da pri nagibu od 90° još uvijek ima pozitivnu vrijednost. Na jedrenjacima se često palubne kućice izvode nepropusno, a svi otvori u palubi se smjeste tako u simetralu broda da ni pri nagibu od 90° ne dodu pod vodu.

Pomoćni motor školskih jedrenjaka obično je toliko snažan da brod može u luci sam manevrirati. Kako brodski vijak za vrijeme kad motor ne radi ne bi povećavao otpor broda, on se otkopča od osovinskog voda te se okreće slobodno, ili se dvo-krilni vijak fiksira tako da mu krila dodu iz krmenne statve.

ŠKOLSKI BRODOVI

| Ime broda | »Gorch Fock« | »Horizont« |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Zemlja | S. R. Njemačka | SSSR |
| Godina gradnje | 1958 | 1961 |
| Tip | jedrenjak bark | motorni trgovački brod |
| Dužina preko svega L_{OA} , m | 89,32 | 105,07 |
| Dužina između okomica L_{PP} , m | 70,20 | 95,46 |
| Širina B , m | 12,0 | 14,4 |
| Bočna visina H , m | 7,3 | 10,2 |
| Gaz T , m | 4,85 | 6,2 |
| Istisnina Δ , t | 1810 | 6017 |
| Površina jedara, m ² | 1964 | — |
| Pogonski stroj | pomoćni dizel-motor | dizel-motor |
| Tip | | |
| Snaga, KS | 800 | 3250 |
| Brzina V , čv | 10 | 13,7 |
| Broj posade i nastavnika | 74 | 57 |
| Broj kadeta | 200 | 154 |

U prednjoj tablici prikazani su osnovni podaci za dva moderna školska broda.

A. Sentić

BRODOVI UNUTRAŠNJE PLOVIDBE, brodovi koji su projektirani i građeni za plovidbu po unutrašnjim plovnicama: rijekama, kanalima i jezerima. Ti se brodovi svojom konstrukcijom, oblikom trupa, rasporedom prostorija i opremom razlikuju od morskih brodova jer se i uvjeti plovidbe po unutrašnjim vodama i po moru bitno razlikuju.

Historija plovidbe počinje s riječnim splavima i čamcima, i riječni brod, u stvari veliki čamac, nastao je prije morskog broda. Najstariji do sada poznati crteži brodova potječu iz ← IV milenija a nalaze se na pećinama u gornjem toku Nila. Ti crteži prikazuju riječne čamce koji su već toliko veliki da se mogu smatrati prvim riječnim brodovima. Tek 2000 godina kasnije Egipćani su počeli graditi prve morske brodove na Mediteranu. Ali dok su se morski brodovi, iako polagano, usavršavali i postajali veći, riječni brodovi su hiljadama godina stagnirali ostajući stvarno samo veći čamci, teglenice ili splavi. Razlog tome je bila slaba ili nikakva mogućnost da se na unutrašnjim vodama koristi pogon jedrima, nego su se riječni brodovi pokretali veslima, odguravali motkama, te gliili ljudskom ili životinjskom snagom ili jednostavno spuštali niz riječnu maticu. Nedostajanje efikasnijeg sistema pogona riječnih brodova i konfiguracija nereguliranih prirodnih riječnih tokova nisu dozvoljavali da se dimenzije riječnih brodova povećaju, pa su im stoga i konstrukcija i oblik trupa dugo ostali vrlo jednostavni i primitivni.

Tek izum parnog stroja i prijelaz sa drvene na željeznu konstrukciju brodova učinili su kraj stagnaciji u razvoju riječnih brodova. Parni stroj kao autonomni brodski uređaj bio je interesantan u prvom redu za riječnu plovidbu. Stoga je velika većina eksperimenata s parnim pogonom broda ispočetka vršena na rijekama: 1707 Papin na Fuldi i Weseru, 1763 W. Henry na Canestogi, 1775 Jouffroy na Seini, 1787 J. Ramsay na Potomacu, itd. I prvi uspješni parobrodi bili su riječni brodovi: »Charlotte Dundas«, koji je 1802 zaplovio kanalom Forth-Clyde, i Fultonov »Clermont«, koji je 1807 počeo redovni saobraćaj na rijeci Hudson. Tek pošto se parni stroj afirmirao kao pogonsko sredstvo riječnih brodova, njime su se počeli koristiti i na morskim brodovima. Istodobno s parnim strojem u brodogradnji se uvode željezne brodske konstrukcije. To je bio drugi faktor koji je omogućio da se dimenzije riječnih brodova znatno povećaju, jer je njime riješen problem čvrstoće niskog a dugačkog trupa.

Bržem razvoju brodova unutrašnje plovidbe doprinijela je i nagla industrijalizacija Evrope i USA tokom XIX i XX st. Industrij je trebao efikasan i ekonomičan transport masovnih tereta pa je riječni saobraćaj dobio znatno veći značaj nego što ga je imao ikad ranije. Veliki zahtvi na regulaciji plovnic i riječnih luka i sve veća potražnja za transportnim sredstvima stimulirali su gradnju i modernizaciju riječne flote, kao i razvoj specijalnih tipova riječnih brodova kao s obzirom na namjenu (teretni brodovi, teretne teglenice, tankeri, tegljači itd.) tako i s obzirom na područje plovidbe (brodovi za plovidbu Rajnom, Dunavom, Temzom, određenim kanalima, itd.). Ispitivanjima modela riječnih brodova u posljednjih 30 godina znatno je poboljšan oblik trupa i sistem propulzije. Na brodovima unutrašnje plovidbe uvedeni su novi navigacijski instrumenti i moderna oprema, pa je plovidba rijekama postala lakša i sigurnija a ekonomičnost broda veća. Posebni značaj za povećanje efikasnosti riječnog transporta ima postepeni prijelaz sa tegljenja teglenica na garanje, što se je u USA počelo šire primjenjivati nakon 1930, a u Evropi nakon 1950.

Podjela brodova unutrašnje plovidbe. Brodovi unutrašnje plovidbe mogu se podijeliti na dvije osnovne grupe: na brodove bez vlastitog pogona ili teglenice i brodove s vlastitim pogonom.

Teglenica je vrlo jednostavan tip broda koji postoji uglavnom samo na rijekama, a služi za prijevoz tereta. Kako nema pogonskog uređaja, teglenica ne može ploviti sama nego je tegli ili gura drugi brod, koji ima vlastiti pogon. Oblik trupa, konstrukcija i veličina teglenice moraju biti prilagođeni vodnom putu i vrsti tereta, pa stoga ima više tipova teglenica. S obzirom na teret teglenice se dijele na ove glavne tipove: teglenice za opći teret, za kontejnere, za rasuti i sipki teret, za tekući teret i za izbagerovani materijal (šljunak, mulj, kamenje). S obzirom na područje plovidbe teglenice se dijele na teglenice koje su namijenjene transportu na određenoj rijeci ili kanalu, na lučke teglenice i na teglenice za plovidbu u riječnim ušćima a eventualno i za malu obalnu plovidbu.

Glavni tipovi brodova unutrašnje plovidbe koji imaju vlastiti pogon jesu: teretni brodovi za opći teret, tankeri za prijevoz tekućeg tereta, putnički brodovi, tegljači i gurači, skele i trajekti. Teretni brodovi, bez obzira na to da li su namijenjeni prijevozu općeg ili tekućeg tereta, obično imaju i uređaje za tegljenje teglenica. I riječni brodovi s vlastitim pogonom mogu se podijeliti prema području plovidbe na tipove specijalno građene za određeni plovni put.

Riječno-morski brodovi i brodovi na američkim Velikim jezerima posebni su tipovi brodova unutrašnje plovidbe. *Riječno-morski brodovi* su konstruirani tako da mogu ploviti i rijekama i morem, pa predstavljaju neki kompromis između riječnog i morskog broda. *Brodovi na Velikim jezerima* po svojoj veličini su jednaki velikim morskim teretnim brodovima, ali im je oblik trupa i raspored prostorija i opreme sasvim različit od oblika trupa i rasporeda prostorija bilo kojeg drugog tipa riječnog ili morskog broda.

Opće karakteristike brodova unutrašnje plovidbe. Specifični uvjeti plovidbe relativno uskim, a često i plitkim rijekama i kanalima, plovidba kroz brzace i prolazi kroz splavnice u velikoj mjeri uslovljavaju oblik, konstrukciju i način pogona brodova unutrašnje plovidbe.

Dimenzije riječnog broda ne mogu se odabrati polazeći samo od ekonomičnosti gradnje i rentabilnosti eksploatacije broda.