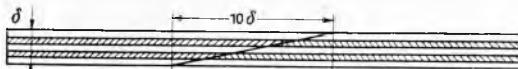


minske smole i sl. Veće šperploče smiju imati u pojedinim slojevima lijepljene sastave. Uzdužni sastavi (šavovi), približno paralelni smjeru vlakanaca, lijepe se »tupo« (sl. 11 a). Šavovi u pojedinim slojevima moraju biti razmaznuti, tj. ne smiju biti jedan iznad drugog. Poprečni sastavi (stikovi) koji leže počesno na smjer vlakanaca moraju se izvesti skošeno, i to ili

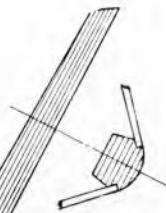


Sl. 12. Spoj dviju šperploča

između pojedinih slojeva jedne šperploče (sl. 11 b) ili između dviju cijelih šperploča (sl. 12). U prvom slučaju moraju skošeni spojevi biti razmaznuti.

Prednosti ukočenih ploča u odnosu na obične drvene ploče jesu što im je čvrstoća jednaka u svim smjerovima, što je sticanje odnosno širenje uslijed promjene vлаге minimalno i jednoliko, što je uz istu čvrstoću ukočena ploča lakša i što oplata ima ljepši izgled.

Ali uvjeti koji su propisani za kvalitet drva i ljepila vrlo su strogi, a osim toga moraju se brodovi s djelomično ili u cijelosti lijepljenim elementima graditi u zatvorenom prostoru, u kojem se mora održavati jednolična temperatura od najmanje 15°C . Stoga ukočeno drvo još nije našlo širu upotrebu u brodogradnji; ono se

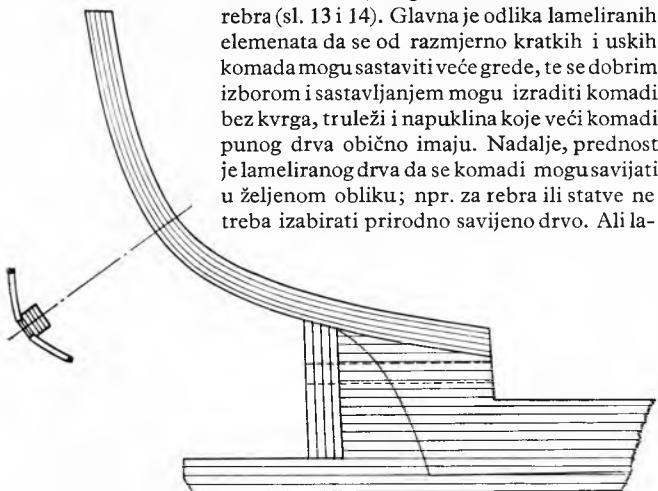


Sl. 13. Pramčana statva od lameliranog drva

za sada, uglavnom, upotrebljava samo za vanjsku i palubnu oplatu manjih brodova.

Druga vrsta lijepljenog drva u brodogradnji jest *lamelirano drvo*. Za razliku od slojeva ukočenog drva, pojedini slojevi (lamele) lameliranog drva položeni su jedan na drugi tako da su vlakanca svih slojeva približno paralelna. Od lameliranog drva se izrađuju uglavnom kobilica, statve i rebra (sl. 13 i 14).

Glavna je odlika lameliranih elemenata da se od razmjernekratkih i uskih komada mogu sastaviti veće grede, te se dobrim izborom i sastavljanjem mogu izraditi komadi bez kvrga, truleži i napuklina koje veći komadi punog drva obično imaju. Nadalje, prednost je lameliranog drva da se komadi mogu savijati u željenom obliku; npr. za rebra ili statve ne treba izabirati prirodno savijeno drvo. Ali la-



Sl. 14. Krmena statva od lameliranog drva

melirano drvo je skuplje od punog drva pa se najviše primjenjuje za serijsku izradu brodova, jer se u tom slučaju cijena serije smanjuje u većoj mjeri nego pri serijskoj gradnji na klasični način. Dobro izrađeno lamelirano drvo ima i veću čvrstoću nego puno drvo, npr. Germanski Lloyd dopušta za jahte da visina kobilice od lameliranog drva može biti za 10% manja nego kobilice od punog drva ako debljina pojedinih lamele nije veća od 10 mm. Debljina pojedinih slojeva lameliranog drva ovisna je u prvom redu o polu-

mjeru savijanja: u ravnom elementu mogu pojedini slojevi biti deblji nego u savijenom elementu. Međutim, debljina lamele ne smije biti manja od 5 mm niti veća od 20 mm. Tvrdo drvo se može saviti na manji polumjer nego meko drvo. Npr. za hrastovinu se preporuča da najmanji polumjer savijanja iznosi 70...90 debljine lamele (odnosi se na debljine lamele od 6 do 20 mm, i to manji polumjer na manje debljine). Nadalje, polumjer savijanja ne smije biti manji od 1,6 prosječnog polumjera pri kojem se dotično drvo pri savijanju lomi. Vlažno drvo se može savijati na manji polumjer nego suho drvo. Vlagu drva za lameliranje smije iznositi 6...17%, ali se preporuča kao najprikladniji iznos 10...12%. Važno je da sadržaj vлаге pojedinih lamele istog sastava bude što jednoličniji, te da razlika ne iznosi više od 3%.

Osim dobrom jednoličnom obradom površine lamele i dobriim ljepilom, uspješno lijepljenje uvjetovano je i temperaturom drva pri premazivanju ljepilom. Najpovoljnija temperatura drva je između 21 i 26°C , a dopuštene granice te temperature su 10 i 38°C . Nadalje je važno da se odmah nakon premaza ljepilom lijepljeni spojevi podvrgnu određenom pritisku. Taj je pritisak za drvo manje gustoće $7\cdots10,5 \text{ kp/cm}^2$, a za drvo veće gustoće $10,5\cdots18 \text{ kp/cm}^2$. Važno je da je pritisak jednoličan po cijeloj dužini ravnog ili savijenog lameliranog komada. Nakon lijepljenja lamelirani sastav se pod pritiskom toplinski obraduje u posebnoj prostoriji koja ima automatsku regulaciju temperature i vлаге. Toplinska obrada sastoji se u zagrijavanju i naknadnom ohlajivanju uz određenu vlagu u prostoriji, a trajanje ovisi o dimenzijama lameliranog sastava.

Dok ukočeno drvo — šperploče — brodogradilište naručuje od specijaliziranih fabrika, lamelirano drvo mora izraditi samo brodogradilište. Šperploče se mogu naručiti u željenim dimenzijama, kao i limovi za gradnju čeličnih brodova, a lamelirani komadi (rebra, statve i sl.) su za svaki brod drugog oblika, koji im se daje pri sastavljanju (lameliranju) u naročitom kalupu. Dakle, brodogradilište mora imati specijalne uređaje i kadar specijaliziranih stručnjaka, pa je primjena tog načina gradnje rentabilna samo ako se izvjesni tipovi drvenih brodova izrađuju u serijama.

A. Leibefrost

OPREMA BRODA

U opremu broda spadaju svi uređaji, naprave i dijelovi broda osim golog brodskog trupa i pogonskog postrojenja. Prema namjeni, standardna oprema broda se može podjeliti na ove glavne grupe: oprema koja služi za baratanje teretom, za zaštitu i čuvanje tereta; oprema stambenih prostorija i prostorija potrebnih za normalan život na brodu; navigacijska oprema; oprema koja služi za sigurnost i zaštitu broda; oprema za spasavanje; oprema za privez i sidrenje broda; oprema za grijanje, hlađenje i ventilaciju brodskih prostorija; obloge i izolacije prostorija i paluba; sanitarna oprema i razni sistemi cijevnih vodova; oprema za signalizaciju i održavanje veze s vanjskim svijetom. Specijalni tipovi brodova imaju osim standardne i različitu specijalnu opremu, neophodnu da brod može obavljati svoje specifične funkcije.

Obično većinu te opreme ne izrađuje brodogradilište već je isporučuje ostala industrija. U prosjeku se može uzeti da na normalnom teretnom brodu od $12\ 000$ t nosivosti oprema predstavlja $30\cdots35\%$ ukupne vrijednosti broda. Na putničkim brodovima taj je procent veći, a ovisi o veličini broda, o luksuznosti njegove izvedbe i o geografskom području na kome saobraća.

Iako veći dio brodske opreme po svojoj namjeni služi isto svrsi, kao i odgovarajući uređaji na kopnu, ipak se brodska oprema po izvedbi i karakteristikama razlikuje od kopnenih uređaja. Razlog tome su specifični uvjeti rada broda. Za razliku od kopnenih uređaja, brodska oprema je izvrnjuta velikim i često naglim promjenama klimatskih uvjeta, stalnoj vlazi, djelovanju soli, vibracijama, potresima i velikim promjenama opterećenja. S druge strane, težina brodske opreme treba da bude što manja, jer svako povećanje težine ide na uštrbu korisne nosivosti broda, a dimenzije pojedinih dijelova opreme često su ograničene raspoloživim prostorom. Od svih dijelova brodske opreme zahtijeva se maksimalna pouzdanost i sigurnost funkcioniranja, jer kvar nekog dijela može dovesti u pitanje sigurnost čitavog broda ili života putnika i posade, a mogućnosti da se na otvorenom moru kvar otkloni i defektivi dio popravi ili zamijeni znatno su manje nego na kopnu.

Uredaji za krcanje

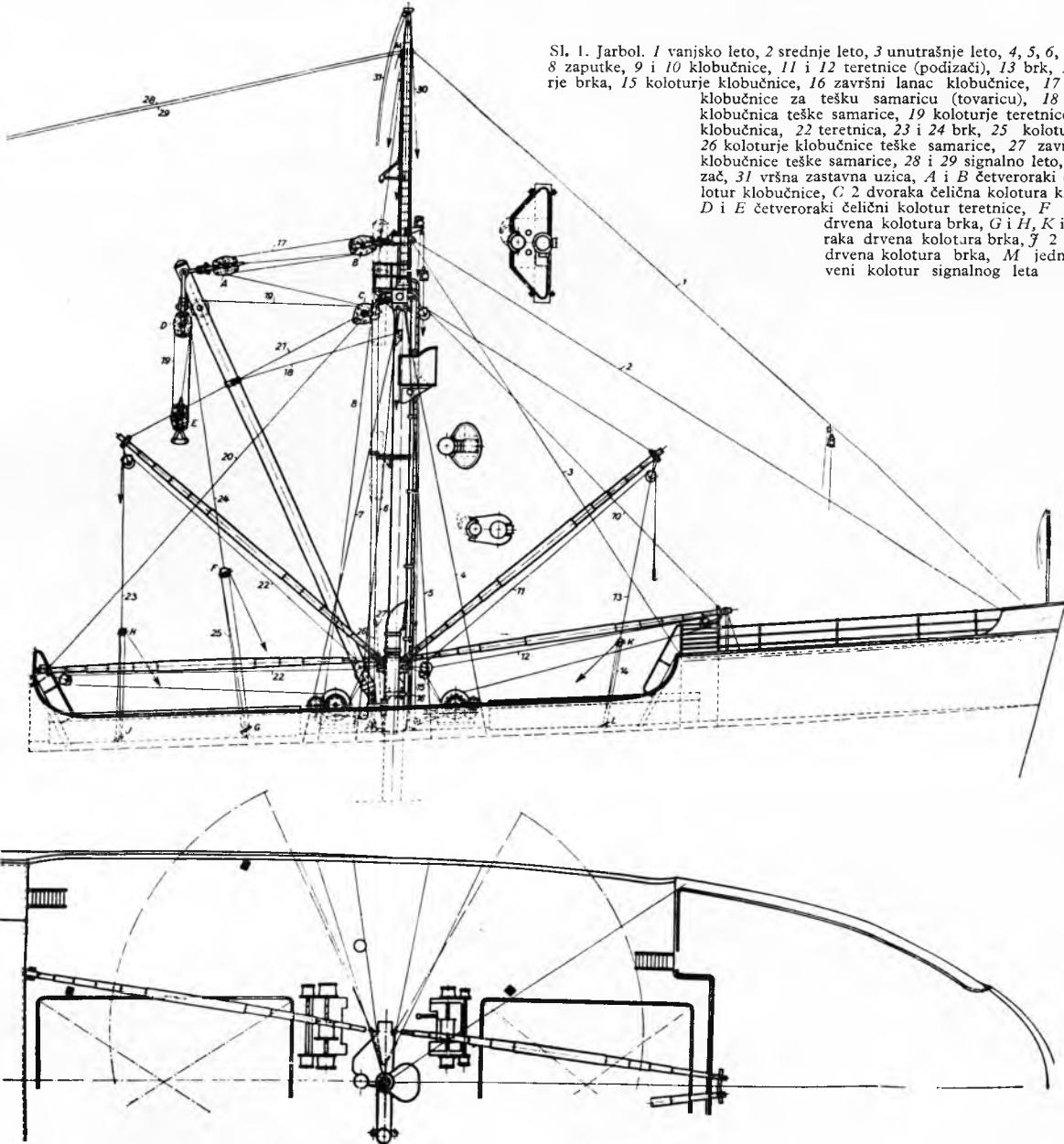
Oprema za krcanje se sastoji od jarbola, samarica, opuća, vrv i teretnih vitala.

Jarboli mogu biti jednostruki, udvojeni ili bipodni, a služe da nose samarice, navigacijska svjetla, antene, gromobrane, signalne zastave i izviđačke košare, a ponekad i kao ventilacijske cijevi skladišta (sl. 1). Jarboli su redovito smješteni između dva

jarbola, može prebaciti na krmenu ili pramčanu stranu broda i tako posluživati dva grotla.

Bipodni jarboli imaju oblik obrnutog slova V, što osigurava krutost konstrukcije, pa nisu potrebne pripone. U novije vrijeme brodovi se sve više grade s ovakvim tipom jarbola.

Spoj jarbola s palubom mora biti dovoljno jak da se na konstrukciju broda prenesu sile koje nastaju u jarbolu za vrijeme



Sl. 1. Jarbol. 1 vanjsko leto, 2 srednje leto, 3 unutrašnje leto, 4, 5, 6, 7 pripone, 8 zaputke, 9 i 10 klobučnice, 11 i 12 teretnice (podizači), 13 brk, 14 koloturje brka, 15 koloturje klobučnice, 16 završni lanac klobučnice, 17 koloturje klobučnice za tešku samaricu (tovaricu), 18 pomoćna klobučnica teške samarice, 19 koloturje teretnice, 20 i 21 klobučnica, 22 teretnica, 23 i 24 brk, 25 koloturje brka, 26 koloturje klobučnice teške samarice, 27 završni lanac klobučnice teške samarice, 28 i 29 signalno leto, 30 podizač, 31 vršna zastavna užica, A i B četveroraki čelični kolotur klobučnice, C 2 dvoraka čelična kolotura klobučnice, D i E četveroraki čelični kolotur teretnice, F 2 tronaka drvena kolotura brka, G i H, K i L 2 dvostrukna drvena kolotura brka, J 2 jednoraka drvena kolotura brka, M jednoraki drveni kolotur signalnog leta

grotla, pa njihov broj ovisi o broju grotala koje treba posluživati samaricama.

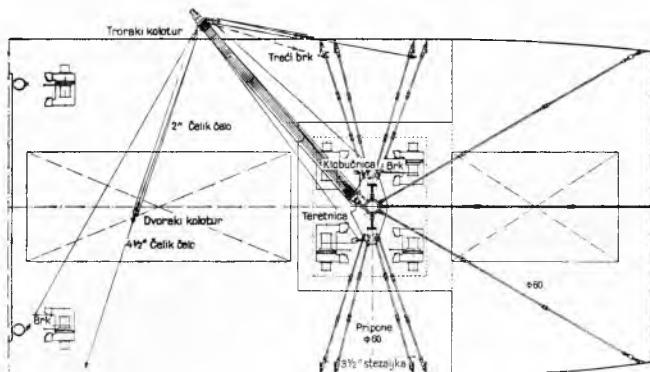
Jednostruki jarbol je napravljen od čelične cijevi, koja je na starijim brodovima sastavljena od zakivanih limova, a na modernijim brodovima od varenih limova ili je Mannesmann-cijev. Jarboli od više komada spajaju se uvlačenjem gornjeg dijela u šupljinu donjega ili se na vrh donjeg dijela privari horizontalna ploča na koju se gornji dio jarbola čvrsto veže pomoću sistema križnih koljena. Vrh jarbola može biti drven.

Široki brodovi s kratkim samaricama imaju *udvojene jarbole*, na vrhu spojene konstrukcijom u obliku mosta. Svaki od udvojenih jarbola redovno ima po dvije samarice. Brodovi za prijevoz samo teških tereta imaju udvojene jarbole specijalne konstrukcije koja omogućava da se teška samarica, smještena u rascjepu između

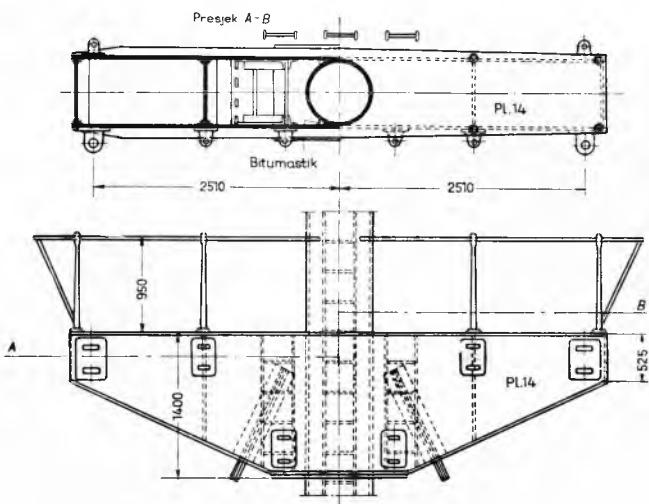
dizanja tereta. Zato jarboli prolaze bar kroz dvije palube, a po mogućnosti siju do dna broda. Mesta na palubama kroz koja prolaze jarboli kao i ona na koja se jarboli upinju pojačana su lokalnim podvostručenjima.

Ranije su jarboli uvek bili ukrepljeni *priponomama*. Pripone predstavljaju smetnju kod rada sa samaricama pa se danas izbjegavaju; zato se izvode jarboli pojačane konstrukcije koja preuzima sve nastale sile. Pripone su od čeličnog užeta, a ponekad od okruglog željeza. Sa svake strane jarbola postavljaju se po četiri pripone, tako da ukrepljuju jarbol i bočno i uzdužno. Krajni pramčani i krajni krmeni jarbol imaju po dva uzdužna užeta (*leta*) koja su učvršćena na samom kraju pramca i krme i od kojih jedno ide do vrha jarbola, a drugo do jarma. Donji kraj pripone je vezan za palubu preko stezaljki a gornji je učvršćen o jaram jarbola.

Kad se dižu teški tereti, jarbol se pojača dvjema ili trima posebnim osiguračima položenim od gornjeg dijela jarbola u smjeru obratnom od smjera djelovanja sile u klobučnici (sl. 2).



Sl. 2. Jarbol s teškom samaricom i osiguračima



Sl. 3. Jaram jarbola

Jaram jarbola (sl. 3) služi za pričvršćenje pripona, zatim kao objesište klobučnica, kao nosač konzola za dizanje kolotura samarice; na njemu su učvršćeni reflektori za osvjetljenje palube i prstani u koje se za vrijeme plovidbe fiksiraju podignute samarice. Gornja ploha jarma ima ogradu jer služi kao radna platforma za ljudstvo koje podešava koloturnike, klobučnice i užad samarica. Visina jarma iznad palube je jednaka dužini samarice, tj. od 13 do 20 m. Konstrukcija jarma ovisi o sili u objesištu klobučnice i mora biti dovoljno čvrsta da preuzme horizontalne i vertikalne komponente sila u klobučnicama.

Samarice su napravljene od bešavnih ili zavarenih cijevi. Brodovi obično imaju do dvije teške samarice od 25...50 tona, do dvije samarice po 10 tona, i osim ovih na svakom grotlu dvije do četiri samarice od 3...5 tona. Na svaku grotlu dolaze najmanje dvije a najviše četiri samarice.

Samarice od čeličnih bešavnih cijevi izrađuju se do dužine od 24 m, a duže samarice od zavarenih limova. Sredina samarice je cilindrična, a prema krajevima se sužava bilo stepenastim prijelazima na cilindrične dijelove manjeg promjera bilo koničnim cijevima. Sami krajevi samarice moraju biti cilindrični radi umeđanja kovanih komada na vrh i petu samarice. Peta samarice je od lijevanog čelika ili kovana iz jednog komada, a uvučena je u šupljinu cijevi samarice. Peta lake samarice ima jednu, a teške samarice dvije uške osnaca. Na glavi samarice je kovani prsten ili dva ukrštena električno privarena lima s otvorima za pričvršćivanje kolotura, klobučnice i brkova.

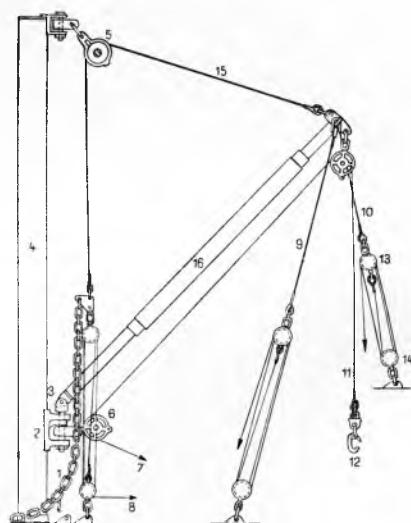
Način pričvršćenja samarice na jarbol prikazan je na sl. 4. Kroz uške pete samarice i provrt na glavi osnaca prolazi svornik koji spaja samaricu s osnacem. Osnac je u dvostrukom ležaju,

privarenom na jarbol ili na posebnu ploču. Na osnacu je uvlačnica s oknom za kolotur teretnice. Svi ležaji osnaca, pete i kolotura moraju imati znatne zračnosti da se uslijed djelovanja mora i nevremena ne ukrute i time izazovu pretjerana opterećenja. Ako je na jednom jarbolu više samarica, potrebno je posebno postolje za ležajeve samaričnih peta. Širina postolja ovisi o dužini samarice i potrebnom dohvatu van broda. Visina je postolja određena visinom objesišta donjem kolotura teretnice, koje varira od 2 do 4 m i horizontalnom udaljenošću tog kolotura od bubenja teretnog vitla. Postolje je potpuno varene konstrukcije. Horizontalna ploča postolja ima pojačane rubove, a koljenima je privarena za jarbol i palubu. Postolje mora biti dovoljno robustno da preuzme horizontalne i vertikalne sile samarice.

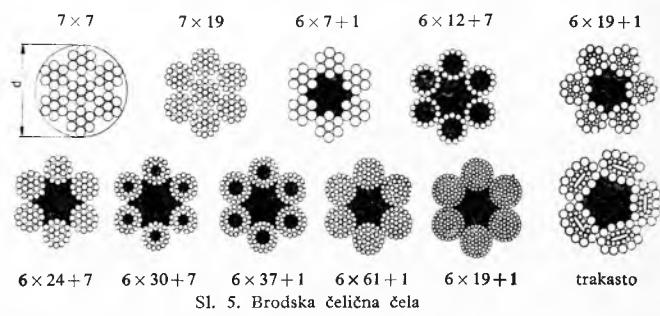
Položaj samarice po visini fiksira se *klobučnicom*. Klobučnica je napravljena od čeličnog užeta i jednim je krajem vezana za vrh samarice a drugim za trokutastu ploču ili specijalnu ušku na koju se nastavlja lanac i fleksibilno čelično uže. Fleksibilno uže je namotano na bubenj vitla i služi za opuštanje ili pritezanje klobučnice, a lanac za učvršćenje klobučnice o palubu.

Samarica se pokreće u horizontalnom smjeru pomoću brkova. *Brk* se sastoji od gornjeg dijela, koloturja i donjem dijelu. Gornji dio brka sastavljen je od čeličnog užeta $6 \times 19 + 1$, čvrstoće $130\cdots 140 \text{ kp/mm}^2$, dug je do 2/3 dužine samarice i gornjim krajem je spojen na glavu samarice, a donjim krajem na gornji koloturnik koloturja. Konop koloturja je od manile i ima opseg $2,5''$ do $3''$. Donji dio brka je čelično uže dugo ~ 1 m i fiksira koloturje za palubu.

Za dizanje tereta služi *teretnica*. Teretnica se sastoji od čeličnog užeta, obično $6 \times 24 + 7$ (sl. 5), čvrstoće $130\cdots 140 \text{ kp/mm}^2$, a na teškim samaricama $6 \times 37 + 1$, čvrstoće $160\cdots 170 \text{ kp/mm}^2$. Jedan kraj teretnice je pričvršćen na bubenj teretnog vitla, a drugi prolazi koloturnicima samarice i završava lancem koji nosi kuku na vrtuljku. Čelično uže teretnice mora biti od jednog komada, dovoljno dugog da kuka dosegne do najudaljenije tačke skladišta, a da pri tome ostanu najmanje tri namotaja na vitlenom bubenju. Kad treba



Sl. 4. Pričvršćenje samarice na jarbol. 1 lanac, 2 dvostruki ležaj osnaca, 3 osnac, 4 jarbol, 5 kolotur klobučnice, 6 kolotur teretnice, 7 na bubenj vitla, 8 donji dio klobučnice, 9 lijevi brk, 10 desni brk, 11 teretnica, 12 kuka, 13 i 14 gornji i donjni koloturi brka, 15 klobučnica, 16 samarica



Sl. 5. Brodska čelična čela

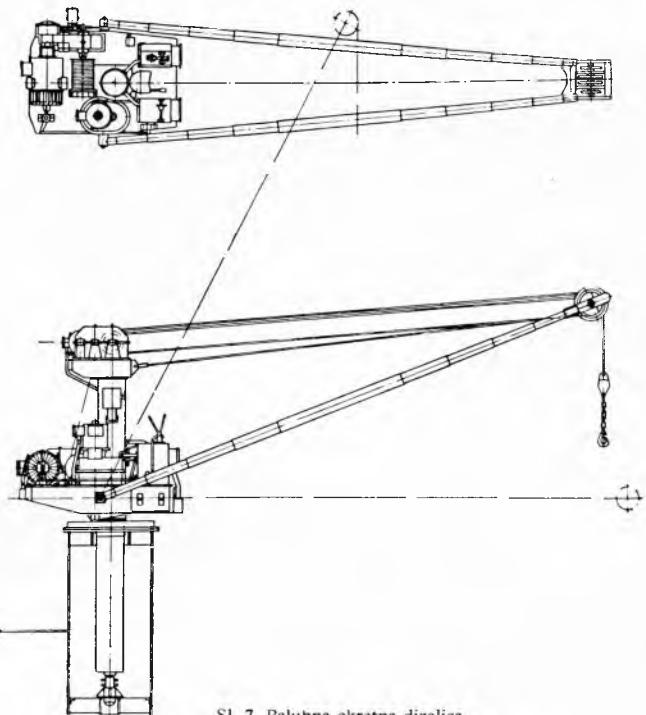
dizati teške terete, teretnica se ne vodi duž samarice, jer bi to povećalo silu u samarici, već ona od vrha samarice polazi do gornjeg dijela jarbola pa niz jarbol do bubenja vitla (sl. 6).

Radi bržeg i jednostavnijeg istovara, na trgovačkim brodovima se normalno krca i iskrcava *udvojenim samaricama* (sl. 6 c). Teretnice dviju samarica su spojene i svršavaju vrtuljkom na zajedničkom lancu s kukom za teret. Jedna samarica se postavi iznad grotla, a druga iznad obale. Samarica iznad grotla podigne teret iz brodskog skladišta, zatim ga vanjska samarica priteže, a unutarnja popušta, sve dok teret ne visi na vanjskoj samarici, koja ga onda spušta na obalu. Pri ovakovom načinu rada opterećenje pojedinih dijelova može znatno premašiti težinu tereta, pa se zbog sigurnosti sa samaricama od 5 tona diže teret samo do 2 tone, a vanjski brkovi se dimenzioniraju s faktorom sigurnosti od 7 do 10. Kod udvojenih samarica potreban je i poseban osigurač (preventer), napravljen od čeličnog užeta, koji rasterećeće jako opterećene vanjske brkove. Gornji kraj osigurača ima omču koja je prebačena preko glave samarice, a donji kraj obično završava trokutastom pločom na koju se nastavlja donji dio osigurača i koloturnik s konopom za rasterećivanje osigurača. Umjesto unutarnjih brkova, udvojene samarice imaju čelično uže kojim su povezane njihove glave.

Za vrijeme putovanja i kad su van upotrebe, samarice se spuštaju na posebne podlove koje ih fiksiraju u položaju paralelnom s palubom. Teške samarice se podignu okomito i pričvrste uz jarbol.

Za pristup na vrh jarbola služe stube od plosnog ili okruglog željeza. Stube moraju siziati najmanje do navigacijskih svjetala. Na putničkim brodovima s velikim jarbolima stube su ponekad unutar jarbola s izlazom u izvadičku košaru.

Jarbol završava čeličnom ili drvenom jabukom, u kojoj su obično dva do tri kola za dizanje signala, za dizanje sjedalice



Sl. 7. Palubna okretna dizalica

itd. Na vrhu jarbola je učvršćen i šiljak gromobrana. Gromobran je napravljen od bakrene žice, a obavezan je jedino za tankere, na kojima mora biti izoliran od jarbola i vezan s trupom broda.

Samarice su učvršćene, osim na jarbolima, često i na posebnim stupovima, koji istovremeno služe kao ventilacijske cijevi. Konstrukcija tih stupova je jednaka konstrukciji jarbola bez pripoma. Ponekad su brodovi opremljeni i samostalnim okretnim dizalicama (sl. 7) kapaciteta do 5 t i maksimalnog dohvata do 15 m. Takve dizalice su obično na putničkim brodovima, a na teretnim služe samo kao dopuna uredajima za iskrcavanje pomoću samarica.

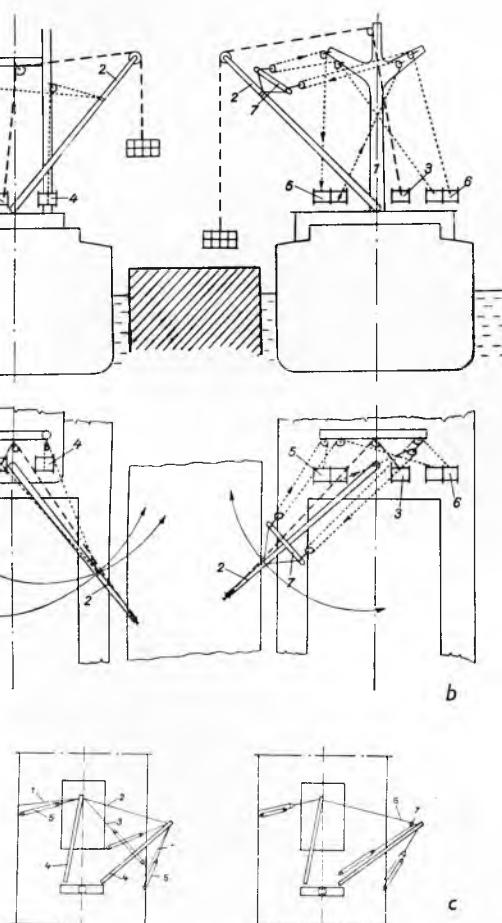
U novije vrijeme čine se ozbiljni napor da se »brzina broda u luci« poveća, tj. da se ubrza utovar i istovar broda i time smanji »neproaktivno« vrijeme broda. Osim modernizacije, usavršavanja i uvodenja raznih novih lučkih utovarno-istovarnih uređaja, i za brodove se nastoje pronaći nove metode i nova oprema za krcanje. Od takvih pokušaja treba spomenuti sistem krcanja kamiona koji preko posebnih rampi i velikih bočnih otvora na brodu direktno ulaze u brodsko skladište (roll-on-roll-off system), okretnе nagibne dizalice na palubi, i okretnе dizalice koje se kreću po stazama duž palube. Sva ta nova rješenja za sada imaju još samo vrlo ograničenu primjenu.

Brod mora imati svjedodžbu o ispravnosti uredaja za krcanje. Zemlje koje nemaju vlastitih propisa vrše ispitivanja prema propisima British Factory Dock Regulation 1934. Propisano je da prije montaže treba ispitati lance, kuke, skobe, vrtuljke, prstene itd. na dvostruko opterećenje, jednostruke koloture na četverostruko, višestruke koloture do 20 MP na dvostruko; od 20...40 MP na radno opterećenje + 20 MP; preko 40 MP na 50% preopterećenja. Tokom ispitivanja dijelovi ne smiju napuknuti niti se trajno deformirati. Lance, prstene, kuke, skobe i vrtuljke nakon ispitivanja treba ižariti. Nakon montaže na brodu cijeli se uredaj ponovo ispita dizanjem utega ili hidrauličkom vagonom, a teške samarice se obično ispituju dizanjem teglenice više ili manje napunjene. Uredaj za krcanje kao cjelina ispituje se jedanput godišnje, a svake četvrte godine se uredaj za dizanje rastavi i svi se detalji zasebno pregledaju i ispitaju.

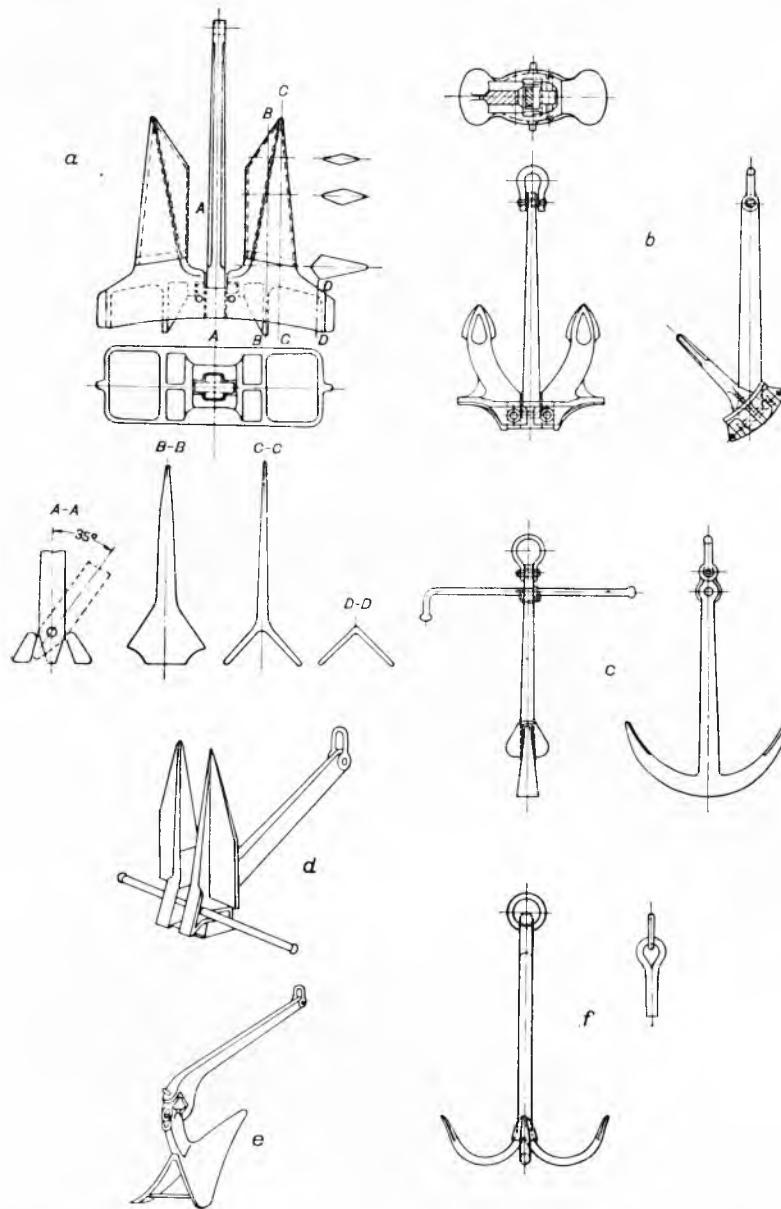
Uredaji za sidrenje i privez

Oprema za sidrenje i privez sastoje se od sidara, sidrenih lana, privezne užadi, bitava i zjevača, sidrenih i priveznih vitala.

Sidra. Glavna pramčana sidra služe za sidrenje, a strujno sidro da usidreni brod zadrži željeni položaj. Težine sidara su određene propisima klasifikacionih društava.



Sl. 6. Vezanje samarica. a jednostruka samarica — sistem Hallén, b jednostruka samarica — sistem Velle: 1 jarbol, 2 samarica, 3 vitlo za teret, 4 vitlo za dizanje — spuštanje samarice, 5 vitlo za zakretanje samarice, 6 vitlo za dizanje-spuštanje samarice, 7 jaram. c udvojene samarice: 1 osigurač, 2 teretnica, 3 unutarnji brk, 4 vanjski brk, 5 vanjski brk, 6 brk između vrhova samarice, 7 kolotur



Sl. 8. Sidra. a A.C.14, b Halovo sidro, c admiralitetsko sidro, d Danforthovo sidro, e plužno sidro C.O.R., f jednostavno četverokrako sidro

Stari tip sidra, koji se danas još ponekad upotrebljava na manjim obalnim i ribarskim brodovima, jest admiralitetsko sidro (sl. 8 c), koje se sastoji od struka, krune, krakova, lopata, prečke na struku zakreće sidro tako da se jedan krak sidra zarije u dno. Manje jedinice, rječne teglenice, plovni bageri i stariji rječni brodovi imaju jednostavna 4-kraka sidra (sl. 8 f). Krakovi su pod kutom od 90° , a iskovani su zajedno sa strukom iz jednog komada. Na manjim jedinicama i jahtama konstrukcija ovog tipa sidra je takva da se krakovi mogu preklopiti kako bi zauzeli manje mjesta na palubi. Velika većina brodova ima zglobovalna ili patentna sidra. Postoji mnogo raznih tipova patentnih sidara, a prednost im je da se lako smještaju u pramac, jer nemaju prečke. Oba im se kraka zarinu u dno pa je sila držanja veća, a van dna ne strši nijedan dio za koji bi mogao zapeti i zamrsiti se lanac.

Među najpoznatija patentna sidra spada Halovo sidro (sl. 8 b), koje ima glavu od lijevanog čelika obješenu osnacem o kovani struk. Težina glave je 3/5 ukupne težine sidra. U najnovije vrijeme razvijen je u Engleskoj tip patentnog sidra A.C. 14 (sl. 8 a) koji ima 2,5 do 3 puta veću silu držanja nego drugi tipovi patentnih sidara iste težine. Od specijalnih malih sidara za jahte i motorne čamce najpoznatije je Danforthovo sidro (sl. 8 d) i englesko plužno sidro C.Q.R. (sl. 8 e).

Sidra se ispituju prema propisima klasifikacionih društava. Ispitivanje se sastoji u bacanju sidra na čeličnu ploču (visina bacanja ovisi o težini sidra) i naprezanju sidra na vlast.

Sidreni lanci su sastavljeni od normalnih, velikih i krajinjih karika, zatim skobe, sidrene skobe i vrtuljka. Ukupna dužina sidrenih lanaca na brodu i materijal od kojih su lanci izrađeni određeni su propisima klasifikacionih društava. Dužina sidrenog lanca utječe na silu držanja sidra. Najnovija ispitivanja pokazuju da je za dobro držanje sidra potreban omjer između dužine lanca i dubine vode od 6 do 9, s time da veći omjeri odgovaraju za manje dubine vode.

Sidreni lanci se izrađuju od SM-čelika (37-43 kp/mm², rastezanje 25-30% ili 50-55 kp/mm², rastezanje 25%) i lijevanog čelika od 50 kp/mm² i rastezanja 25%. Karike sidrenih lanaca imaju prečku od lijevanog željeza, čime se čvrstoća karike poveća za 20%.

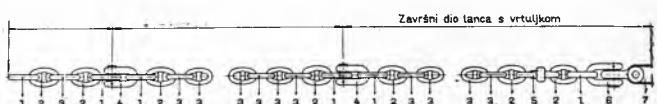
Sidreni lanci se proizvode u standardiziranim dužinama (*uzama*) od 15 fathomsa (Engleska) odnosno do 25 m. Pojedine dužine lanca se spoje skobom. Između sidra i normalnih lanaca ponekad se umeće poseban kratak komad lana s vrtuljom (forerunner) koji nikad ne siže do lančanog kola sidrenog vitla. Sastav čitavog sidrenog lanca je prikazan na sl. 9.

Svaka dužina sidrenih lanaca je zasebno označena da bi se pri sidrenju mogla kontrolirati dužina spuštenog lanca. Spoj lana s brodskom konstrukcijom takav je da se u slučaju nužde može osloboditi lana.

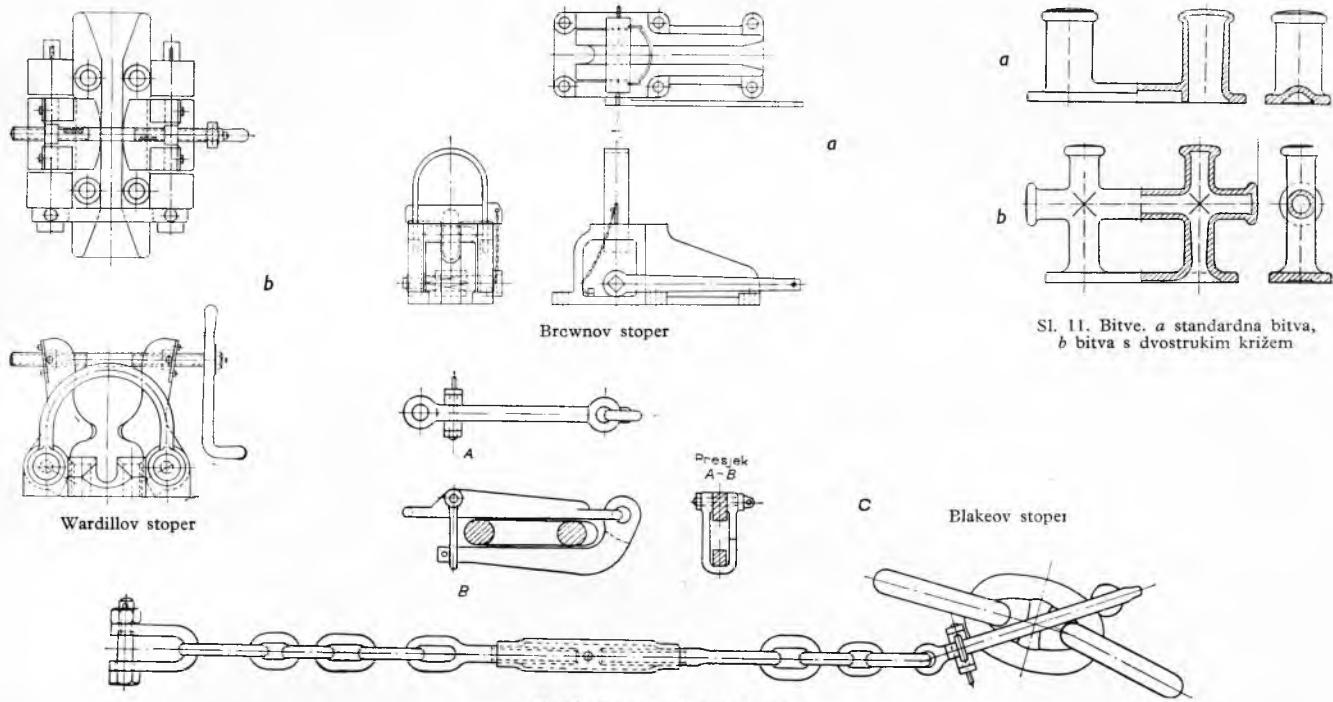
Sidreni lanci se ispituju prema posebnim propisima klasifikacionih društava. Obavezni su periodski pregledi čitavog sidrenog lanca, jer se karike brzo troše, naročito one koje su bliže sidru.

Za pridržavanje sidrenog lanca kad je brod usidren služe *stoperi* ugrađeni između sidreno vitla i ždrijela. Najpoznatiji su Brownov i Wardillov tip stopera (sl. 10 a, 10 b). Svaki stoper ima zaporni uređaj koji, kad je zatvoren, onemogućava prolaz lana kroz stoper, pa se time sprečava prenošenje trzaja i sile s lana na sidreno vitlo. Lanac se u stoperu brže haba i troši, pa zato ponekad umjesto stopera sidreno vitlo ima posebnu snažnu kočnicu koja zakoči lančano kolo vitla i preuzima sile u lancu. Sidreni lanac se može osigurati i kratkim lancem sa stezaljkom u sredini, tzv. Blakeovim stoperom. Lanac je Blakeovog stopera jednim krajem pomoću skobe učvršćen na neko oko na palubi, a na drugom kraju ima specijalnu kuku koja obuhvata jednu kariku sidrenog lanca (sl. 10 c). Ovaj uređaj služi i za pridržavanje sidra u ždrijelu kad se sidreno vitlo popravlja.

Za podizanje, montiranje i demontiranje sidra služi prenosna soha, koja je smještena na samom pramacu broda. Bitve, zjevače i oka. Prema propisima klasifikacionih društava svaki brod mora imati dovoljan broj obilno dimenzioniranih bitvi. Postoje obične bitve i bitve s jednim i dva križa a sve su standardizirane. Standardne vertikalne bitve (sl. 11 a) od lijevanog su željeza, rjeđe od lijevanog čelika ili zavarenog lima. Imaju promjer od 150 do 600 mm i o promjeru ovise ostale dimenzije bitve. Bitve su pričvršćene na palubu vijcima s upuštenom glavom, a postavljaju se na drvene podloge ili na olovni lim. Konstrukcija palube ispod bitve je lokalno pojačana. Na tankerima nije dozvoljeno bitve pričvrstiti na palubni lim.



Sl. 9. Sastav sidrenog lanca. 1 završna karika u lančaniku, 2 velika karika, 3 obična karika, 4 lančana skoba, 5 vrtuljak, 6 sidrena skoba, 7 sidro



Sl. 10. Stoperi sidrenog lanca

Normalni brod ima na pramcu i na krmi po dva para bitava, jedan par većih za tegljenje i jedan par manjih za privez. Po sredini broda raspoređi se bočno nekoliko bitava za privez. Bitve s jednim ili dva križa (sl. 11 b) služe pretežno za privez konopa brodske opreme.

Zjevače služe za vođenje užadi u blagom kutu od priveza do bitava. Postoje zjevače samo s usnama i zjevače s 1 do 4 vertikalna valjka (sl. 12 a, 12 b). Zjevače su lijevane ili varene konstrukcije, a njihove dimenzije su standardizirane. Zjevače su pričvršćene o podlogu zakovicama ili vijcima. Svaka bitva ima po dvije zjevače. Između bitve i zjevače mora biti razmak od najmanje dva metra radi lakšeg baratanja konopom.

Na punim ogradama umjesto zjevače je u ogradi ugradeno *oko* (sl. 12 c) a u rešetkastim ogradama *puno oko* (sl. 12 d), propisano za prolaz Panamskim kanalom.

Za slaganje drva na palubi važe posebni propisi. Visina je slaganja propisana, pa i visina vertikalnih drvenih stupaca raspoređenih uz brodsku ogradi u razmacima od 3 metra. Isto su tako propisana i oka za privez užadi kojom je učvršćen teret drva na palubi. Oka su većinom privarena o završni lim oplate. Dimenzije su drvenih stupaca u presjeku 10×10 cm, a smješteni su u čeličnim ovratnicima privarenim o palubu i o gornji rub ograde. Gornji su ovratnici skidljivi te se odstrane kad ne služe.

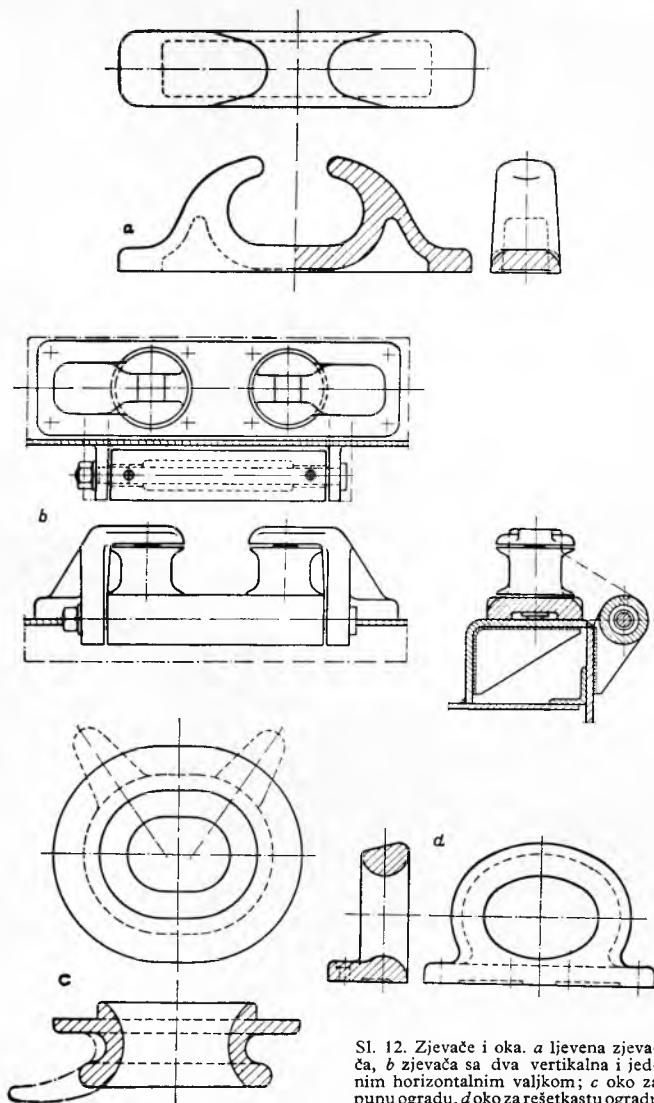
Za privezna vitla i sidrena vitla v. poglavje Brodski pomoći strojevi u ovom članku.

Ograde, stubišta i šatori

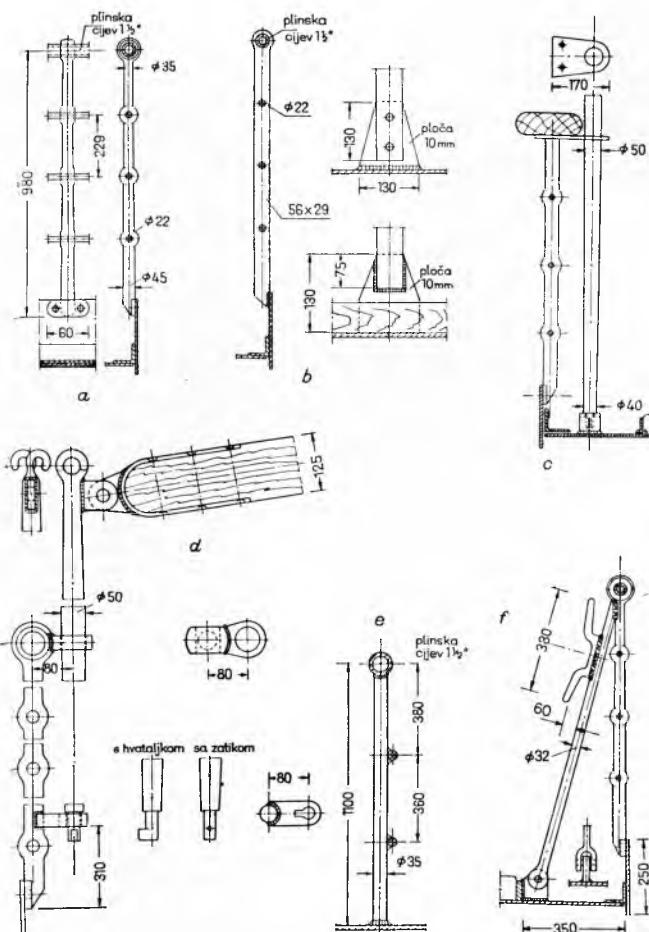
Ograda broda može biti puna ili rešetkasta. Vrsta ograde ovisi o tipu broda i o mjestu na kojem se nalazi.

Punu ogradi glavne palube imaju obično teretni brodovi, osim tankera, na kojima je ograda glavne palube rešetkasta. Punu ogradi imaju uvijek teglači, ribarski brodovi i ledolomci. Putnički brodovi imaju redovito rešetkaste ograde, a manji obalni putnički brodovi mogu imati na glavnoj palubi pramčani dio s punom ogradom, a krmeni s rešetkastom. Ograde paluba nadgrada su na putničkim brodovima redovno, a na teretnim često, rešetkaste.

Puna ograda mora imati otvore za otjecanje vode koja se prelila na palubu. Na modernim brodovima izvodi se kontinuirani otvor duž čitave ograde. Puni lim ograde se učvrsti na vertikalne stupove tako da između završnog voja opalte i lima ograde ostane raspor od 5...7 cm, što osigurava brzo otjecanje vode.



Sl. 12. Zjevače i oka. a ljevana zjevača, b zjevač sa dva vertikalna i jednim horizontalnim valjkom; c oko za punu ogradu, d oko za rešetkastu ogradu



Sl. 13. Stupovi rešetkaste ograde. a kovani stup, b stup od plosnog željeza, c stup ograde putničkog broda, d stup ograde broda sa stupom skeleta šatora, e stup od okruglog željeza, f stup s potpornjem

Rešetkasta ograda se sastoji od kovanih stupova ili stupova od cijevi i šipaka (sl. 13). Razmak između stupova je 1,1 do 1,3 m, a svaki treći (u specijalnim slučajevima svaki drugi) stup je ukrućen o palubu posebnim potpornjem. Razmak između šipaka je od 200 do 300 mm. Na putničkim brodovima se povrh stupaca postavlja umjesto šuplje cijevi drvena trenica. Ograda na putničkim brodovima mora biti visoka najmanje 1 m.

Propisi zahtijevaju da se oko svih otvora na palubi (grotala, tonažnih otvora itd.) postavi demontabilna ograda za vrijeme dok je otvor otvoren. Takva ograda se obično sastoji od stupaca visokih najmanje 90 cm, kroz čiji vrh se provuče uže ili lanac.

Oko kućica na palubi i po brodskim hodnicima propisani su rukohvati koji putnicima i posadi olakšavaju hodanje kad se brod ljujla. Rukohvat je napravljen od cijevi u putničkim prostorijama od drveta i postavljen je 900 mm iznad palube.

Stube na brodu su vertikalne i kose. *Vertikalne stube* su na mjestima gdje služe isključivo posadi (skladišta, jarbol, dimnjak, krov kormilarnice itd.). Prema propisima, skladište čija visina prelazi 3,6 m mora imati vertikalne stube, a ako je grotlo duže od 7,5 m, stube moraju biti na pramčanoj i na krmenoj strani. Na fiksnim uzdužnim pregradama za žito propisane su sa svake strane pregrade stube. Kad stube prolaze kroz više paluba, moraju biti u jednoj liniji s pogodnim prijelazima na grotlima (sl. 14). Propisana širina vertikalnih stuba je najmanje 30 cm.

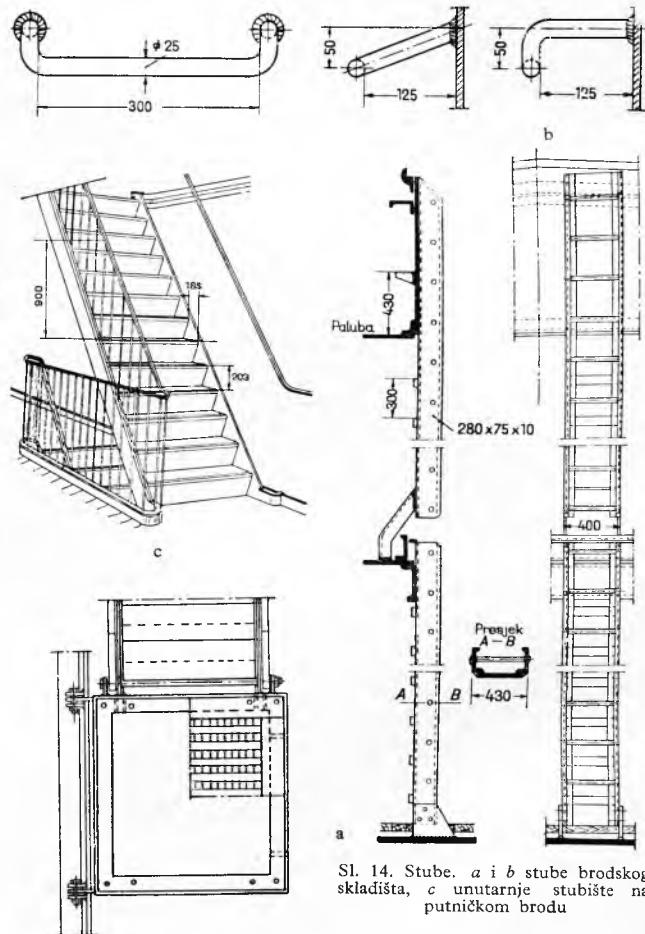
Kose stube koje služe jedino posadi (kaštel, most, kormilarnica) jesu od čelika, a ostale od drveta. Kose palubne stube su obično od bulbnih ploča 180×9 sa stepenicama od rebrastog lima, perforiranog lima, drveta ili udvojenih prečaka. Široke su 600 ... 900 mm. Stube na otvorenom moraju biti udaljene od ruba palube, da pri ljujanju broda čovjek ne bi bio bačen u more.

Unutarnja stubišta na putničkim brodovima su ranije bila drvena. Novi propisi traže da glavne stube koje prolaze kroz više paluba budu čelične konstrukcije, kako u slučaju požara

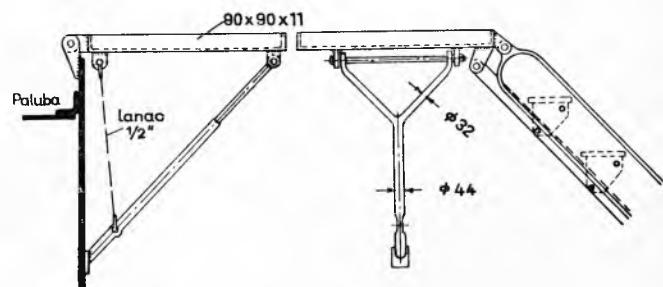
ne bi potpuno izgorile i prekinule saobraćaj. Čelična konstrukcija stepenica obično je prekrivena drvetom. Širina stubišta je 750 ... 900 mm. Prednji rub stepenica je zaštićen metalnim ili gumenim hrapavim trakama. Za unutarnji vertikalni transport putnika, zaliha, hrane i prtljaga služe *liftovi*. Putnički liftovi su na električni pogon, a ostali mogu biti i na ručni pogon.

Siz su drvene stube obješene uz bok broda. Siz služi za pristup sa čamca na usidreni brod, ili za silaz sa broda vezanog uz nisku obalu. Dužina siza ovisi o visini brodske palube iznad mora. Do dužine od 8 m siza je od jednog dijela, a preko te dužine od dva dijela. Na oba kraja siza je platforma od ~ 1 m². Gornja platforma je vezana za bok broda, i o nju su obješene stube (sl. 15). Širina siza je najmanje 520 mm. Na putničkim brodovima stepenice siza su pokretnе, pa zadržavaju horizontalni položaj bez obzira na nagib siza. Na vanjskoj strani siza je rukohvat na pokretnim stupcima, koji se prilagođuju nagibu siza. Posebna soha i viti služe za dizanje i spuštanje siza. Najpovoljniji kut siza je 45 ... 50°. Kad nije u upotrebi, siza se podigne i pritegne na brodsku ogradu.

Manji brodovi umjesto siza imaju obične stube, obješene na nekom mjestu brodske ograde. *Peljarske stube* su od konopa od 8" s drvenim prečkama, a služe peljaru za pristup na brod



Sl. 14. Stube. a i b stube brodskog skladišta, c unutarnje stubišta na putničkom brodu



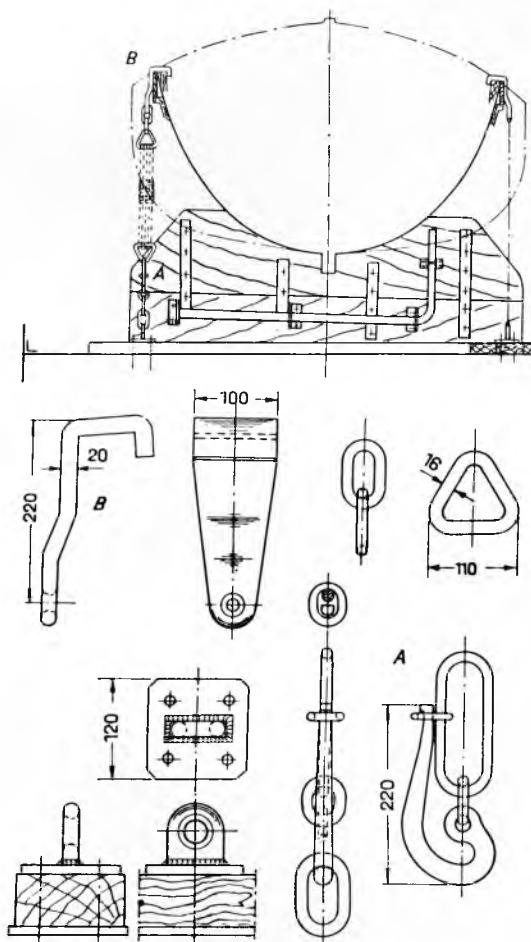
Sl. 15. Siz s gornjom platformom i podesivim stepenicama

na otvorenom moru. Propisi zahtijevaju posebne stube od kopna s drvenim prečkama uz svaki čamac za spasavanje.

Šatori se u hladnim krajevima postavljaju iznad kaštelja, mosta, kasara i navigacijske kabine, u tropima pored toga i iznad svih stambenih prostorija, a iznad navigacijske kabine postavlja se dvostruki šator. Šatori su od pamučnog, lanenog ili konopljanog nepropusnog platna, dvostruko ili trostruko pričujenog na rubovima. Skelet koji nosi platno šatora može biti fiksan ili pokretan, a sastoji se od uzdužnih i poprečnih letava, poduprтиh kovanim čeličnim stupcima ili stupcima napravljenim od cijevi. Bočni stupci skeleta su obično pričvršćeni na svaki drugi stup ograde (sl. 13 f). Visina skeleta uz bok broda je $\sim 2,20$ m, a prema sredini broda raste, da bi voda otjecala sa šatorskog platna.

Čamci

Konvencijom o sigurnosti života na moru propisani su kapacitet, veličina i oprema čamaca za spasavanje. Konvencija zahtijeva: da se čamci mogu spustiti u more uz nepovoljnu pretegu broda i uz bočni nagib broda do 15° ; da je moguće brzo i jednostavno ukrcavanje u čamce, a da pri ukrcavanju i manevriranju čamci ne smetaju jedan drugome; da čamac ima dovoljan stabilitet,



Sl. 16. Ležaj i pritege čamca za spasavanje

dovoljno nadvode i rezervni »unutarnji« uzgon, stvoren zračnim sanducima koji i u slučaju potpuno naplavljenog čamca osiguravaju rezervu uzgona od 10%; da čamac ne bude kraći od 4,9 m niti teži od 20 Mp, odnosno da kapacitet čamca ne prede 150 osoba; da čvrstoča čamac omogućava sigurno spuštanje u more čamca preopterećenog za 25%.

Tankeri preko 1600 BRT i putnički brodovi moraju imati na svakom boku motorni čamac, a teretni brodovi preko 1600 BRT u svemu jedan motorni čamac. Minimalna brzina motornog čamca je 6 čv. Motorni čamci imaju dvije nepropusne pregrade

i pokrivenu palubu na pramcu i krmi, a zračni sanduci su ugrađeni ispod svih sjedala.

Kapacitet svih čamaca za spasavanje na putničkom brodu mora biti dovoljan za sve putnike i posadu, a na svakom boku mora jedan čamac biti stalno u pripremi. Na teretnom brodu čamci svakog boka zasebno moraju biti dovoljni za sve osobe na brodu.

Konstrukcija čamca za spasavanje može biti drvena, čelična, aluminijска ili od plastične mase. Zračni sanduci su posebno ugrađeni u čamac.

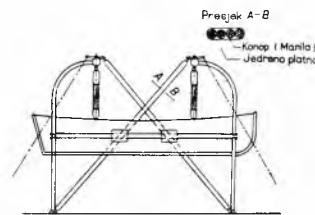
Objesište na kojem visi čamac kad se s osobama i opremom spušta u vodu mora biti vrlo čvrsto i iznad težišta sistema da se čamac ne prevrne. Kuke objesišta su patentne, da se zbog bilo kojeg razloga ne bi prerano same osloboidle, što bi izazvalo izvanje čamca. Čamci pod sohama leže u drvenim ležajima, fiksirani pritegama (sl. 16). Ležaji su od tvrdog drveta, s dvodijelnim gornjim dijelom, koji se preklopili da bi se čamac mogao pomaknuti prema rubu broda.

Glavne dimenzije i oprema čamaca za spasavanje su standardizirani standardima pojedinih zemalja, a postoje i međunarodni ISO-standardi. Npr. nizozemski standardi H.C.N.N. za čamce za spasavanje navode 16 čamaca dužine od 4 do 9,5 m, širine od 1,75 do 3,20 m, visine od 0,70 do 1,22 m, volumena od 2,93 do 22,25 m³, za 10 do 78 osoba i ukupne težine opremljenog čamca s osobama 1470 do 8750 kp.

Sohe

Obične okretne sohe služe uglavnom samo za male radne čamce, sidra, siz i sl.; za čamce za spasavanje propisane su prekretne ili gravitacijske sohe. Broj soha ovisi o broju čamaca za spasavanje i o dužini broda. Ukoliko se na putničkom brodu ne može smjestiti propisani broj soha, vlasti mogu dozvoliti da se pod isti par soha smjesti po dva čamca jedan iznad drugog. Prema propisima brodovi duži od 46 m moraju imati za čamce težine do 4 tonsa prekretne ili gravitacijske sohe, a za teže čamce jedino gravitacijske sohe. Okretne sohe su dozvoljene samo na brodovima ispod 46 m dužine. Po pravilu, za spuštanje čamaca dolazi u obzir samo čelična užad s vitlom, a izuzetno, uz posebno odobrenje, mogu se upotrijebiti konopi od manile bez vitla. Oprema sohe se sastoji od užadi i koloturnika koji omogućavaju sigurno spuštanje čamca do razine mora i u slučaju da je brod nagnut 15° , od ljestava za silazak do čamca u moru, od rasvjetnog uređaja i od alarmnog uređaja.

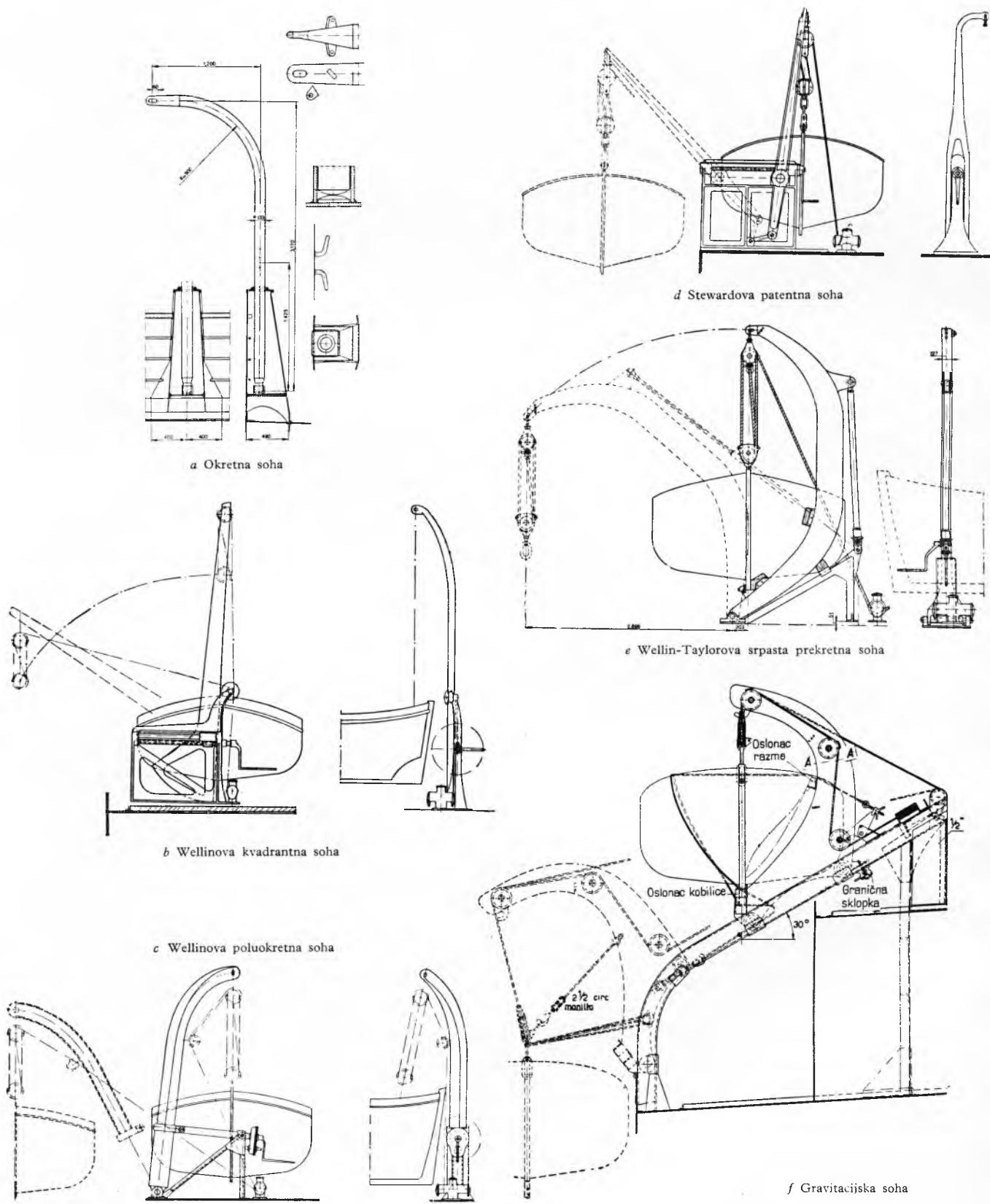
Okretne sohe (sl. 18 a) moraju biti od jednog komada, a učvršćene su u dva ležaja. Raspon sohe treba da je $\sim 0,75$ širine čamca, a visina dovoljna za dvostruku visinu koloturja povrh čamca.



Sl. 17. Okretne sohe sa čamcem obješenim van broda

Mnogi putnički brodovi imaju čamac stalno obješen na sohama izvan broda (sl. 17) da se može brzo spustiti u vodu. U tom je slučaju čamac pritegnut o drvenu motku, privezanu s vanjske strane soha.

Postoji više raznih tipova prekretnih soha. Prednost im je da se čamac može spuštati u bilo kojem položaju soha, a nedostatak da je prekretanje dosta sporo: traje 6–10 minuta. Najstariji tip je Wellinova kvadrantna soha (sl. 18 b). Donji dio joj završava ozubljenim kvadrantom koji zahvata u ozubljenu horizontalnu motku. Na gornjem dijelu ležaja je osovina s narezom i maticom vezanom za sohu. Okretanje osovine pomiče maticu a s njom i sohu. Često se upotrebljava i Wellinova polukretna soha (sl. 18 c). Ona na peti završava zglobom oko kojeg se okreće gornji dio. Na principu zgloba na peti, oko kojeg se izbacuje soha okretanjem vretena s narezom, zasnavaju se i druge patentne prekretne



Sl. 18. Sohe

sohe, kao npr. Stewardova (sl. 18 d). Redovito imaju dva vretena, jedno s jednovojnim i drugo s dvovojnim narezom. U početku dizanja čamca, kad je potrebna veća sila, djeluje jednovojno vreteno, a kad čamac pređe maksimalnu visinu i svojom težinom pomaže prekretanju sohe, počinje djelovati vreteno s dvovojnim narezom.

Prekretne sohe montiraju se van krajeva čamca, čime se gubi na dužini raspoloživoj za smještaj čamaca, a postoji i opasnost da čamac na uzdignutom boku iskoči preko unutarnjeg dijela posteljice kad se brod nagne. Ovi nedostaci se izbjegavaju srpskim prekretnim sohama, koje se montiraju unutar dužine čamca i čiji se način funkciranja vidi na sl. 18 e.

Osnovni su nedostaci prekretnih soha: dugo vrijeme izbacivanja, velika opterećenja vretena i velike sile potrebne za okretanje vretena u slučaju glomaznih i teških čamaca.

Tih nedostataka nemaju *gravitacijske sohe* (sl. 18f). Nosač sa čamacem spušta se po kliznim stazama i u krajnjem se donjem položaju zaustavlja. Čamac se dalje spušta sam pomoću vitič s ručnom i centrifugalnom kočnicom i s pogonom elektromotorom ili motorom na komprimirani zrak.

Sohe se ispituju prema posebnim propisima koji zahtijevaju da se na putničkim brodovima čamac može spustiti s cijelokupnim inventarom i težinom koja odgovara težini svih osoba uvećanoj za 10%, a na teretnim brodovima sa svim inventarom i samo s tri osobe potrebne za manevriranje čamacem pri spuštanju.

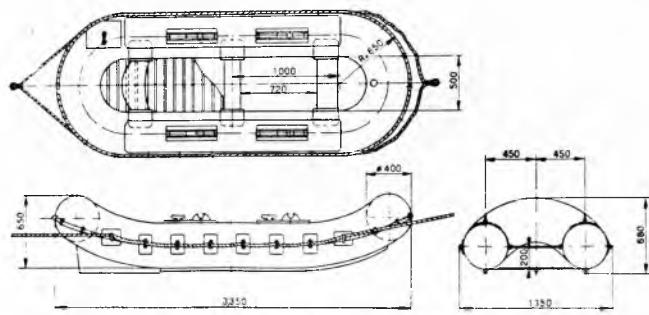
Oprema za spasavanje

Osim standardnih čamaca za spasavanje, putnički brod mora imati *splazi* s dovoljno mjesta za 25% svih osoba na brodu. Putnički brodovi na kratkim međunarodnim putovanjima ponekad nemaju u čamcima za spasavanje dovoljno mjesta za sve putnike koje prevoze, pa prema propisima moraju imati dovoljno splavi da zajedno s čamcima bude osigurano mjesto svim osobama na brodu, a pored toga još splavi za 10% broja svih osoba.

Splavi su od tankih čeličnih, aluminijskih ili bakrenih limova, zavarene ili zaledljene konstrukcije. Podijeljene su na veći broj pregradaka s nepropusnim zračnim sanducima koji osiguravaju uzgon (sl. 19). Obično nemaju posebnu opremu niti brodolomcima pružaju naročitu zaštitu, ali su se tokom rata pokazale dobre i za duži boravak, pa su zadržane u opremi brodova.

Splavi su vezane za palubu ili krovove kućica nadgrada lako odrešivim osiguranjima, tako da sigurno isplivaju kad brod potone. Obično je položeno više splavi jedna povrh druge.

Nova konvencija o sigurnosti ljudskih života na moru iz 1960 dozvoljava na trgovачkim brodovima upotrebu i *gumenih čamaca* (sl. 20). Gumeni čamci treba napuhati ili se oni stalno napuhani drže na brodu. Proizvode se za 6, 10 i 20 osoba. Gu-

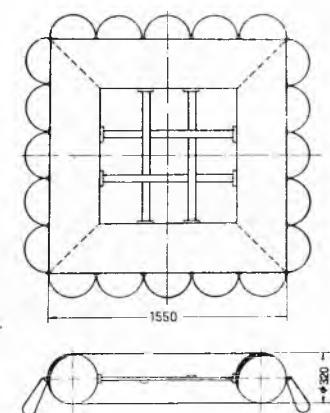


Sl. 20. Gumeni čamac za spasavanje

meni čamac moderne izvedbe drži se složen i zapakovan u posebnom sanduku; kad se taj sanduk baci u more, automatski se aktivira boca s komprimiranim plinom koja napuhne čamac i izbaci ga iz sanduka, pa je čamac za svega 30 sekundi spremjan za upotrebu. Ovakvi čamci imaju potpuno zatvoren šator koji dobro štiti osobe u čamcu.

Plovni aparati (buoyant apparatus, sl. 21) poput velikog pojasa za spasavanje podržava ljudu na površini dok ih ne počupe čamci. Taj uređaj mora biti dovoljno čvrst da se može bacati sa palube u more, ne smije biti teži od 180 kg i mora plivati na obje strane uz dovoljnu stabilnost. Plovni aparat se izrađuje, kao i splav, od tankih limova, uzgon mu osiguravaju zračni sanduci, a po obodu imat će privezan konop za koji se pridržavaju osobe u vodi.

Pojasi za spasavanje su okrugli ili potkovastog oblika. Izrađeni su od solidnog pluta, balse, kapoka, a u novije vrijeme i od umjetnih masa (Vinyset). Propisima je određen minimalni broj pojasa za spasavanje i broj pojasa sa svjetlom koje se automatski upali čim pojasa padne u vodu.

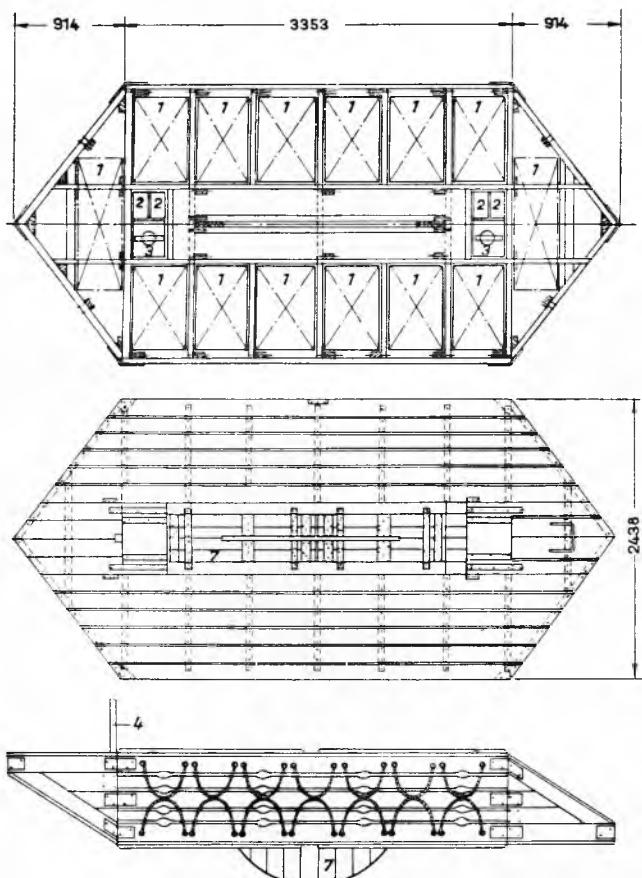


Sl. 21. Plovni aparat

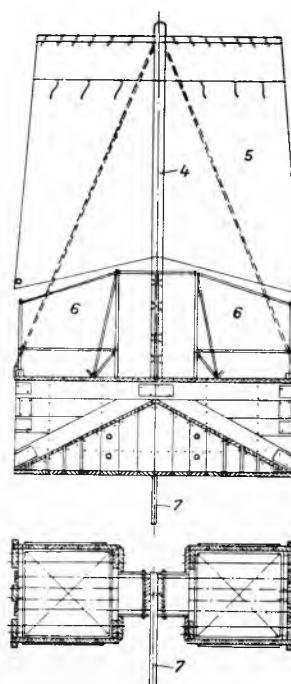
Svaka osoba na brodu mora imati *prsluk za spasavanje*. Prsluci su najčešće od pluta, kapoka ili balsa-drvena, a moraju biti izrađeni tako da se mogu prekretati i da svojim oblikom drže iznad vode glavu onesvještena čovjeka. Na brodu su prsluci pohranjeni na pristupačnim mjestima koja su posebno označena. Putnički brodovi imaju 25% više prsluka nego putnika.

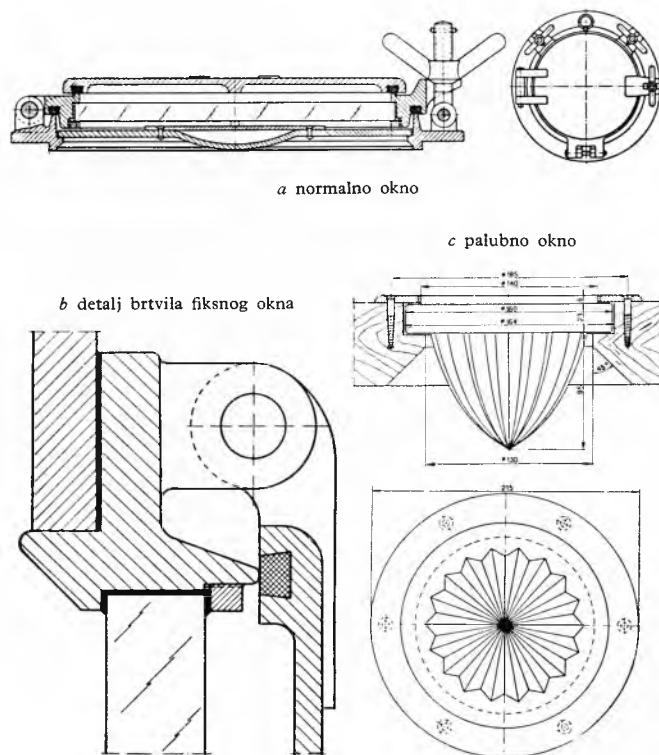
Svaki brod mora imati *napravu za izbacivanje konopa dugog najmanje 230 m*. Taj uređaj služi u slučaju nezgode za uspostavljanje prve veze između dva broda, odnosno između kopna i nasukanog broda. Najviše se upotrebljava Schermullyjev aparat, koji izbacuje ratku s užetom.

Brod mora imati i *opremu za davanje signala* u slučaju nezgode. U optičke signale spadaju raketne s padobranima, koje se izbacuju na veliku visinu, gdje gore jarkim crvenim svjetlom.



Sl. 19. Splav za spasavanje. 1 zračna komora, 2 pitka voda, 3 spremište hrane i opreme, 4 jarbol, 5 crveno jedro, 6 narančasti šator, 7 peraja





Sl. 22. Brodska okna

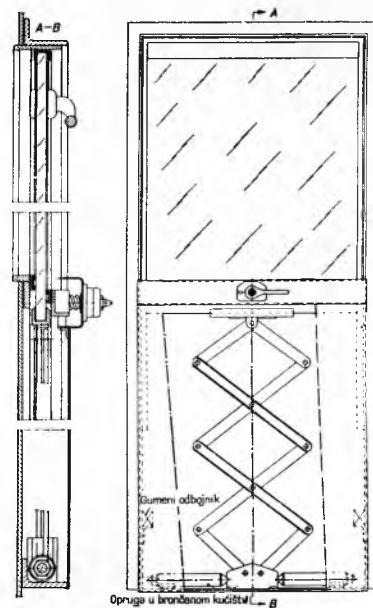
Okna i prozori

Okna i prozori služe provjetravanju i rasvjeti nastamba.

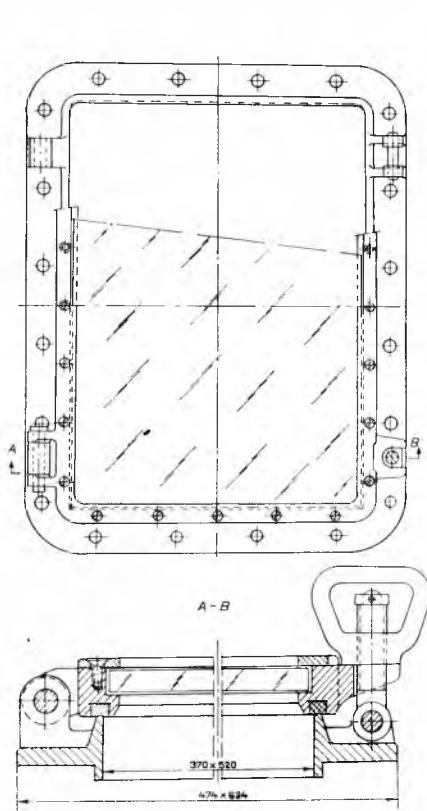
Okna. Tip okana na brodskoj oplati i nadgradima određen je propisima. Na pojusu brodske oplate, do visine jednake 2,5% širine broda, iznad maksimalne teretne vodne linije ne smije biti

okana za otvaranje, već jedino fiksna okna (sl. 22 b) s unutrašnjim preklopnim čeličnim pokrovima. 3,66 metara iznad ovog pojasa dozvoljena su okna koja se smiju otvoriti jedino dozvolom komande broda, a moraju također imati čelične preklopne poklopce. Na preostaloj visini dozvoljena su normalna okna s čeličnim poklopцима koji ne moraju biti na preklop, već se mogu skinuti i držati u blizini okna (sl. 22 a).

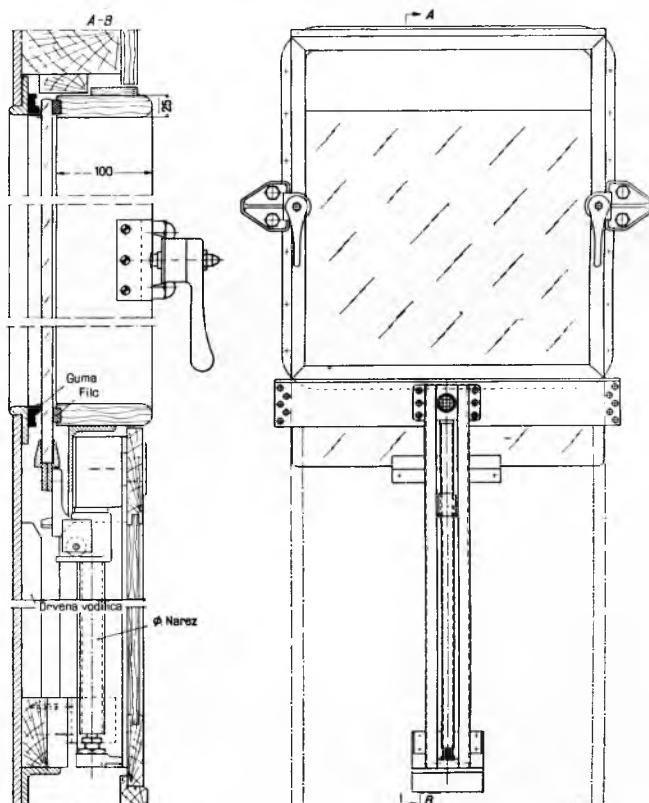
Okna su smještena paralelno s palubom a na poprečnim pregradama paralelno s prelukom. Po visini je središte stakla 1,60 do 1,65 metra iznad palube. Limovi oslabljeni izrezanim otvorima pojačavaju se udvostrućenjem ili debljinom većom od pro-



Klizni prozor na oprugu



Okretni prozor



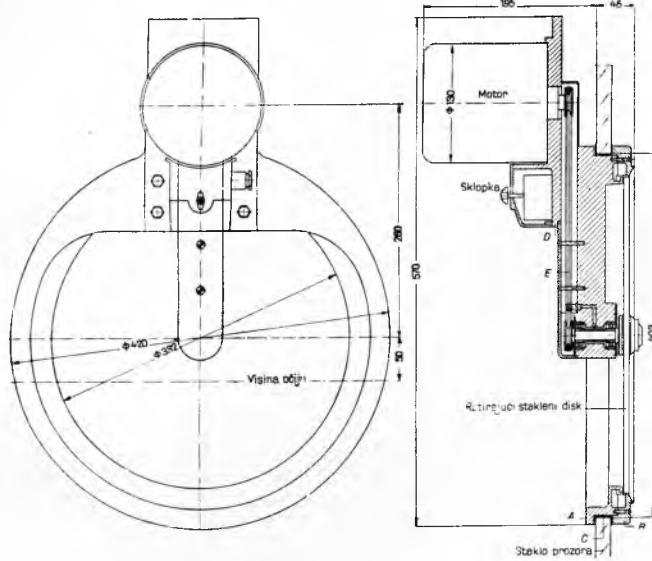
Klizni prozor s okretnom ručkom

Sl. 23. Brodski prozori

pisane. Okna ne smiju pasti na stik zakovanih limova, ali mogu na stik zavarenih.

Ponekad se iznad gornjeg ruba okna, na vanjskoj oplati, privari mali žlijeb, da se voda s opalte odvodi i da ne ulazi u okno. Slični kanali ili strehe prave se iznad prozora i ulaznih vrata. Iznad pramčanih prozora kormilarnice ove strehe su znatno veće — do 350 mm — zbog bolje zaštite od kiše.

Prozori. Na brodovima se ugradjuju razne vrste prozora: fiksni, okretni, klizni, na oprugu, s okretnom ručkom itd. (sl. 23).



Sl. 24. Rotirajuće okruglo staklo na prozoru kormilarnice. A okvir, B vanjski prsten, C gumeni brtva, D podupora, E pogonska remenica

Na teretnim su brodovima prozori jedino na pramčanom zidu kormilarnice, a na ostalim nastambama su okna. Na teretnim brodovima sa 12 putnika prozore imaju putničke kabine, saloni i kabine časnika — ukoliko su u palubnim kućicama. Putnički brodovi imaju mnogo veći broj prozora na prostorijama iznad neprekinute palube.

Veličina prozora ovisi o veličini prostorije. Donji dio visokih prozora na verandama uvijek je fiksiran, a široki prozori su podijeljeni na više dijelova.

Danas je uobičajeno na staklu jednog prozora kormilarnice ugraditi okruglo staklo koje i po kiši pruža slobodan pogled. To je brušena ploča od sekurit-stakla koju mali električki motor brzo okreće, te ona odbacuje vodu ili snijeg koji na nju padnu (sl. 24).

Unutarnje prostorije (skladišta, hodnici) koje se ne mogu rasvjetiliti oknjima dobivaju danje svjetlo naročitim staklenim prizmama ugrađenim na palubi. Prizme su okrugle ili pravokutnog oblika, a umetnute su između dva okvira (gornji i donji) koji su vijcima pritegnuti na palubu (v. sl. 22 c).

Upotreba drveta na čeličnim brodovima

Ranije se je na brodovima upotrebljavalo mnogo raznih vrsti drveta. U novije vrijeme nastoji se drvo zamijeniti drugim materijalima — čelikom, aluminijem, plastičnim masama — koji nemaju neke krupne nedostatke drveta, kao što su: mala trajnost uslijed podložnosti truljenju i nagrizanju od insekata, promjene dimenzija pri promjeni temperature i vlažnosti, zapaljivost. Raznim zaštitnim premazima uspijevalo je zaštititi drvo od vlage, povećati otpornost na požar, a primjenom panel-ploča i sličnih laminata spriječiti promjene dimenzija drvene konstrukcije, samo što sve te mјere poskupljaju gradnju, a u cijelosti ipak ne otklanaju nedostatke drveta.

Drvo ima i mnoge prednosti (niža cijena, dobra izolacijska svojstva, jednostavna obrada i spajanje, mala težina, plemenit izgled), pa je za neke odredene namjene u brodogradnji još uвijek nezamenjivo.

Drvene obloge u skladištima. Brodovi bez dvodna imaju povrh rebrnica, iznad kaljuža i nad pokrovom dvodna ispod grotla drveni pod, a na rebrima i pregradama razmaknute drvene letve. Kad brod prevozi žito, s unutarnje strane letava se razapne platno da teret ne dode između letava u dodir s oplatom. Drvene obloge dvodna postavljene su na drvene podloge položene iznad svakog rebara, a ispod grotla u razmacima od pola rebara. Podloge nisu pričvršćene za pokrov dvodna, a položene su poprijeko broda, da između njih može otjecati voda. Daske drvene obloge dvodna nisu pričvršćene na podloge, jer uslijed vlage toliko nabubre da dobro i čvrsto priliježu jedna uz drugu. Obloge iznad kaljuže moraju biti takve da se lako demontiraju. Šupljina između obloga kaljuže i rebara ispunji se cementom ili drvetom. Drvenom oblogom se zaštićuju i cijevi kaljužnih vodova koje prolaze povrh koljena rebara.

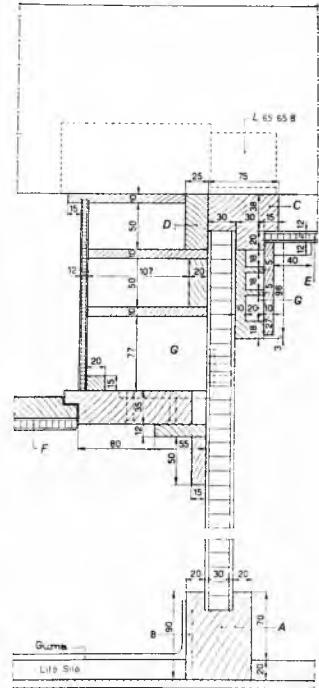
Lloyd's Register propisuje dimenzije *drvnenih pokrova grotla*.

Nedostaci drvenih pokrova grotla jesu ovi: kako se troše, mogu ih provaliti i raznijeti valovi ako popusti platnena presvlaka grotla, zapaljivi su pa ne mogu izolirati požar u skladištu. Zato se danas sve više uvode čelični pokrovi grotla, koji nemaju tih nedostataka.

Kad brod prevozi žito, propisi zahtijevaju *uzdužne pregrade*, jer žito u rasutom stanju djeluje na stabilitet broda slično kao voda sa slobodnom površinom. Skladište treba da ima centralnu uzdužnu za žito nepropusnu pregradu koja je najmanje 2 stope viša od nivoa žita. Osim toga, povrh rasutog žita treba ukrcati u visini od najmanje 4 stope žito u vrećama ili drugu pogodnu vrstu tereta. Na svakom kraju grotla treba da budu drveni lijevcii napunjeni žitom, da tokom putovanja žito iz lijevka curi i napuna prazne prostore. Volumen lijevka je najmanje 2,5% volumena skladišta, a volumen svih lijevaka treba da je veći od 8% volumena skladišta. Na brodovima s jednom palubom može umjesto lijevaka služiti grotlo, kojem volumen u tom slučaju mora biti bar 2,5% volumena skladišta. Lijevci se mogu izostaviti ako se skladište napuni žitom do 5 stopa ispod palube, pa se povrh žita polože uzdužne daske, razmaknute 4 stope, a na ove poprečne daske razmaknute 9 stopa. Na te daske se može ukrcati žito u vrećama ili sličan teret. Radi toplinske izolacije uz poprečnu pregradu mašinskog prostora postavi se na 15 cm udaljenosti paralelna drvena pregrada nepropusna za žito. Prostor među tim pregradama treba ventilirati.

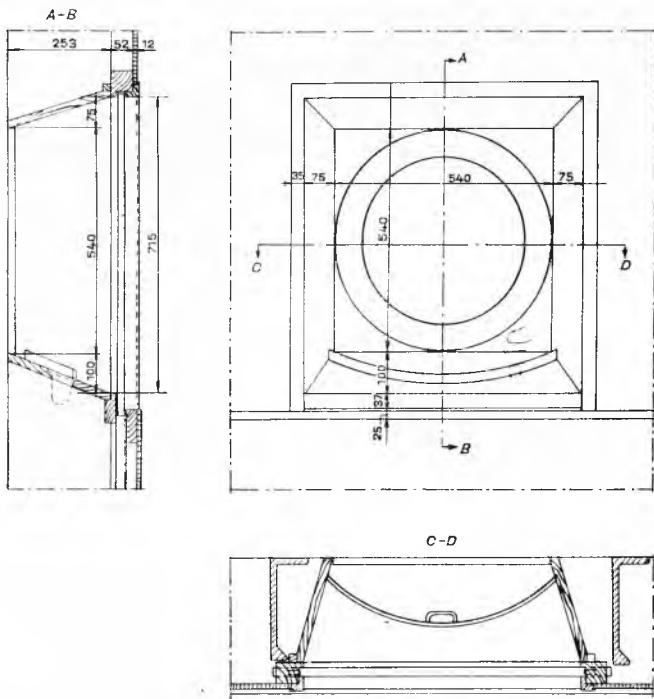
Pregradni zidovi kabina se izvode od panel-ploča debljine 25–30 mm (sl. 25). Radi bolje izolacije zvuka pregradni zid može biti dvostruk, od šperploča debljine 10 mm. U šupljinu dvostrukog zida se stavlja izolacijski materijal i upgrade kanali električnih vodova. Zahodi, kupaonice i kuhinja imaju čelične pregradne zidove od limova 1–2 mm debljine, ukrucenih vertikalnim uglovnicama.

Unutarnja strana vanjske oplate u kabinama oblaže se šperpločama debljine 8–12 mm. Šperploča se pričvrsti na uzdužne letve, pritegnute vijcima na rebara. Koljeno sponje ostaje nepokriveno (osim u salonima, gdje se i ono pokriva), a raspored između koljena i ploče obloge prekrije se profiliranim letvicama. Između palube i donjeg ruba ploča obloge ostavlja se veći razmak, koji se pokrije širokom letvom.



U konstrukciji obloga i pregradnih zidova treba predvidjeti mesta gdje će doći namještaj. Na tim se mjestima ispod obloge ugraditi drveni skelet za koji se kasnije vijčima fiksiraju komadi namještaja.

Obloga stropova kabina sastoji se od okvirnih sekcija od šper-ploče debele 8…12 mm. Sekcije se pritegnu vijčima o drvene umetke pričvršćene na sponjama. Mesta na stropu gdje dolaze rasvjetna tijela i ventilacijski uredaji treba da su posebno pojačana. U stropu su smješteni kanali za električne kable i cijevi za grijanje. Kanali se oblažu vatrastalnim materijalom.



Sl. 26. Drveni okvir okna

Okno kabine ima kvadratni drveni ili metalni okvir, kojim je zatvorena šupljina između unutarnje obloge kabine i vanjske oplate (sl. 26). Na donjoj ploči okvira je kanalič za odvod vode koja se kondenzira ili prokuri kroz okno. — Prozori i okna kabina često imaju žaluzije, koje se većinom spuštaju unutar obloge ispod prozora, a mogu se fiksirati na željenoj visini.

Vrata na brodovima su okretna ili klizna. Vrata su sastavljena od okvira, s umetnutim vertikalnim daskama ili panel-pločama spojenim na pero i utor. Čista je širina okvira vrata od 600 do 760 mm, a visina iznad palube 1850…1950 mm. Visina praga unutarnjih vrata je 150…200 mm, a vanjskih vrata 300…450 mm. Prag okvira je prevučen trakom od bakra, aluminija ili nerđajućeg čelika. Vrata kormilarnice su redovito klizna, izrađena od tvrdog drveta sa velikim staklenim prozorom na gornjem dijelu.

Namještaj kabina izrađuje se od drveta mekanog i tvrdog, a na ratnim brodovima od metala. U novije doba uvodi se i na putničkim brodovima namještaj od metala i od plastičnih masa.

Nastambe

Oprema i uredaj putničke kabine mora odgovarati osnovnim zahtjevima standarda današnjeg čovjeka (sl. 27). Veličina putničkih kabina ovisi o vrsti broda i kategoriji kabine. Prosječna površina putničkih kabina po jednoj osobi iznosi: luksuzna kabina 10…15 m², kabina I razreda sa dva kreveta 5…8 m², kabina II razreda s krevetima jedan povrh drugog 3…4 m², turistička kabina za 4…8 osoba s krevetima jedan povrh drugog ~ 2 m². Površina kupaonice uz kabину je ~ 3,5 m².

Zapovjednik broda i zapovjednik stroja obično imaju radnu sobu, spačuću sobu i kupaonicu (sl. 28). Površina radne sobe je 9…15 m² a spačuće sobe 6…10 m². Kabina prvog časnika ima površinu 7…10 m², a na većim brodovima i prvi časnik ima vla-

stitu kupaonicu. Kabine ostalih časnika, liječnika i komesara su nešto skromnije i površina im je 5,5…7 m². Jednokrevetne kabine površine 4,5…6 m² imaju obično i glavni konobar, glavni kuhar, voda palube i voda stroja. Ostala posada je u dvokrevetnim kabinama površine 3…4 m², s krevetima jedan povrh drugog. Na tankerima su teži uvjeti rada, pa je smještaj posade bolji, tako da je sve ljudstvo smješteno u jednokrevetnim kabinama. Na putničkim brodovima nema toliko mesta da bi se sva posada mogla smjestiti u dvokrevetne kabine, pa se veći broj konobara, mornara i ložača rasporedi u zajedničku prostoriju.

Ambulanta se redovno sastoji od čekaonice, sobe za pregled bolesnika, bolesničke sobe, kupaonice, zahoda i liječnikove ili bolničarove kabine za spavanje (sl. 29). Zidovi i stropovi bolesničkih prostorija nisu obloženi, već su od bijelo bojadisanih limova.

Putnički brodovi sa preko 100 putnika imaju *brijačnicu* i *česljaonicu*. Površina tog prostora je ~ 2 m² po jednom radnom sjedalu. Ta prostorija često služi kao prodavaonica suvenira i galerijske robe.

Na putničkim brodovima su *zajedničke prostorije putnika*, kao blagovaonice, saloni, barovi, pušionice, čitaonice itd., uređene i opremljene prema individualnim rješenjima arhitekata. Prosječne površine po jednom putniku su za ove prostorije: blagovaonica I razreda od 1,5 do 1,8 m², blagovaonica II razreda 1,3…1,4 m², blagovaonica turističke klase od 1,2 do 1,3 m²; saloni i čitaonice od 1,5 do 2 m², plesne dvorane od 2,2 do 2,5 m².

Tipična oprema i raspored blagovaonice i salona časnika prikazani su na sl. 30. Blagovaonice momčadi su slične časnici blagovaonicama, samo su jednostavnije namještene. Danas se na brodovima uvode i posebne zajedničke društvene prostorije za čitavu posadu.

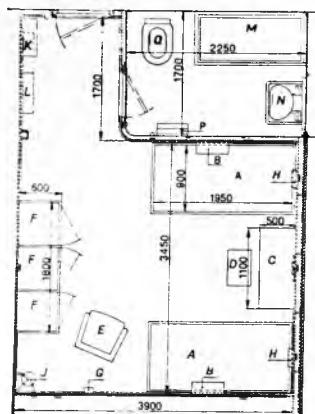
Uz svaku blagovaonicu, a na putničkim brodovima i uz barove, nalazi se *sprema*. U spremi se drži posude i pribor za jelo, raspoređuje hrana koja dolazi iz kuhinje, priprema kava i čaj, izdaje se piće, sir i voće i priređuje sve što se servira putnicima van redovnih obroka.

Veličina i raspored *kuhinje* i prostorije za pripremu jela ovisi o broju osoba na brodu. Površina kuhinje i pomoćnih prostorija iznosi od 0,3 do 0,6 m² po jednoj osobi. Oprema i uredaji kuhinje i pripadnih prostorija velikog putničkog broda prikazani su na sl. 31, a kuhinja trgovackog broda na sl. 32. Štednjak se loži ugljenom, naftom ili parom, a na putničkim brodovima su štednjaci i električki. Dimnjak štednjaka je poseban ili uključen u glavni brodski dimnjak. Oko dimnjaka je veći otvor za ventilaciju i odvod toplog zraka. Kuhinje na putničkim brodovima često su smještene duboko u brodu, te nemaju prirodne ventilacije, već za ventilaciju služe veliki otvori s kanalima iznad štednjaka, povezani s jakim ekshaustorima.

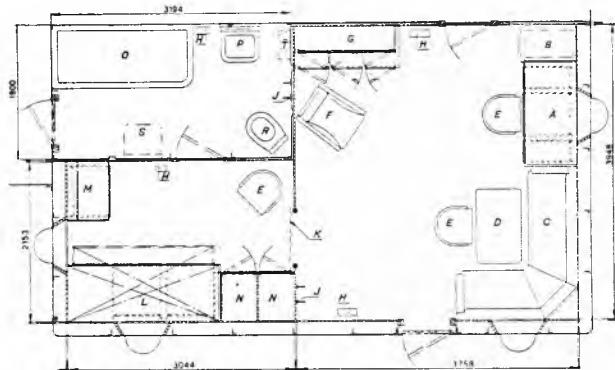
Putnički brodovi imaju *ured brodskog komesara*, u kojem se obavlja sva administracija s putnicima, mijenja novac, deponiraju vrijednost, daju informacije itd. Taj ured je redovno smješten blizu ulaza u salone, a u njemu je smješten i centralni razglasni uredaj za emitiranje obavijesti i muzike. Svaki brod ima *brodsku kancelariju* koju vodi prvi časnik. Ona služi za brodsku administraciju u vezi s posadom i teretom.

Brodovi imaju više manjih *spremišta* za pribor, rublje, prtljag itd. Spremište prtljaga imaju samo putnički brodovi. Spremište za lampe, boje i petrolej je redovno u kaštelu sa pristupom s otvorene palube. Spremište je ogradieno čeličnim pregradama i mora biti dobro ventilirano. Prostor za boje je odijeljen posebnom pregradom. Spremište vode palube je također na samom pramcu iznad pramčanog pika, s pristupom kroz vrata u čeličnoj pregradi i kroz nepropusno zatvoreno grotlo na najgornjoj palubi kaštelu. U blizini svakog jarbola je spremište užadi, skobā, kolotura i lanaca potrebnih za opremu jarbola i samarice. Brod ima posebno strojarsko spremište za rezervne strojne dijelove, spremište elektro-materijala, spremište rezervnog stakla za okna i prozore.

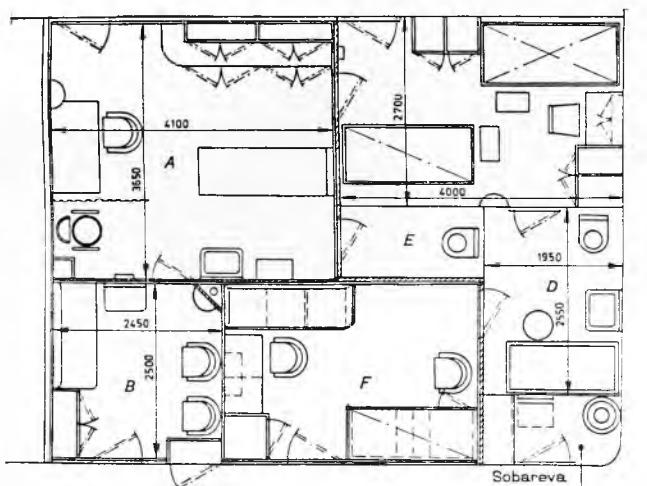
U prolazima do mornarskih nastambi i u blizini kormilarnice nalaze se ventilirane čelične pregrade za odlaganje kišnih kabina. Slične prostorije s čeličnim ormaricima za radna odijela i s policama za radnu obuću strojarskog osoblja nalaze se blizu izlaza iz mašinskog prostora.



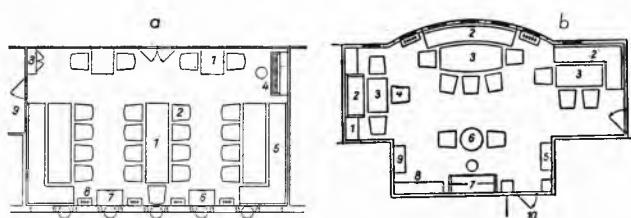
Sl. 27. Putnička dvokrevetna kabina s kupaonicom. A krevet, B polica za knjige, C stol, D stolac, E naslonjač, F ormari, G električki radijator, H svjetiljka za čitanje, J ventilator, K klinčanica, L polica za kofere, M kupaonica, N umivaonik, O WC, P vješalica za ručnike



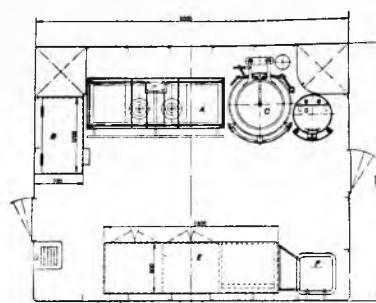
Sl. 28. Stambene prostorije zapovjednika broda. A pisaci stol, B sef, C divan, D stol, E stolica, F naslonjač, G ormari za knjige, H grijalica, I klinčanica, J zastor, L razvlačiv krevet s ladicama, M komoda, N ormari, O kupaonica, P umivaonik, R WC, T polica



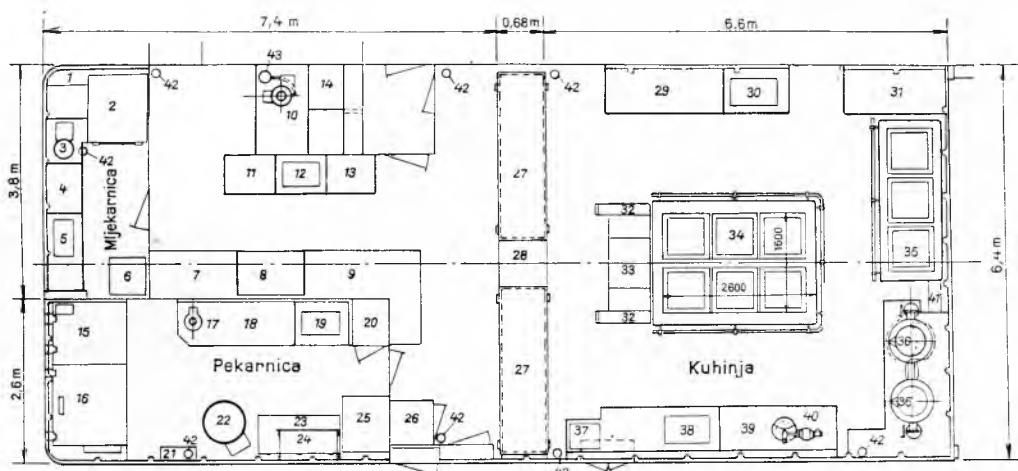
Sl. 29. Brodska bolnica. A ambulanta, B čekaonica, C bolesnička soba, D kupaonica, E nužnik, F soba bolničara



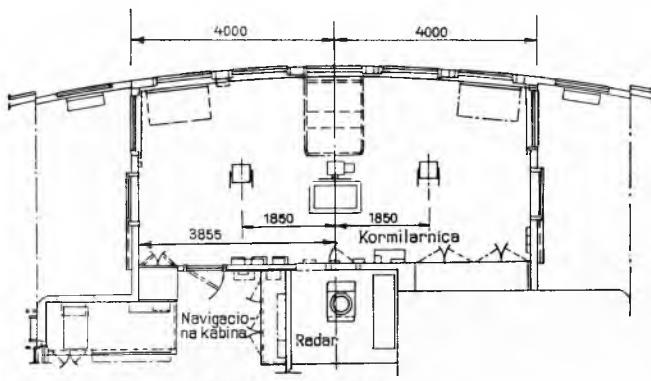
Sl. 30. Blagovaonica i salon časnika. a blagovaonica: 1 stol, 2 stolice, 3 ormari za knjige, 4 klavir, 5 divan, 6 muzički ormari, 7 ormari za novine, 8 grijalica, 9 spremja; b salon: 1 niski ormari, 2 divan, 3 stol, 4 stolica, 5 stol za pripremu, 6 stol za šah, 7 klavir, 8 ormari, 9 muzički ormari, 10 spremja



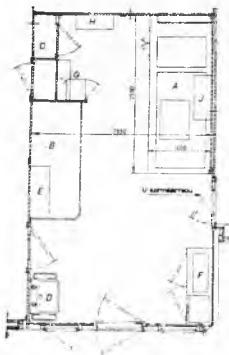
Sl. 32. Kuhinja trgovackog broda. A štednjak ložen uglem, B kutija za ugalj, C kotač za kuhanje u pari, D grijalica za vodu, E stol, F sudoper, G sklopljiva stolica



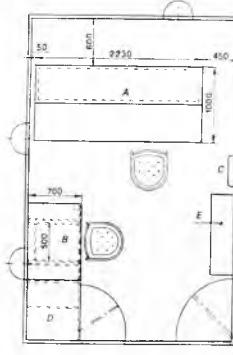
Sl. 31. Kuhinja velikog putničkog broda. 1 kompresor hladionika, 2 hladionik, 3 stroj za mljevenje mesa, 4 mesarski stol, 5 sudoper, 6 mesarski pani, 7 stol, 8 stroj za pranje suda, 9 stol, 10 stroj za guljenje krumpira, 11 posuda za otpatke, 12 sudoper, 13 stol, 14 pronačnička peć, 15 peć za dlanje tijesta, 16 krumpira peć, 17 mijskamnica, 18 stol, 19 sudoper, 20 ormari, 21 električka sklopka krušne peći, 22 stroj za tjesto, 23 korito za tjesto, 24 polica za tepsiće, 25 hladionik, 26 ormari, 27 grijajući hrane, 28 prekllopna vrata, 29 stol, 30 sudoper, 31 stol, 32 električke sklopke štednjaka, 33 roštilj, 34 električki štednjak (za putnike), 35 električki štednjak za posudu, 36 kotlovi za kuhanje u pari, 37 ploča za pripremu kolača, 38 sudoper, 39 stol, 40 stroj za mljevenje mesa, 41 električke sklopke štednjaka, 42 otvor za izbacivanje smeća, 43 veliki otvor za izbacivanje smeća



Sl. 33. Kormilarnica



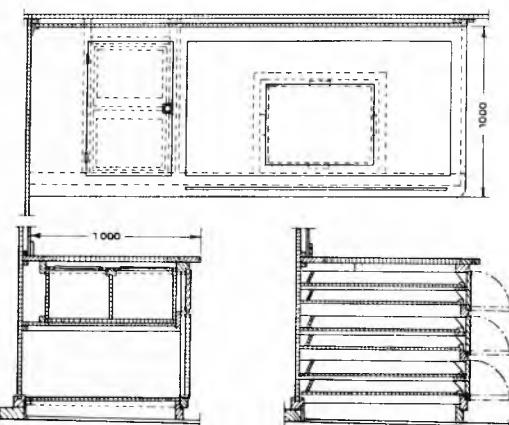
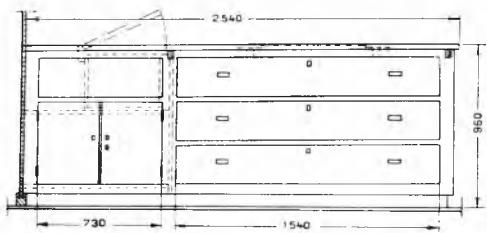
Sl. 34. Navigacijska kabina, A stol za karte, B divan, C ormari, D umivaonik, E zidna polica za knjige, F situacijski stol, G ultrazvučni dubinomjer, H ormari za instrumente, I glavni brodski sat



Sl. 35. Radio-kabina. A radio-stanica, B pisaci stol, C klizni prozor za komuniciranje s navigacijskom kabinom i kormilarnicom, D ormari za instrumente, rezervne dijelove i alat, E polica za knjige

Svaki veći brod ima radionicu brodskog tesara i mehaničku radionicu, a veći putnički brodovi imaju i tiskaru, krojačku radionicu i praonicu rublja.

Putnički brodovi imaju *bazene za kupanje* smještene na otvorenoj palubi ili negdje duboko u dnu broda. Bazen je od čeličnih limova obloženih keramičkim pločicama, a oko bazena je paluba



Sl. 36. Stol za karte u navigacijskoj kabini

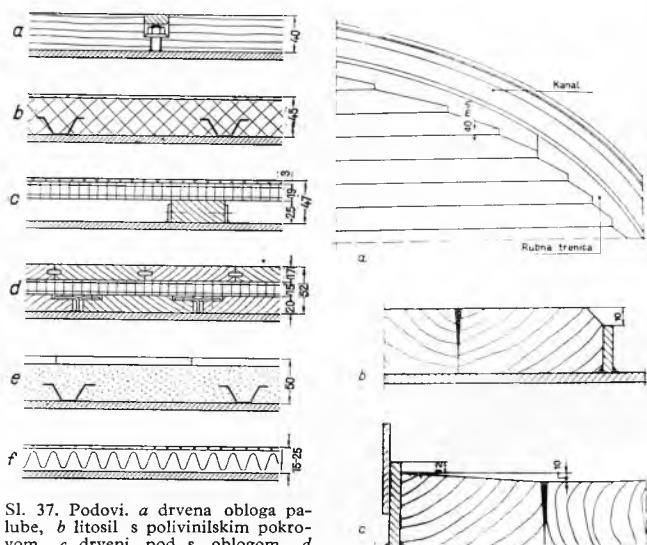
obložena gumom. U blizini bazena su smješteni tuševi, svlačionice i zahodi. Ako je bazen u dnu broda, obično je u blizini dvorana za gimnastiku, kabina s parnom kupelji i kabina za masažu.

Tipična oprema *kormilarnice* je prikazana na sl. 33. Na putničkim brodovima u kormilarnici je uređaj za otkrivanje požara, kontrolni uređaji sprinklera, uređaj za upućivanje CO₂, naprava za gašenje i kontrolna tabla nepropusnih vrata. Zbog magnetskog kompasa bolje je da konstrukcija kormilarnice ne bude čelična. Ako je konstrukcija čelična, onda dijelovi oko kompasa treba da su od aluminija ili drveta, a naročito krov na kojem leži standardni kompas. Unutarnja obloga zidova i stropa kormilarnice je od panel-ploča, ili od aluminijskih limova ako je čitava kormilarnica aluminijске konstrukcije. Raspored namještaja u navigacijskoj kabini i radio-kabini vidi se iz sl. 34 i 35.

Stol u *navigacijskoj kabini* je specijalne izvedbe (sl. 36). Uvijek je postavljen poprečno, prislonjen uz prednju pregradnu stijenu kabine. Izrađen je od tvrdog drveta i prekriven je staklenom pločom koja se odozdo može osvijetliti. Ispod plohe stola su police za nautičke karte i pretinci za nautičke instrumente. Na jednoj strani stola su dva pretinca za brodske kronometre, a iznad stola je okvir u koji se uvuku rubovi navigacijskih karata.

Pokrovi palube i podova

Radi toplinske izolacije prekrivaju se čelične palube iznad nastambi i prostorija u kojima borave ljudi drvenim trenicama, ili se stropovi prostorija s unutrašnje strane oblažu izolacijom. Najbolje drvo za pokrov palube je tikovina, jer je tvrdja, jednoliko se troši, neosjetljiva je prema promjenama temperature i vlage, ne rasteže se i ne sadrži kiseline koje nagrizaju čelik. Osim tikovine za palube se upotrebljava i američki pitch-pine, koji je otporan prema vlazi, ali se troši nejednoliko i upija nečistoće. Naša crvena borovina po kvalitetu odgovara pitch-pineu.



Sl. 37. Podovi. a drvena obloga palube, b litosil s polivinilskim pokrovom, c drveni pod s oblogom, d parket, e keramičke pločice na lakom betonu, f gumeni ili plastični pod s oblogom

Trenice palube su široke 4×5" a rijetko 6", dugačke 7 do

8 m. Trenice se pritegnu maticom o vijke privarene na limove oplate ili sponje (sl. 37 a). Prije polaganja trenica limovi palube se premažu debelim slojem olovnog minija ili nekim bitumenskim premazom.

Oko kućica, grotala, jarbola, okvira palubnih strojeva, ventilatora i uz rubni kanal palube postavljaju se rubne trenice, koje su nešto šire od ostalih. U pramčanom i krmnom suženju palube, krajevi ostalih trenica završavaju u rubnoj trenici uz kanal (sl. 38 a); pri tom se krajevi trenica skose na širinu do 40 mm a rubna trenica se na tim mjestima posebno obradi. Radi odlijevanja vode brid rubne trenice uz kanal je podrezan, a rubne trenice uz kućice su povučene za 10 mm (sl. 38 b, c).

Podovi u unutarnjim prostorijama prekrivaju se različitim pokrovima radi toplinske izolacije, da ne budu skliski i iz estetskih

razloga. Među najčešći pokrov unutarnjih podova spada litosil (sl. 37 b), koji je smjesa fine drvene pilotine, magnezita, magnijevo klorida i boje. Nije otporan prema habanju i propušta vodu, pa nije za otvorene palube.

Bitumenski odn. asfaltni premazi podova, podovi od cementa, gumenog cementa, pluta i teraca, oblaganje podova keramičkim ploćicama i linoleumom izrađuju se na brodovima u biti jednakо kao u zgradama na kopnu.

Brodske podove s drvenim parketima (sl. 37 d) danas se rjeđe izvode. Za naročito glatkе podove u plesnim salonima služe pločice od drvene mase (masonit) sa vrlo tvrdom i glatkom gornjom površinom. Drvenim rešetkama su pokriveni podovi u hlađenim prostorijama, spremištima, radionicama, kupaonicama, kormilarnici i nad kanalima otvorenih paluba.

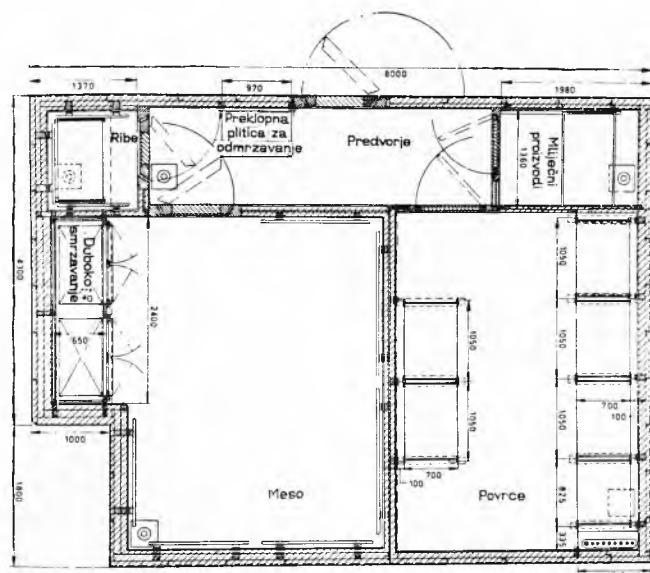
Otvorene čelične palube postaju s vremenom glatke i kliske, pa se umjetno ohrapavljaju sitnim elektro-varovima ili privarenim komadićima lima.

Izolacije i rashladni uređaji

Na svakom brodu potrebno je toplinski ili zvučno izolirati pojedine prostorije, cijevne vodove i sl. Toplinski se izoliraju svi hladeni prostori, parovodi i ostali jaki izvori topline. Za izolaciju se upotrebljavaju različni materijali, od kojih neki mogu služiti i kao toplinski i kao zvučni izolatori.

Pluto u pločama je jedan od najraširenijih materijala za brodske izolacije. Proizvodi se lijepljenjem i prešanjem mljevenog pluta u ploče. Kao toplinski i zvučni izolator upotrebljava se i aluminijska folija, azbest u nitima i pločama, staklena vuna i čvrsta pjena od plastičnih masa, od kojih se neke proizvode na licu mjesta od sastojina i još u tekućem stanju lijevaju u međuprostor dvostrukog zida prostora koji treba izolirati. Kotlovi i cijevni vodovi izoliraju se, kao i u postrojenjima na kopnu, magnezijevim karbonatom i azbestnim tkivom.

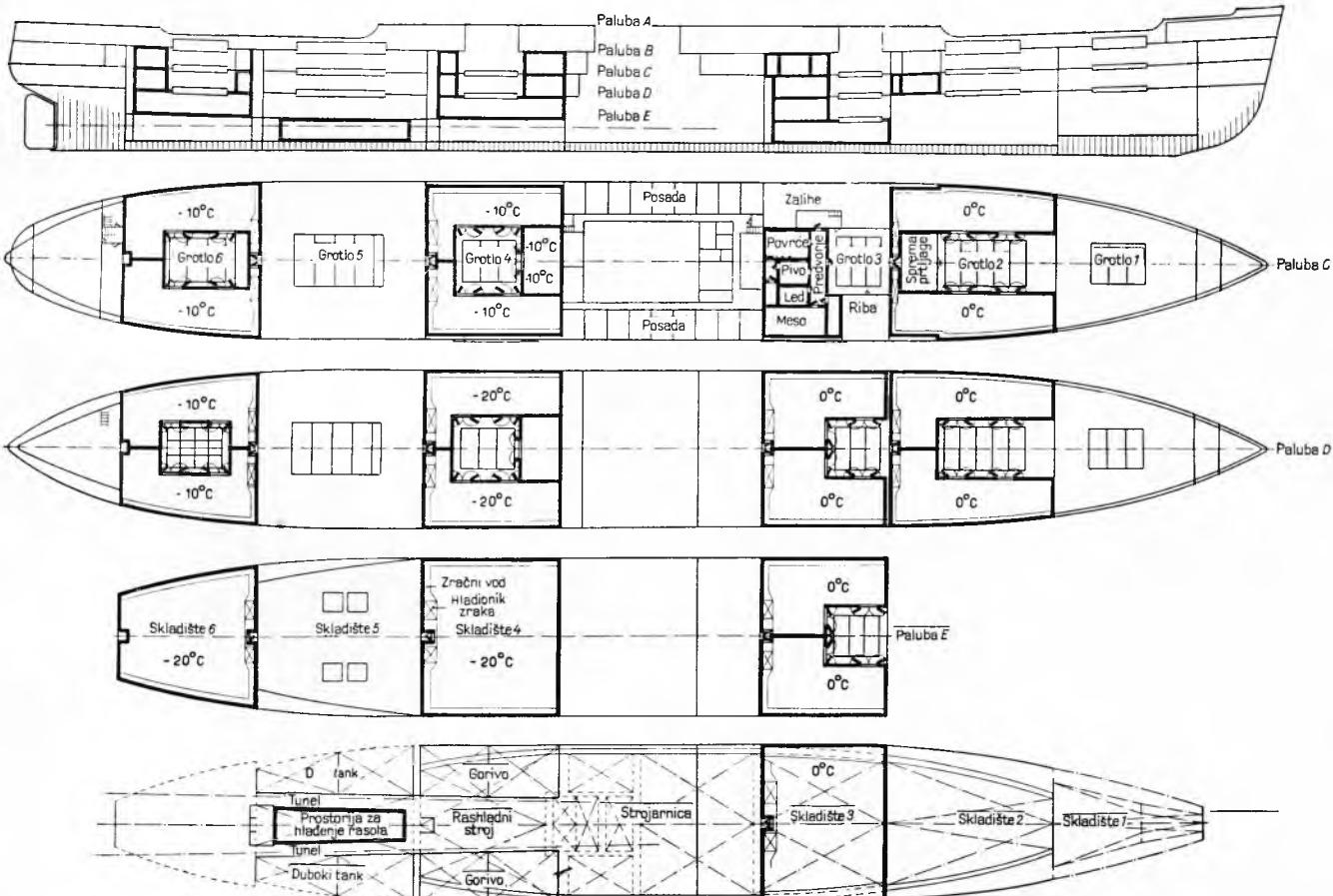
Na brodovima se *akustička izolacija* redovito postavlja na zidovima radio-kabine i navigacijske kabine, a često se izoliraju zidovi mašinskih prostora, kuhinja i spreme od kabina i salona.



S1. 39. Hladeno spremište hrane na trgovac̄kom brodu

i zidovi zahoda i kupaonica od kabina kojim ne pripadaju. Akustička izolacija se također polaže oko bučnih dovoda zraka.

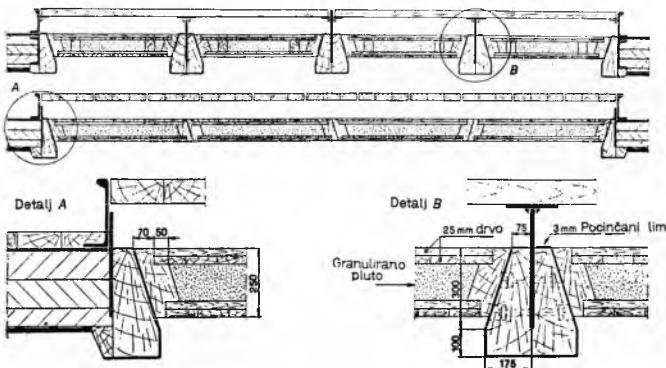
Toplinska izolacija se stavlja na zidove svih izvora topline, kao što su kotlovnice, pekare; u području nastambi toplinski se izolira vanjska oplata broda, vanjski zidovi palubnog nadgrada i zidovi hodnika. Posebnu toplinsku izolaciju dobivaju svi hlađeni prostori na brodu, kao što su spreme za hrani i hlađena skladišta tereta. Protupožarna izolacija dolazi na protupožarnim pregradama, zidovima okna strojarnice, zidovima kormilarnice, radio-kabine, a na putničkim brodovima i na zidovima kino-dvorane, spremišta filmova i brodske kancelarije u kojoj su pohranjene vrijednosti putnika.



Sl. 40. Hladena skladišta za prijevoz hlađenog tereta

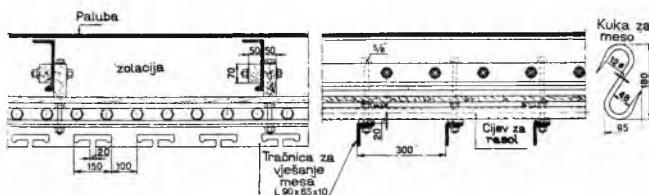
Hlađene prostorije. Svaki brod ima hlađena spremišta hrane; veličina im ovisi o broju osoba i trajanju putovanja. Spremište je podijeljeno na zasebne odjeljke za meso, ribu, povrće i piće (sl. 39). Odjeljci za meso i ribu hlađe se hladnim rasolom koji struji kroz cijevi, te imaju nižu temperaturu od ostalih odjeljaka, koji se hlađe hladnim zrakom. Predvorje spremišta hrane služi za odmrzavanje mesa i ribe.

Brodovi za prijevoz hlađenog tereta imaju više odijeljenih hlađenih prostora od kojih se svaki može hlađiti na drugu temperaturu i tako služiti za prijevoz druge vrste robe (sl. 40). Hlađeni prostori su raspoređeni oko grotlenog otvora s posebnim vratima za ulaz u svaki prostor. Vrata i grotla moraju biti dobro izolirani i nepropusni za zrak. Nepropusni i izolirani grotleni pokrovi su smješteni pri dnu pražnica, a na vrhu pražnica su normalni pokrovi prekriveni platnom (sl. 41). Prazan prostor između gornjeg i donjeg pokrova grotla ispunjava se drvenom pilovinom. Poklopci iznad ulaza u dvodno i pokrovi iznad bočnih kaljuža izvode se slično kao pokrovi grotla. Na više mjesta na izoliranim zidovima hlađenog skladišta izvedu se otvori s izoliranim pokrovima. Ovi otvori služe za kontrolu vanjske opalte a da pri tome ne treba skidati izolaciju.



Sl. 41. Grotleni pokrov hlađenog skladišta

Hlađeni teret se može slagati samo do malih visina, pa razmak između paluba sa hlađenim skladištima ne prelazi visinu od 2,5 m. Hlađeni teret se kvari u dodiru sa čelikom, pa sve izložene čelične dijelove treba obavezno obložiti zaštitnim drvenim letvama. Smrznuto meso se vješa o kuke na tračnicama obješenim na sponje (sl. 42).



Sl. 42. Nosači cijevi za hlađenje i tračnica za vješanje smrznutog mesa

Skladišni prostor se može hlađiti na dva osnovna načina: sistemom cijevi kroz koje struji rashladni medij (rasol, Freon) ili hladnim zrakom. Kad se prostor hlađi rasolom, cijevi se polažu ispod stropa ili uz bočne stijene. U prvom slučaju raspored temperature je jednoličniji a strujanje zraka je minimalno. Kad su cijevi bočno položene, strujanje zraka je jače i hlađenje je bolje. Bočno položene cijevi treba drvenim ili metalnim letvama zaštititi od dodira s teretom. Temperatura prostora se regulira uključivanjem ili isključivanjem određenog broja cijevi. Nosači cijevi ne smiju imati dodira s brodskom konstrukcijom (rebrima, sponjama) van izolacije (sl. 42).

Sistem hlađenja zrakom olakšava kontrolu temperature hlađenog prostora. Hlađni zrak se jednim kanalima ubacuje u hlađeni prostor a drugima iz njega odvodi. Najbolji efekt se postiže dovodom hlađnog zraka u gornje slojeve prostora i odvodom kroz kanale postavljene pri dnu prostora. Kanali su od dvostrukog sloja dasaka, pocinčanog lima ili aluminija, a pričvršćeni su na

drveni skelet koji je ugraden u sloj izolacije. Kanali imaju otvore pokrivene rešetkom ili perforiranim limom i providene kliznim poklopcom pomoću kojeg se otvor može zatvoriti i tako regulirati cirkulacija zraka. Svaki prostor ima zaseban uredaj za hlađenje i razvod zraka pa se zrak iz raznih prostorija ne miješa. Skladišta hlađena zrakom imaju redovito u stropu iznad ulaznih vrata snop cijevi s hladnim rasolom, da bi se što prije ohladio zrak koji ulazi tokom krcanja tereta. Obično se uzima 0,15 m² površine cijevi na svaki kubni metar hlađenog prostora.

Rashladni uredaji na brodovima se bitno ne razlikuju od rashladnih uredaja u hlađnjacima na kopnu. To su kompresijski rashladni strojevi s amonijakom, ugljičnim dioksidom ili freonom kao rashladnim medijem i dvokružnim rashladnim procesom. Jedino kad se hlađi freonom a rashladni je stroj blizu hlađenog prostora, proces je jednokružni. Brodski rashladni uredaji većinom imaju stupne kompresore i protustrujne ili horizontalne cijevne kondenzatore hlađene morskom vodom. Redovito ima nekoliko neovisnih grupa kondenzator + evaporator, od kojih svaka može raditi uz drugu temperaturu.

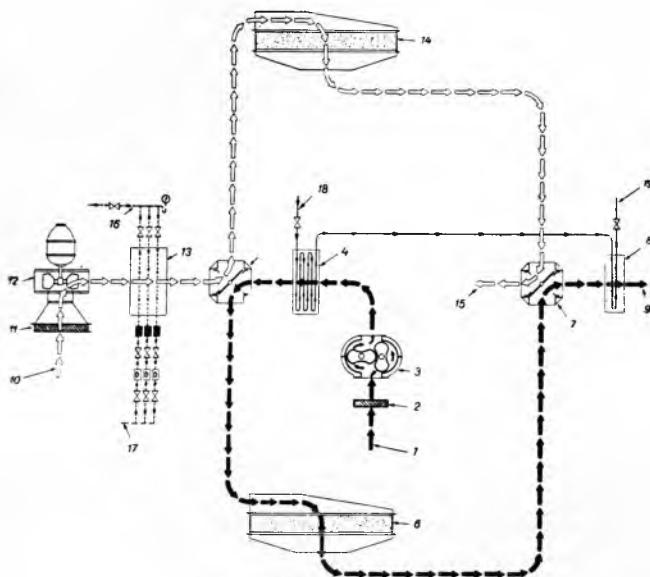
Danas su svi putnički i skoro svi teretni brodovi opremljeni uredajima za hlađenje pitke vode na 5°C do 10°C. Na putničkim brodovima se nikad ne postavlja jedinstveni sistem za hlađenje pitke vode, jer bi se, zbog velikih udaljenosti pojedinih mesta potrošnje od centralnog mjeseta hlađenja, voda u cijevima ponovo zagrijala. Redovno je brod podijeljen na nekoliko zona, pa svaka zona ima zasebni uredaj za hlađenje pitke vode. Pojedini veliki potrošači hlađene pitke vode, kao npr. kuhinje, blagovaonice, mačinski prostor, spreme itd., imaju vlastite male uredaje za hlađenje vode, koji većinom rade s freonom. Za posadu na teretnim brodovima služi jednostavan uredaj za hlađenje pitke vode.

Ventilacija

Na brodovima treba ventilirati sve prostorije. Nastambe, radne prostorije i sve ostale prostorije u kojima borave ljudi treba ventilirati da se pročisti zrak i odstrane neugodni mirisi. Skladište treba ventilirati radi zaštite tereta od kvarenja i oštećenja kondenziranim vlagom ili razvijenim plinovima, a tankove radi zaštite brodske konstrukcije od intenzivne korozije. Brodovi imaju prirodnu i umjetnu ventilaciju. Prirodna se ventilacija prostorije postiže prikladnom kombinacijom dovodnih i odvodnih zračnih kanala ili otvora spojenih s vanjskom atmosferom, tako da u prostoriji dođe do cirkulacije i izmjene zraka uslijed razlike pritiska na dovodnom i odvodnom otvoru. Za umjetnu ventilaciju služe ventilatori koji u prostoriju ubacuju svježi zrak ili iz nje sišu pokvareni zrak. Umjetna ventilacija je na putničkim brodovima često povezana s klimatizacijom. Kapacitet ventilacijskog uredaja ovisi o potrebnom broju izmjene zraka u jedinicu vremena. Na trgovackim i putničkim brodovima taj je broj najveći za glavnu kuhinju (60/h), skladišta banana (45/h), strojarnicu s motorima na unutarnje izgaranje (40/h) i skladišta drugog voća (35/h), a najmanji za skladišta i spremišta (5/h); za kabine i prostorije za boravak iznosi 10-20/h.

Danas se zahtijeva da sve nastambe posade i putničke kabine imaju dva neovisna sistema ventilacije, umjetni i prirodni, s time da je umjetna ventilacija dovoljna za potrebnu izmjenu zraka. Umjetnu i prirodnu ventilaciju redovito imaju i strojarnica, kuhinja, bolnica, saloni i blagovaonice, dok spreme, nužnici i kupaone većinom imaju samo umjetnu ventilaciju. Uobičajeno je da grupa od nekoliko blizu smještenih kabina ima zajednički dovod svježeg zraka a istrošeni zrak se odvodi iz hodnika ispred kabina. Iz kabina zrak prolazi u hodnik kroz slobodne prostore između sponja ili kroz otvore na vratima. Zrak iz zahoda, kupaonica, bolnica i kuhinja ne smije se voditi u hodnik, već na otvorenu palubu. Brodovi koji plove u tropima moraju u svakoj kabini imati viđani električki ventilator; on služi kao pomoći uredaj koji u prostoriji izaziva cirkulaciju zraka.

Ranije su skladišta tereta imala samo prirodnu ventilaciju, a danas se sve više primjenjuje umjetna ventilacija s uredajima za odvlaživanje zraka. Uslijed razlike između vanjske temperature i temperature u skladištu dolazi do kondenziranja vlage u skladišnom prostoru. Kondenzirana vлага oštećuje teret i izaziva koroziju unutarnjih konstruktivnih dijelova brodskog trupa. Kondenzatnu vlagu izlučuje vlažni zrak koji je ventilacijom ubaćen



Sl. 43. Cargocaire-sistem ventilacije skadišta. 1 dovod svježeg zraka puhalu, 2 filter za svježi zrak, 3 puhalo, 4 predgrijivač, 5 ulazni razdjeljni ventil, 6 adsorber sa silika-gelom (u radu), 7 izlazni razdjeljni ventil, 8 naknadno grijanje zraka, 9 odvod suhog zraka u skadište, 10 dovod zraka za reaktiviranje adsorbera, 11 filter zraka za reaktiviranje adsorbera, 12 ventilator, 13 grijalica zraka za reaktiviranje adsorbera, 14 adsorber sa silika-gelom (u reaktiviranju), 15 izlaz zraka kojim se je reaktivirao adsorber, 16 dovod pare za grijanje, 17 povratni vod kondenzata, 18 dovod morske vode, 19 odvod morske vode. Crne strelice označuju tok zraka za skadište, a bijele zraka za reaktiviranje adsorbera. Jedan adsorber je aktiviran, a drugi se reaktivira, što se regulira razdjelnim ventilima 5 i 7

u skadište ili higroskopni teret (žito, brašno, pamuk, duhan itd.) koji je ranije upio vlagu. Za skadišta tereta najbolje odgovara umjetna suha ventilacija jer sprečava stvaranje vlage i odvodi štetne plinove koje izlučuju teret. Postoji više vrsta uređaja za suhu ventilaciju skadišta i sprečavanje kondenziranja vlage; u jednima se iz zraka za ventilaciju oduzima vлага time što se on hlađi, u drugima se zrak vodi kroz higroskopni materijal i tako osuši.

Na tankerima problem predstavlja korozija brodske konstrukcije za vrijeme dok su tankovi prazni, kao i uklanjanje plinova i sprečavanje da oni prodrnu u mašinski prostor, nastambe itd. Zato se i na tankerima primjenjuje umjetna ventilacija sušenim zrakom, a pomoću posebnog ventilacijskog sistema ponekad se mašinski prostor, kotlovnica, itd. drže pod natpritiskom i time onemogućava pristup vanjskog zraka koji sadržava opasne plinove u te brodske prostorije.

Ventilacijski uređaji obuhvataju vjetrolovke, ventilacijske vodove i ventilatore. Vjetrolovke služe za dovod zraka. Standardizirane su i sve im dimenzije ovise o promjeru. Promjer se određuje na osnovu količine zraka koji mora da prođe kroz vjetrolovku, tj. na osnovu broja izmjena zraka, veličine prostorije i brzine strujanja zraka. Kod prirodne ventilacije uzima se brzina strujanja zraka od 5 m/sek. Glava vjetrolovke može imati različiti oblik, a navučena je na cijev pričvršćenu o palubu. U toj cijevi se može okretati i postaviti u smjeru vjetra. Minimalna visina cijevi iznad palube je propisana: na otvorenoj palubi i na nadgradu do udaljenosti četvrtine dužine broda od pramca visina je 916 mm, a na ostalom dijelu nadgrađa 760 mm.

Ventilacijski vodovi dimenzioniraju se, kao i vjetrolovke, prema količini zraka koja mora kroz njih da prođe. Izradeni su od pocinčanog lima ili aluminija, a vode se uzdužno hodnicima ispod sponja, s odvojcima za pojedine kabine i prostorije. Za najmanji otpor zraka najpovoljniji bi bio okrugli ili kvadratni presjek vodova, ali takav oblik cijevi zauzima suviše mesta po visini, pa se zračni kanali izvode s pravokutnim presjekom, s time da baza može biti maksimalno tri puta veća od visine, inače otpor zraka suviše poraste. Da bi se postigao jednolik pritisak zraka u kanalima, presjek im se postepeno prema krajevima smanjuje. Za održavanje konstantnog pritiska u ventilacijskim vodovima može se na kraju voda ugraditi automatski ventil koji ispušta zrak kad pritisak poraste, ili se uz sam ventilator ugraditi uređaj koji automatski regulira rad ventilatora.

Za reguliranje količine i smjera zraka u kabinama služe kuglasti ventili. Ti ventili se ugradjuju i na krajevima dvostrukih kanala kojima se zasebno dobavlja topli a zasebno obični zrak. Kuglastim ventilom se može podešiti bilo koja mješavina ugrijanog i običnog zraka, a istovremeno se može usmjeriti izlaz zraka u bilo kojem željenom pravcu. U salonima se redovito ugradjuju difuzori koji raspršuju mlaz zraka, a koji se mogu i djelomično ili potpuno zatvoriti.

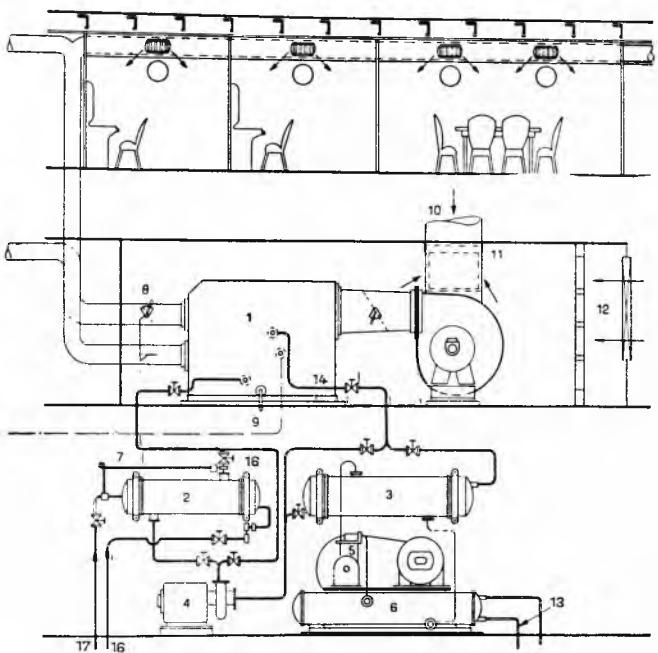
Za umjetnu ventilaciju brodova najčešće se primjenjuje centrifugalni ventilator jer je nešto manjih dimenzija od ostalih tipova a daje i konstantniji pritisak. Zbog visokog stepena djelovanja i pogodne forme aksijalni ventilator se upotrebljava za ventilaciju strojarnica, ali je suviše bučan za putničke prostorije. Treba nastojati da se ventilatori postave koaksijalno s brodom kako bi se smanjio giroskopski efekt a time i trošenje ležaja. Da se smanje buka i vibracije, ventilator ne smije biti pričvršćen direktno na željeznu konstrukciju, već se montira na drveno postolje, a ako je u blizini putničkih kabina, treba staviti i posebne umetke od gume ili pusta između kućišta motora i postolja. Na ulazima zraka ispred ventilatora stavljaju se filteri za pročišćavanje zraka.

Od uređaja za suhu ventilaciju skadišta najpoznatiji su uređaji firme Thermotank (Drihold sistem), uređaji firme Cargocaire i Kathabar sistem. U uređaju Thermotank ventilator tjeru zrak preko izmjenjivača topline koji zrak ohlađi i oduzme mu vlagu, a zatim se zrak pušta u skadište. Skadište se pomoću ovog uređaja može ventilirati svježim atmosferskim zrakom ili se stalno isti zrak u skadištu recirkulira bez pristupa svježeg zraka. Uredaj firme Cargocaire (sl. 43) sastoji se od naprave za sušenje zraka silika-gelom, sistema za cirkuliranje i aparata za registriranje vlažnosti i temperature zraka. Sličan je Kathabar sistem, u kojem se zrak suši rastopinom litijeva klorida. Ova rastopina ima veliki apsorpcijski kapacitet, može se brzo regenerirati, ne hlapi ni ne napada metal.

Klimatizacija

Danas su gotovo svi putnički i mnogi teretni brodovi opremljeni uređajima za klimatizaciju. Kondicioniranjem zraka nastoje se održati ugodni uslovi života na brodu uz bilo kakve atmosferske prilike.

Kondicionira se zrak za kabine putnika i posade i za sve javne prostorije. Glavno se stubište s ulaznim halom kondicionira na



Sl. 44. Brodski uređaj za kondicioniranje zraka (Thermotank). 1 jedinica za kondicioniranje zraka, 2 kalorifer za toplu vodu, 3 evaporator/hladiionik vode, 4 pumpa za toplu/hladnu vodu, 5 kompresor hladiionika, 6 kondenzator hladiionika, 7 automatski regulator temperature tople vode, 8 automatski ili ručni ventil za reguliranje temperature, 9 odvod kondenzata, 10 vod recirkuliranog zraka, 11 regulacijski ventil recirkuliranog/svježeg zraka, 12 ulaz svježeg zraka sa filterima za zrak, 13 dovod morske vode, 14 povratni vod tople/hladne vode, 15 dovod tople/hladne vode, 16 povratni vod za paru, 17 dovod pare

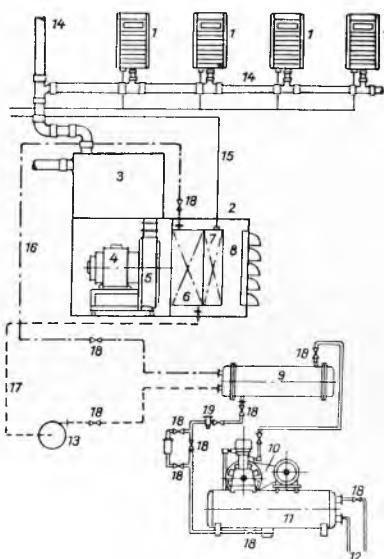
srednje stanje između vanjskih prilika i prilika u salonima, tako da ono tvori prijelaz, naročito ljeti, iz vanjskog toplog zraka u kondicionirane prostorije. Ventiliraju se, a ne kondicioniraju, praonice rublja, spremišta suhe hrane, kuhinje, spreme itd. Mekanički se odvodi zrak (ekshaustorima) iz zahoda, kupaonica, prostora za tuširanje, praonica rublja, kuhinja itd.

Brod je podijeljen u više zonu, a za svaku se zonu u posebnom uređaju kondicionira zrak koji se kanalima razvodi do prostorija. Uredaj za kondicioniranje zraka prikazan je na sl. 44.

Na brodu je teško smjestiti dovoljno velike razvodne kanale zraka do pojedinih prostora, pa su razvijeni visokotlačni sistemi, koji zbog veće brzine strujanja imaju zračne kanale manjeg preseka. Ovi sistemi imaju nedostatak da zahtijevaju velike pogonske snage, jer otpor zraka u kanalima raste s kvadratom brzine, a kod velikih brzina neizbjegno nastaju šumovi pri naglim prijelazima i naglom mijenjanju smjera. Nadalje, prije puštanja u prostoriju treba zraku smanjiti brzinu.

Švedska firma Sune Rygard u Göteborgu uvela je sistem s posebnim malim uređajima za klimatizaciju u svakoj kabini (»S-man kabineti«, sl. 45). Rasolina se grieje ili hlađi centralno na jednom mjestu i tiska tankim cijevima do pojedinih kabina. Posebnim se sistemom ventilacije u svaku kabinu dovodi velikom brzinom potrebna količina svježega zraka, koji se u kabinetkim jedinicama u kabinama grije odnosno hlađi na željenu temperaturu.

Kabinetska jedinica ima ugrađen prenosnik za grijanje ili hlađenje, mali električki ventilator, dovod i odvod rasoline i odvod kondenzata. Temperatura zraka se regulira u samoj jedinici podešavanjem protoka rasoline. Jedan standardizirani centralni uređaj dovoljan je za 25 kabinetskih jedinica.



Sl. 46. Sistem Hi-Press. 1 kabineti, 2 centralni uređaji, 3 prigušivač šuma, 4 motor, 5 rashladne cijevi, 6 električko grijalo, 7 filter za zrak, 8 hladilo, 10 kompresor, 11 kondenzator, 12 morska voda, 13 cirkulacijska pumpa, 14 vod svježeg zraka, 15 električki kablovi, 16 dovod rasoline, 17 povrat rasoline, 18 ventil, 19 ekspanzijski ventil

Hi-Press sistem (sl. 46) također ima zasebne jedinice u svakoj kabini, ali se svježi zrak kondicionira u centralnom uređaju i zatim sistemom tankih cijevi velikom brzinom ubacuje do kabinetima. Kabinetne jedinice funkciraju na induktivnom principu, bez ventilatora. Nema recirkuliranja, već se stalno kondicionira svježi zrak. Zrak se hlađi u centralnom uređaju, ali u komplikiranijim uređajima on se hlađi dalje u kabinetima. Zrak ulazi velikom brzinom kroz prigušivač šuma u kabinet i povlači sobom zrak iz prostorije preko mjenjača kojim se hlađi ili grije. Medij u mjenjaču je slatka voda koja se ljeti hlađi u rashladnom uređaju a zimi grije parom u posebnom grijajući.

Grijanje

Brodske se nastambe griju pećima, radijatorima na toplu vodu ili paru, električnim radijatorima i toplim zrakom. Danas se pretežno grijе toplim zrakom, a kao dodatak služe u nekim kabinetima električni radijatori. Grijanje radijatorima s toplom vodom ili parom sve se više napušta.

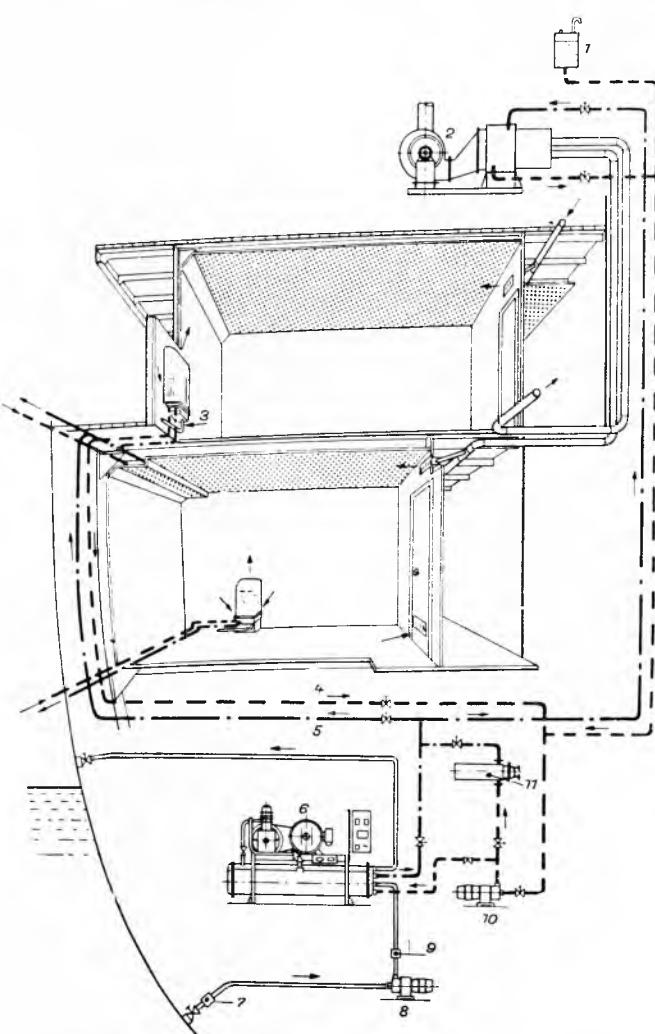
Radijatori na brodovima nemaju nožica i sastavljeni su najviše od 30–40 elemenata. U prostorijama gdje se želi jedino da temperatura nikada ne padne na nulu, npr. u kormilarnicama, ne ugradjuju se radijatori, već samo bakrene cijevi (s rebrima ili bez rebara) položene blizu poda uzduž vanjskih zidova.

Grijanje toplom vodom znatno je ugodnije od grijanja parom, ali se na brodovima rijetko primjenjuje jer zahtijeva veće površine radijatora, veći promjer cijevi, komplikiranje instalacije, redovno posebnu pumpu za cirkuliranje. Parno grijanje zahtijeva manje mesta, brže ugrijе prostorije, ali je neugodna visoka temperatura pare u radijatorima.

Parno grijanje može biti na visoki pritisak, 1,75–3,50 at, na niski pritisak od 0,35 at i na vakuum do 127 mm stupca žive. U principu su instalacije za sva tri tipa jednakе. Uzima se da treba 1 kg pare za 500 kcal topline predane radijatorima. Promjeri cijevi dovoda i odvoda su jednaki; ako je iza svakog radijatora separator pare, može promjer odvoda biti za 25% manji. Cijevi su redovno bakrene s brončanim ventilima.

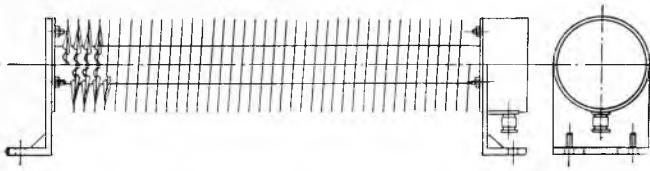
Radijatori se montiraju na kolone i pričvrste na pregradne zidove ~ 15 cm iznad poda. Drveni se zidovi iza radijatora izoliraju azbestnom pločom ~ 10 mm razmaknutom od drvenog zida i zaštićenom pocinčanim limom.

Sve se više uvodi *električko grijanje* brodova. Ne trebaju cijevi za dovod i odvod pare, već samo posebni kabeli, a električki kabeli i onako se dovode u sve kabine te novi ne stvaraju naročit problem. Daljnja je prednost što električni radijatori uvijek funkcioniраju

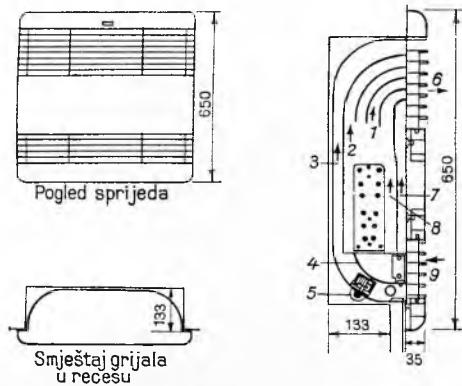


Sl. 45. Kondicioniranje zraka sistemom »S-man«-kabina. 1 ekspanzijska posuda, 2 ventilacijska jedinica, 3 kabinet, 4 povratni vod rasoline, 5 dovod rasoline, 6 rashladni uređaj, 7 filter, 8 pumpa morske rashladne vode, 9 nepovratni ventil, 10 pumpa za rasolinu, 11 izmjenjivač topline

i što se individualno mogu regulirati. Naročito su pogodni za dogrijavanje nastambi grijanih toplim zrakom. Računa se da 1000 W odgovara toplini od 850 kcal/h.



Sl. 47. Električki cijevni radijator



Sl. 48. Električki konvekcijski radijator. 1 struja toplog zraka, 2 i 8 struja sekundarnog zraka, 3 i 7 struja hladnog zraka, 4 skreća zračne struje, 5 termostat, 6 topli zrak, 7 hladni zrak

Postoje razni tipovi električkih radijatora, a naročite su vrste cijevni radijatori s rebrima (sl. 47) i radijatori na principu konvekcije sa sistemom kanala za strujanje ugrijanog i hladnog zraka (sl. 48). Obje su vrste veličine 500...2000 W (425...1750 kcal/h).

Grijanje zrakom vrlo je rašireno na savremenim brodovima. Obično je na brodovima s mehaničkom ventilacijom ili uredajem za klimatiziranje zraka, jer je u tim slučajevima potrebno jedino još u prostorijama u kojima su smješteni ventilatori na tlačnoj

strani ventilatora postaviti snopove parnih cijevi za grijanje zraka. Temperatura se regulira ili količinom zraka koji prolazi kroz grijajuće ili puštanjem pare u veći ili manji broj snopova cijevi.

Sanitarni uredaji

Sanitarni uredaji na brodovima u biti se mnogo ne razlikuju od odgovarajućih uredaja na kopnu. Umivaonici su na ratnim brodovima od nerđajućeg čelika, na malim brodovima su prekllopni, ventilii su ponekad na pritisak, radi štednje vode, tj. voda teče samo dok se pritišće dugme na ventili. Kupaone su često zajedničke, s kadama i s većim brojem tuševa, a za posadu samo s tuševima; broj pojedinačnih kupaonica svodi se na najnužniji minimum.

Zahodi su na teretnim brodovima iznad teretne vodne linije s odvodima izvan brodske oplate. Na putničkim brodovima nije uvijek moguće izvesti svaki odvod zasebno van oplate, već odvodi idu do sabirnog tanka na dnu broda, koji se prazni posebnom pumpom. Zahodi smješteni ispod vodne linije posebnog su tipa i imaju zasebnu pumpu za izbacivanje (sl. 51).

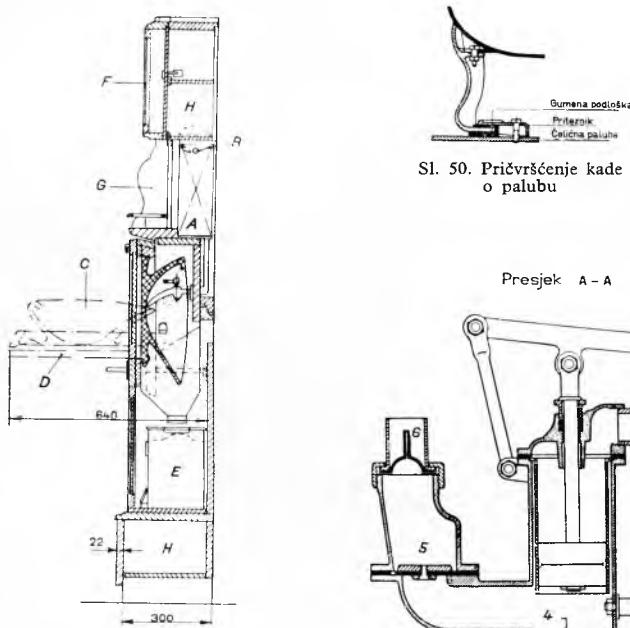
Cijevi i oprema cijevnih vodova

Za razvod tekućina i plinova na brodovima služe razne vrste cijevi. Cijevi su standardizirane, a mogu biti čelične, od lijevanog željeza, bakrene, mjedene, olovne, kositrene, aluminijске, od bakreno-nikalskih legura i od plastičnih masa.

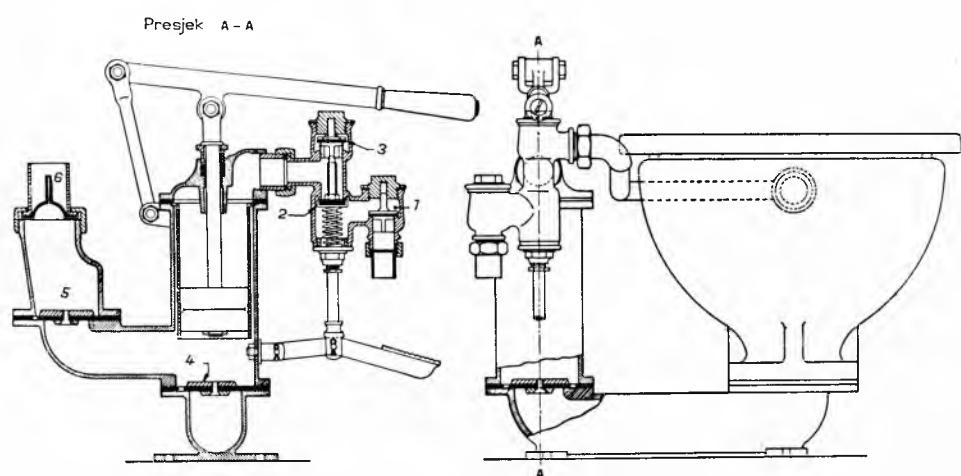
Plinske cijevi se na brodovima primjenjuju samo na mjestima gdje nije važna nepropusnost, npr. na uredajima za mjerjenje temperature u skladištima. Za vodu, plin i par se uglavnom upotrebljavaju čelične bešavne cijevi. Na tankerima se mnogo primjenjuju cijevi od lijevanog željeza. Cijevi od plastičnih masa služe za cijevne vodove u kojima temperatura ne prelazi 60°C. Aluminijске cijevi se rijetko upotrebljavaju, većinom na ratnim jedinicama radi uštede težine i to samo za prijenos suhe tvari, npr. za pneumatsku poštu.

Na brodskim cijevnim vodovima su prirubnice ekspandirane ili električki privarene. Na brodovima se praktički više ne upotrebljavaju prirubnice s narezom na cijevima, jer narez slabti stjenku cijevi i na dijelu nareza van prirubnice ubrzo počinje korozija. Bakrene cijevi imaju ekspandirane ili prilemljene brončane prirubnice, a olovne cijevi navučene prirubnice od pocinčanog čelika.

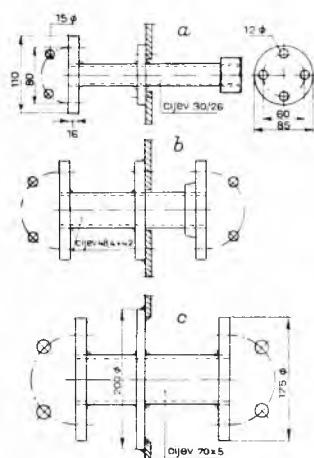
Prolaze cijevi kroz nepropusne palube i pregrade obrazuju kratki komadi od lijevanog željeza, čelika ili bronce, s tri prirubnice (sl. 52). U novije vrijeme se na pregradama primjenjuju komadi s električki privarenim prirubnicama, a za prolaz kroz palube zadržani su lijevani komadi. Rupa na pregradu mora biti dovoljno velika za prolaz krajnje prirubnice, a velika srednja prirubnica se zakovicama prikuje, privari ili vijcima pritegne o lim pregrade. Rashladne cijevi za rasolinu ili freon ne smiju se dodirivati s limovima pregrade pa je otvor u pregradu veći od promjera cijevi, a razmak između cijevi i lima zabrtvi se po-



Sl. 49. Prekllopni umivaonik na brodu bez tekuće vode. A tank za vodu, B cijev za punjenje tanka, C školjka umivaonika, D prekllopni poklopac umivaonika, E tank otpadne vode, F ogledalo, G polica za boce, H pretinac za ručnike



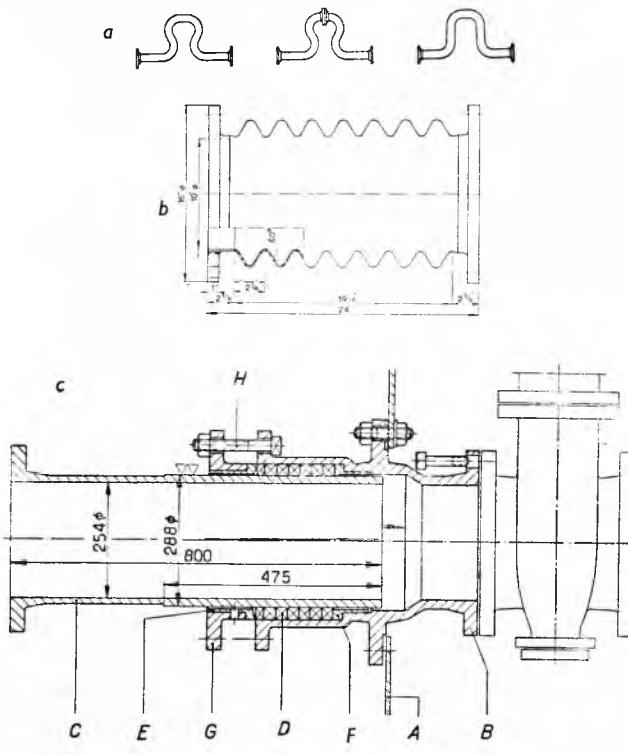
Sl. 51. Zahod smješten ispod vodne linije, opremljen posebnom pumpom za pražnjenje i ispiranje školjke. 1 ulazni ventil morske vode za ispiranje, 2 zaporni ventil (otvara se pritiskom noge na polugu), 3 izlazni ventil morske vode za ispiranje, 4 ulazni ventil fekalija, 5 izlazni ventil fekalija, 6 nepovratni ventil odvoda fekalija



Sl. 52. Prolaz cijevi kroz nepropusnu pregradu. *a* prirubnica zavarenja na bakrenu cijev i vijcima pritegnuta na pregradu, *b* prirubnica zavarena na čeličnu cijev i na pregradu, *c* čelična cijev s prirubnicama zavarenim o pregradu

moći pletenica od grafitiranog azbesta. Za prolaz kroz izolirane pregrade služe specijalni komadi koji su znatno duži, a ugraduju se prije polaganja izolacije na pregradu.

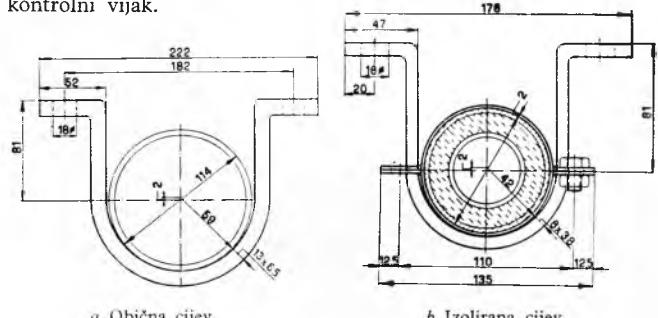
Na brodskim cijevnim vodovima su potrebni ekspanzijski umeci zbog toplinskih dilatacija i radi elastičnosti, da vodovi ne bi popucali kad se čitava brodska konstrukcija na valovima savija i izvija. Zato se na brodu izbjegavaju dugi ravni cijevni vodovi, a ako su neizbjegljivi, kao npr. u hodnicima putničkih brodova, treba ugraditi ekspanzijske komade ili fleksibilne spojeve. Ekspanzijski spojni komadi se redovno ugradjuju uz pregradu. Kao ekspanzijski umeci na brodskim cijevnim vodovima se najčešće upotrebljavaju lire (sl. 53 a), korugirani segmenti između dvije prirubnice (sl. 53 b), kompenzatori od sintetičke gume pojačani čeličnim prstima i teleskopski kompenzatori (sl. 53 c). Tip kompenzatora ovisi o raspoloživom prostoru, promjeru cijevi, temperaturi i pritisku u cijevi.



Sl. 53. Ekspanzijski umeci. *a* ekspanzijska lira, *b* korugirani ekspanzijski segment, *c* teleskopski kompenzator
A pregradu, *B* nepomični dio kompenzatora, *C* pomični dio kompenzatora, *D* brtvišo, *E*, *F* košuljice od bronce, *G* zatiska brtvenice, *H* svornjak

Ležaji i vješalice cijevi na palubama, sponjama i pregradama izrađuju se od plosnatih profila ili lijevanog željeza i čelika. Otvor ležaja mora biti veći od promjera cijevi, da bi se cijev mogla slobodno pomicati (sl. 54 a). Vješalice se raspoređuju na svaku dva do tri razmaka rebara i električki privare ili pritegnu o palubu, pregradu ili neki drugi element brodske konstrukcije. Na vješalicama za izolirane cijevi izolacija se zaštiti 2-3 mm debelim i 250-300 mm dugim pocinčanim limom (sl. 54 b). Ako je više cijevi položeno u zajednički ležaj, izvedba mora biti takva da se svaka cijev može zasebno demontirati. Ponekad se cijev učvrsti opasacem od okruglog željeza, pritegnutim dvjematicama na neki jači profil ugraden iznad palube. Ispod cijevi, na mjestu dodira s profilom, pričvrsti se kratki bakreni umetak po kome cijev kliže.

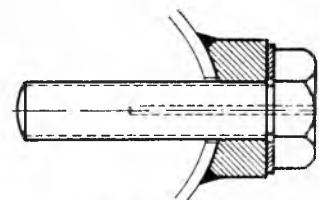
Vodovi za morsku vodu često su od bakrenih cijevi, pa nastaje opasnost intenzivne korozije zbog galvanskih struja. Umetanjem čeličnog vijka u cijev korozija se ograničava na sam vijak, a cijev ostaje nenagrivena. Zato se u razmacima od ~ 8 m na cijev izvana prilemi brončani izdanak s rupom u koju se uvije čelični vijak. Ispod glave vijka se stavlja olovni podmetak koji služi kao brtva a i za bolji kontakt između vijka i cijevi (sl. 55). Vijak ima kroz glavu u aksijalnom smjeru provrt do neke dubine, pa kad uslijed galvanske struje korozija izjede vrh vijka do početka provrta, voda počinje curiti kroz glavu vijka, što je znak da ga treba izmijeniti. Prosječno vijak traje ~ 3 mjeseca. Danas se za morsku vodu primjenjuju na brodovima sve više čelične cijevi, pa na njima nije potreban kontrolni vijak.



Sl. 54. Način vješanja cijevi

Svaki vod na brodu ima bar jedan ventil. Tip i konstrukcija ventila ovise o vrsti cijevnog voda. Ventili na brodovima se u principu ne razlikuju od ventila na stacionarnim postrojenjima. U nižim prostorima broda postoje brojni ventili za koje propisi traže i zatvaranje s palube. Naročito na tankerima postoji velik broj takvih ventila, koji su na dnu broda i do 10 m ispod palube. Ti ventili se zatvaraju motkama vođenim u pravoj liniji od ventila do ručnog kola iznad palube. Kad motke ne mogu biti u pravcu, ugraditi se univerzalni zglobovi, koji normalno može raditi pod kutom do 30°. Zbog velike dužine motke, ona ima nekoliko ležaja učvršćenih na pregrade ili druge dijelove brodske konstrukcije. Uvlačnice u ovim ležajima su od rakkovine. Prolaz motke kroz palubu tankera mora biti izveden nepropusno za plinove.

Ručno otvaranje i zatvaranje velikih ventila na tankerima traje 8-15 minuta, a dugotrajn je i težak posao; za nj treba na svakom kolu više ljudi. Zato su uvedeni patentni mehanizmi za otvaranje i zatvaranje velikih ventila na tankerima, od kojih su najpoznatiji sistemi Munro, Cupedo i Sigma. Sistem Munro ima prenosni pneumatski motor koji preko ozubljenog vijenca ispod ručnog kola okreće ventilnu motku. Ovaj uređaj zahtijeva po čitavoj dužini palube vod komprimiranog zraka. Sistem Cupedo je također na principu pneumatskog pogona, ali je jednostavniji: na svaku motku ventila je vezan zasebni cilindar s komprimiranim zrakom i stupalom pomoću kojeg se pokreće ventilna



Sl. 55. Protectorski vijak

motka. Francuski sistem Sigma pomoću hidrauličkog uredaja podiže i spušta vretena zasuna. Kontrola otvaranja i zatvaranja je jednostavna, ali je čitav uredaj komplikiran jer je potrebna posebna hidraulička stanica u mašinskom prostoru, s vodovima do svakog ručnog kola na palubi.

Na brodovima se mnogo primjenjuju i zasuni, jer manje povećavaju otpor strujanja nego ventili. Zasun služi jedino za potpuno otvaranje ili zatvaranje i njime se ne može regulirati količina protoka. Na tankerima su ugrađeni zasuni velikih projekcija. Poseban tip je uveden na glavnim vodovima tankera. Okreće se oko vertikalne osi, i kad je otvoren, postavi se u uzdužni smjer cijevi. Omogućava potpuno slobodan prolaz, otvara se brzo, zauzima malo mesta, a otpaci nemaju gdje da se talože. Zasuni na brodskoj oplati za ispuštanje blatne vode i pražnjenje sanitarnih odvoda izvedeni su tako da se sami čiste od blata sadržanog u vodi. Brtvene prstene imaju samo na unutarnjoj strani, jer pritisak vanjske vode kad je zasun zatvoren pritisne prstene da brtve. Na dnu kućišta je udubina s kosinom niz koju s vodom oticu izmetine.

Pod niskim pritiscima se ventili često zamjenjuju pipcima, koji su jednostavniji, jeftiniji, lakše i brže se otvaraju i ne povećavaju otpor strujanja. Po konstrukciji se pipci na brodovima ne razlikuju od pipaca na stacionarnim uredajima.

U parnim vodovima se ugrađuju i posebni uredaji za puno iskorištenje pare; oni smanjuju brzinu strujanja pare, pa para bolje predaje toplinu elementima za grijanje. Ovi uredaji ujedno odjeljuju kondenzat od pare.

Odvodi zahoda, umivaonika i kupaonica završavaju na vanjskoj oplati broda u području teretne vodne linije. Na završetku odvoda nepovratni ventil sprečava ulazak vode u brod i ulazak vanjskog zraka u odvode. Kućišta ventila montiranih na oplati moraju biti od bronce ili lijevanog čelika. Treba izbjegći lapanje limenog zaliska ovih nepovratnih ventila prilikom ljuštanja broda, jer se buka prenosi na čitav brod. To se postiže vertikalnim tipom ventila koji ima zalistak s protutegom, ili nepovratnim ventilom s kuglom, koja mora biti specifično lakša od vode da dobro zatvara ulaz.

Otvori za bacanje smeća ugrađuju se u kuhinjama, spremama i prostorijama dežurnog konobara. Sastoje se od cijevi $\varnothing 4''$, opremljene sifonskim odvodom i dovodom morske vode. Voda odnosi smeće izvan broda ili u poseban tank na dnu broda. Za bacanje smeća služi i »suha« instalacija, bez ispiranja vodom (sl. 56). Uz samu unutarnju stranu oplate montirana je cijev široka $\sim 250\cdots300$ mm s gornjim otvorom iznad palube i donjim otvorom na vanjskoj oplati. Na gornjem otvoru je posuda u koju se baca smeće. Ova konstrukcija naročito ne zadovoljava, jer s vanjske strane broda ostaju tragovi blata, a i vjetar može raznosititi smeće po čitavom brodu. Na teretnim brodovima obično nema specijalnih naprava, već se smeće baca s palube direktno u more.

Cijevni sistemi

Na brodu postoje razgranati i složeni sistemi cijevnih vodova koji služe za razvod vode po brodu, odvod otpadne vode, razvod pare, razvod tekućeg goriva itd. Danas ima na brodu toliko različnih sistema cijevnih vodova da pri razradi projekta broda treba dobro prostudirati kojim se putem mogu najefikasnije i najjeftinije voditi. U tu svrhu se razraduje posebna shema razvoda cijevnih vodova za čitav brod.

Cijevni vodovi slatke vode obuhvataju sistem pitke vode i sistem vode za pranje. Slatku vodu brod nosi u posebnim tankovima ili je dobiva destiliranjem morske vode u evaporatorima.

Pitka voda drži se u tankovima odijeljeno od vode za pranje. Tankovi pitke vode moraju zadovoljiti posebne zahtjeve, npr.: ne smije postojati mogućnost da se voda u tanku zagadi; konstrukcija tanka mora biti takva da se tank može do kraja isprazniti;

tank ne smije imati niti jednu zajedničku pregradu s nekim drugim tankom za neku drugu tekućinu; tank mora biti udaljen od oplate, odnosno, oplata može služiti kao jedan zid tanka samo ako je dno tanka 2 stopa iznad maksimalne vodne linije a svi šavovi oplate električki vareni; iznad tanka ne smije biti zahod; dno tanka mora biti bar 18" povrh pokrova drugog tanka.

Promjer cijevnog voda pitke vode određuje se prema broju potrošačkih mjesteta računajući sa faktorom istovremenosti 30…40%. Pitka voda dovodi se do umivaonika u kabinama i do mesta na kojima se priprema hrana i pere voće, povrće i sude.

Cijevni vod slatke vode za pranje spojen je s kupaonicama i tuševima, praonicama rublja i kuhanjama. Topla voda za pranje grijije se u protustrujnim grijaćima s termostatskim ventilima koji reguliraju i održavaju stalnu temperaturu vode.

Cijevni vodovi morske vode. Morska voda se crpe direktno iz mora, a služi za ispiranje zahodskih školjki, pranje podova, punjenje bazena za plivanje, gašenje požara, punjenje balastnih tankova itd. Sistem cijevnih vodova za morskiju vodu ima dvije pumpe (od kojih je jedna rezervna) koje crpe vodu iz mora i kroz filtere je tiskaju u hidrofor. Iz hidrofora morska voda se razvodi zasebnim vodovima u pramčani, u krmeni i u srednji dio broda. Glavni vodovi morske vode nikad nemaju promjer preko $2\frac{1}{2}$ ". Sistem tople morske vode je potpuno identičan sistemu tople slatke vode, jedino je promjer cijevi znatno veći i nije nikad manji od $1\frac{1}{2}$ ", jer bi inače naslage soli brzo začepile cijev. Vodovi slane vode su priključeni na zahodske školjke gumenim navlažnicama a na druge objekte kratkim komadom olovne cijevi.

Sistemi razvoda vode. Postoje tri načina razvoda vode po brodu: sistem s gravitacijskim tankom, sistem s hidroforom i sistem s pumpom u stalnom pogonu. Prvi sistem se još zove »otvoren«, a druga dva »zatvoren« sistemi. U otvorenom sistemu pumpa crpe vodu iz brodskog tanka i puni gravitacijski tank smješten na što je moguće većoj visini, a svakako iznad najvišeg mesta potrošnje. Iz gravitacijskog tanka voda se slobodnim padom razvodi do pojedinih mesta potrošnje.

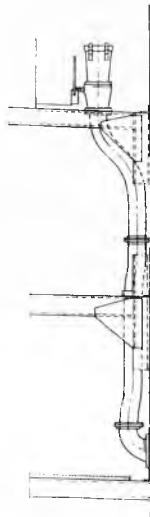
Na motornim brodovima se gravitacijski tankovi obično smještaju u dimnjak, pa se dovod i odvod mogu postaviti kroz okno strojarnice. Nedostaci otvorenog sistema jesu: što je tank redovito na otvorenom krovu najviše kućice nadgrada pa ga treba izolirati da se voda ne smrznje ili ne pregrijave; što je pritisak vode na najgornjim palubama malen; što se iz strojarnice ne može kontrolirati količina vode u tanku; što velika težina na vrhu broda može nepovoljno utjecati na stabilitet broda i zahtijeva odgovarajuću pojačanu konstrukciju nadgrada. Zato se ovaj sistem danas primjenjuje još samo na malim brodovima, gdje je mali potrošak vode pa je i gravitacijski tank malen.

Sistem s hidroforom se sastoje od pritisnog tanka-hidrofora, koji može biti smješten gdje bilo (ali je povoljnije da je smješten na što većoj visini) i pumpe koja drži vodu u hidroforu pod pritiskom dostatnim da svlada sve otpore u cijevnim vodovima i osigura dojavu do bilo kojeg mesta potrošnje na brodu. Radi reguliranja pritiska hidrofor je spojen s bocama komprimiranog zraka u strojarnici ili ima posebni mali kompresor.

Sistem s pumpom u stalnom pogonu je jednostavan, ali mu je nedostatak da pumpa mora stalno raditi, pa i onda kad se voda nigdje ne troši. Radi sigurnosti su na pritisni vod priključene bar dvije pumpe, a često se ugrađi i treća, manja pumpa za nočni pogon. U povratnom vodu do glavnog tanka ugrađen je ventil za reguliranje natpritska, inače bi sva voda strujala linijom najmanjeg otpora u glavni tank, pa bi razvodne cijevi ostale bez vode. U sistemu za morskiju vodu povratni vod završava izvan broda.

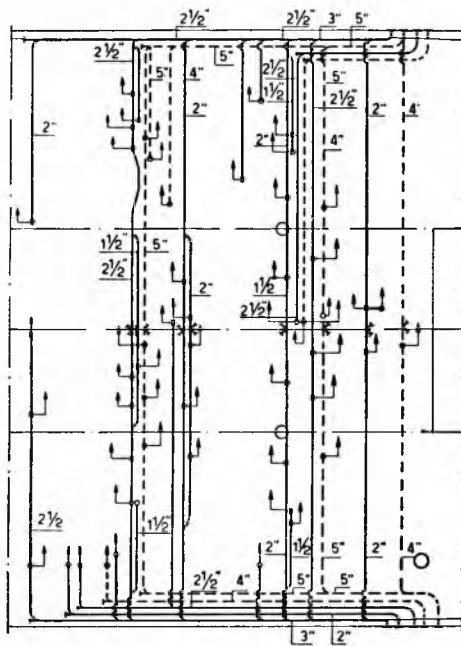
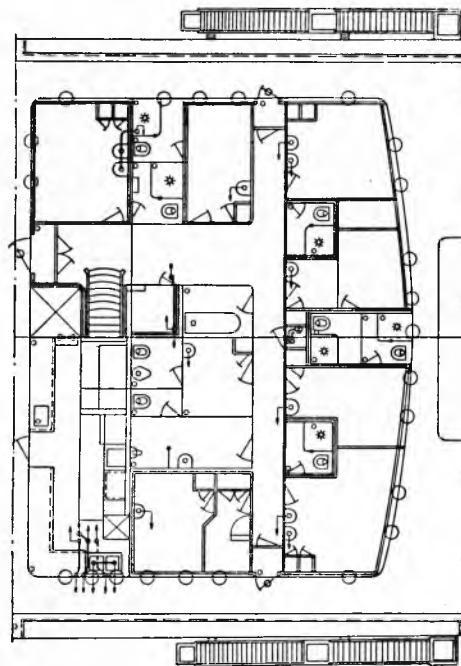
Svaki brodski vodovodni sistem podijeljen je na sekcije, da bi se u slučaju kvara na nekom elementu unutar sekcije zatvaranjem ventila ta sekcija mogla odijeliti. Često se ugrađuju ventili i na početku svakog ogranka glavnog voda, tako da se ogrank može isključiti i na njemu vršiti popravci. Vodovodne cijevi se normalno postavljaju pod stropovima hodnika i kabina s odvodima prema dolje i prema gore, tj. za dvije paube služi isti glavni vod.

Ovodni sistemi. Odvodni cijevni vodovi na brodu obuhvataju sanitarne odvode, odvode palubnih lakomica, kaljužne odvode, preljeve tankova itd.



Sl. 56. »Suha« instalacija za izbacivanje smeća

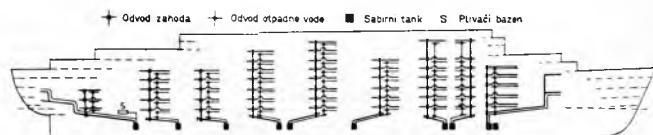
Sanitarni odvodi se izvode prema propisima klasifikacionih društava, a dijele se na dvije grupe: odljeve zahoda i odljeve kada, tuševa, umivaonika itd. Odljevi iste grupe mogu biti povezani, a odvodi raznih grupa se ne smiju spajati. Odvodne cijevi pojedinih sanitarnih uređaja su priključene na sabirnu cijev većeg promjera. Glavne sabirnice uzduž opalte moraju biti što više nagnute, da se nečistoće ne bi zaustavljale, i na svim koljenima moraju imati metalne čepove za čišćenje cijevi. Odvodi zahoda smještenih blizu središnjice broda spajaju se na sabirnice odvoda na oba boka, da bi funkcionali i kad je brod nagnut. Sabirnice odvoda završavaju na opati nepovratnim ventilom. Neposredno uz ventil je priključena cijev za odzračivanje koja završava ko-



Sl. 57. Shema sanitarnih odvoda iz nadgrađa teretnog broda

Ijenom i otvorom kroz opatu ispod same zaštitne palube, a služi da pokvareni zrak iz sabirnice odvede van broda.

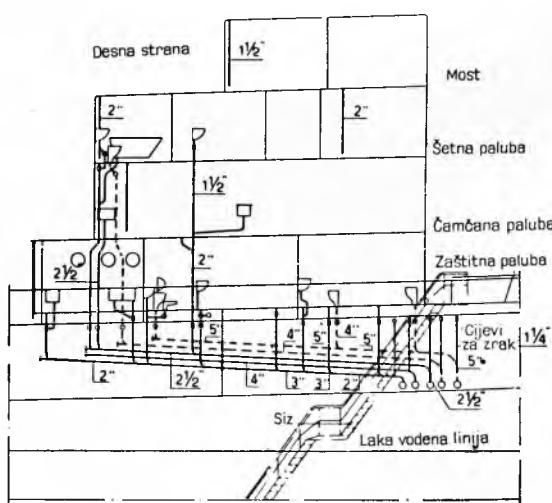
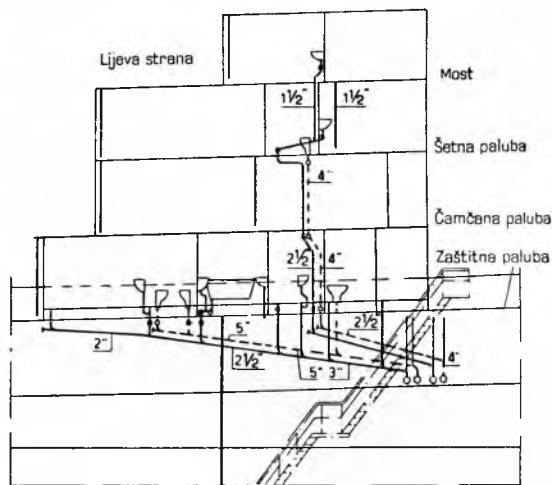
U principu odvodi umivaonika svake palube su zasebni i ne spajaju se sa odvodima umivaonika drugih paluba. Time se sprečava da izljevi umivaonika gornje palube poplave nastambe



Sl. 58. Sistem sanitarnih odvoda sa sabirnim tankovima na velikom putničkom brodu

donje palube ako se odvod na donjoj palubi začepi. Kod zahoda ta opasnost ne postoji, jer su odvodne cijevi široke i mala je vjerojatnost da se začepe, pa se odvod zahoda s raznih paluba izvode zajednički (sl. 57). Na putničkim brodovima svaka zahodska školjka i svaki umivaonik imaju posebnu cijev za odzračivanje, čime se sprečava razređivanje zraka u donjem dijelu cjevovoda i neugodno grgljanje vode koja otječe. Odzračne cijevi većeg broja umivaonika obično završavaju u zajedničkoj sabirnoj odzračnoj cijevi sa slobodnim otvorom u atmosferu.

Na putničkim brodovima odvodi pojedinih grupa zahoda i pronača ne vode se direktno van broda, jer bi na vanjskoj opati



bio suviše veliki broj otvora, već u posebne sabirne tankove na dnu broda. Sabirne tankove prazni automatska pumpa (sl. 58).

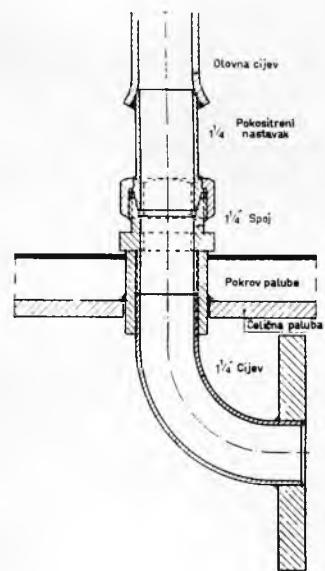
Na tankerima se nastoji da odvodi ne prolaze kroz tankove za teret. Unutar nadgrađa sabirnice se vode direktno u prostor za pumpe, gdje svršavaju s nepovratnim ventilom na brodskoj

oplati. Ako je prostorija za pumpe na krmi, daleko od centralnog nadgrađa, odvod je nemoguće voditi do pumpnog prostora, već mora prolaziti kroz tankove za teret. U tom slučaju je nastavak odvodne cijevi u tanku deblji, ima veći promjer nego sabirna cijev iznad palube i postavljen je što strmije da bi bila što manja mogućnost da se začepi. Prošireni nastavak sabirnica u tanku ima na oba kraja, tj. i na izlazu na oplati i na izlazu iznad palube, nepovratni ventil. Cijev za odzračivanje je priključena na gornji ventil i služi samo za dio odvoda iznad tog ventila.

Ovodne cijevi su redovno od pocinčanog čelika, osim kratkih spojnih komada, koji su od olova. Olovne cijevi ne prolaze nikad kroz palubu. Na palubi se privari komad čelične cijevi na koju se s gornje strane pritegne uvlačnica a s donje strane nastavak s koljenom (sl. 59). Nastoji se da što manji broj odvodnih cijevi prolazi kroz nepropusne pregrade.

Propisima klasifikacionih društava odredene su dimenzijske palubnih izljeva. Svrha je izljeva da kroz njih otječe voda od pranja palube, kišnica, voda koja kod prelijevanja valova ne izade kroz posebne otvore na brodskoj ogradi, itd. Na gornjim palubama teretnih brodova, osim u nadgradima, izljevi su jednostavniji i izvedeni su kao otvor na oplati sa izrezom palubne uglovnice ili kao kratka cijev koja spaja otvor na palubi s otvorom na oplati. Na brodovima zavarene konstrukcije danas se općenito primjenjuju izljevne cijevi zavarene na limove palube i oplate. Izljevi su raspoređeni u razmacima 20-25 m, a jedan izljev mora biti na najnižoj tački palube.

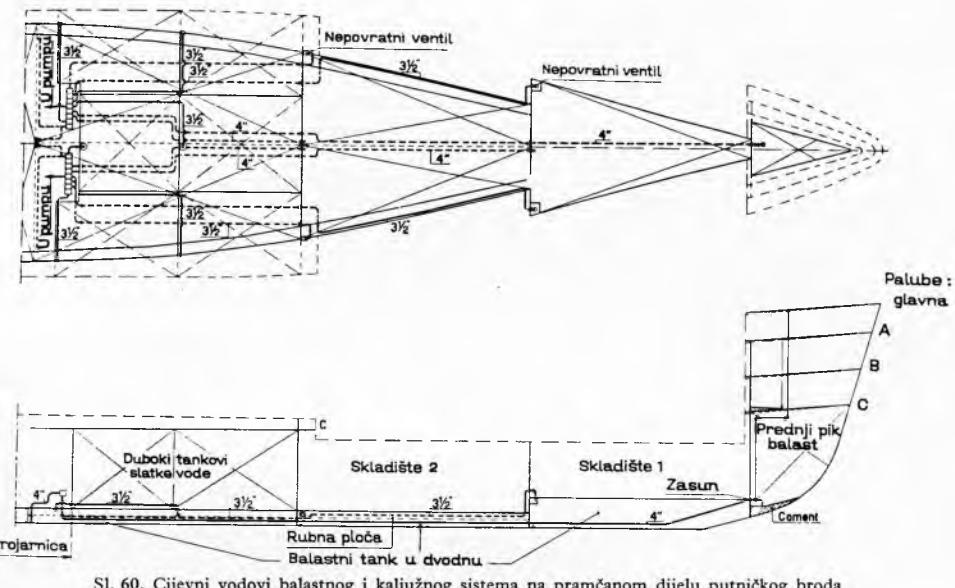
Na krovu kormilarnice normalno je ugrađena po jedna izljevna cijev u svakom ugлу. Propisano je da prostori ispod tonažnih otvora imaju izljeve providene ventilima koji se mogu zatvarati sa zaštitne palube. Krajevi kaljužnih cijevi moraju imati perforirane usisne košare s ukupnom površinom svih rupa na košarama bar dva puta većom od presjeka cijevi. Treba izbjegavati prolaz kaljužnih cijevi kroz tankove dvodna. Također, ako postoji bilo kakva druga mogućnost, odvodi iz lančanika sidrenih lanaca ne smiju prolaziti kroz kolizijsku pregradu. Ako koji odvod mora prolaziti kroz tu pregradu, na pregradi se ugrađuje ventil koji se može zatvoriti s pregradne palube i koji ima uređaj za pokazivanje da li je ventil zatvoren ili otvoren. Prema propisima klasifikacionih društava



Sl. 59. Prolaz odvodne cijevi kroz palubu

Na komandnom mostu i na gornjim palubama izljevne cijevi su u razmacima 15-20 m, a vode samo do sljedeće donje palube. Na kaštelu i na kasaru se ugrađi po jedan izljev na svakom boku. Na pramčanoj pregradi kasara, krmenoj pregradi kaštela i na zidu kormilarnice ponekad se pri dnu izrade otvor sa čepom za ispuštanje vode, pa u tom slučaju u tim prostorijama nisu potrebne druge vrste izljeva.

Odvodi s paluba ispod vodne linije vode se do kaljuža. Imaju ugrađeni nepovratni ventil koji se može zatvoriti s palube nadvoda. Propisano je da prostori ispod tonažnih otvora imaju izljeve providene ventilima koji se mogu zatvarati sa zaštitne palube. Krajevi kaljužnih cijevi moraju imati perforirane usisne košare s ukupnom površinom svih rupa na košarama bar dva puta većom od presjeka cijevi. Treba izbjegavati prolaz kaljužnih cijevi kroz tankove dvodna. Također, ako postoji bilo kakva druga mogućnost, odvodi iz lančanika sidrenih lanaca ne smiju prolaziti kroz kolizijsku pregradu. Ako koji odvod mora prolaziti kroz tu pregradu, na pregradi se ugrađuje ventil koji se može zatvoriti s pregradne palube i koji ima uređaj za pokazivanje da li je ventil zatvoren ili otvoren. Prema propisima klasifikacionih društava

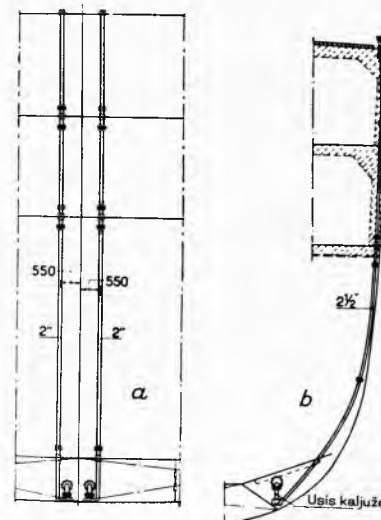


Sl. 60. Cijevni vodovi balastnog i kaljužnog sistema na pramčanom dijelu putničkog broda

mora postojati pumpni sistem za izbacivanje vode iz svakog pojedinog prostora na brodu (sl. 60). Sistem cijevnih vodova mora biti izведен tako da se ne mogu spojiti dva odijeljena nepropusna prostora. Sve cijevi balastnog i kaljužnog sistema su povezane na ventilne kutije u mašinskom prostoru. Za svaki bok broda ima po jednu ventilnu kutiju, povezana s jednom ili dvije pumpe. Cijevi su obično čelične.

Odušne, preljevne i sondažne cijevi. Na najvišem mjestu pokrova svakog tanka mora biti odušna cijev koja ide do iznad pregradne palube. Obično odušna cijev služi i kao preljevna cijev. Promjer odušne cijevi ne smije biti manji od 5 cm, odnosno površina presjeka preljevne i odušne cijevi mora biti bar 25% veća od površine presjeka cijevi za punjenje tanka. U mašinskom prostoru bi bilo suviše mnogo cijevi kad bi svaki tank imao posebnu odušnu i preljevnu cijev. Zato se sve odušne cijevi, koje ujedno služe i za preljev, odvode do jednog zajedničkog visoko smještenog malog tanka, a iz ovog tanka dalje izlazi na otvorenu palubu samo jedna odušna cijev sa preljevom u posebni tank dvodna. Otvori odušnih cijevi imaju zapore, a odušnici tankova goriva protupožarnu mrežicu. Glave odušnih cijevi na tankerima posebne su izvedbe, s automatskim zaporom koji drži cijev stalno otvorenu, a sprečava da morska voda koja se preljeva preko palube uđe kroz odušnike u tankove tereta.

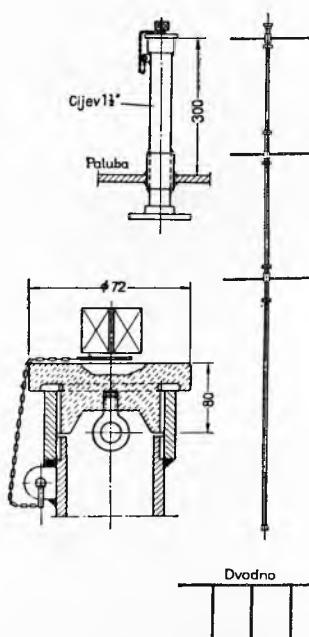
Za mjerenje visine tekućine u tankovima i kaljužama služe sondažne cijevi (sl. 61). Te cijevi ne smiju imati promjer manji



Sl. 61. Sondažne cijevi. a) sondažna cijev tanka u dvodnu; b) sondažna cijev kaljuže

od $1\frac{1}{4}$ ". One sižu do iznad pregradne palube, osim u tunelu i strojarnici, gdje mogu biti kraće. Ukoliko je sondažna cijev ujedno i odušnik, njena glava je posebne konstrukcije.

Mjerenje razine tekućine pomoću sondažnih cijevi oduzima dosta vremena, pa su razvijeni posebni uređaji koji pokazuju visinu tekućine u tanku iznad neke određene tačke. Zračnom pumpom stvori se vakuum u kalibriranoj cijevi pa se u njoj živa penje dok se pritisak stupca žive ne izjednači s pritiskom tekućine u tanku. Na istom principu se zasnivaju uređaji za očitavanje gaza broda, koji su ugrađeni u pramčanom i krmenom pik-tanku, a pokazuju hidrostatski pritisak vanjske morske vode iznad neke određene tačke na brodu.

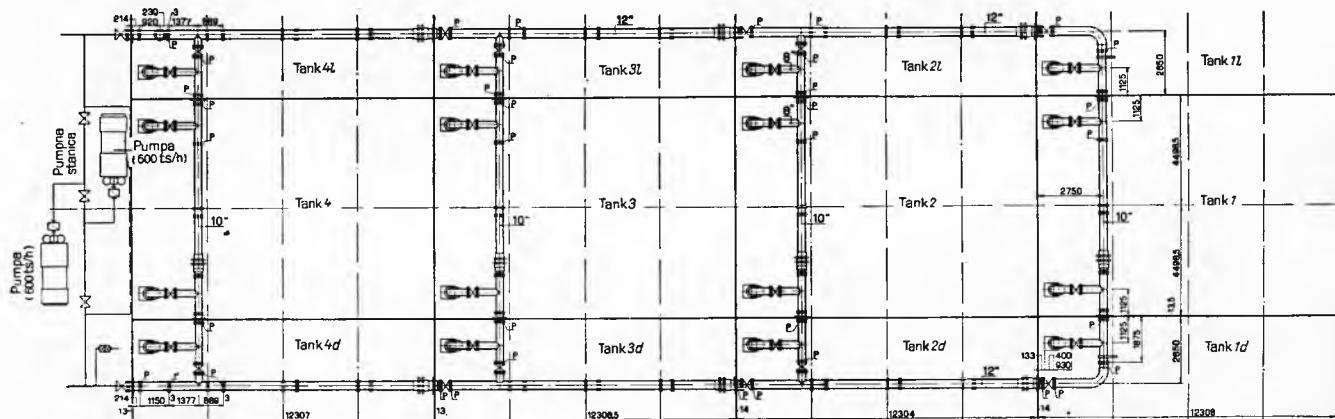


Sl. 62. Cijev za mjerenje temperature u skladištu

Za neke hladene terete (voće, meso) potrebna je i stalna kontrola koncentracije ugljičnog dioksida u skladištima. U tu svrhu služi centrifugalni analizator plina s indikatorom, smješten u mašinskom prostoru, a cijevima spojen sa svakim pojedinim hlađenim skladištem i s vanjskom atmosferom.

Komunikacijski cijevni vodovi. Prema Konvenciji o sigurnosti života na moru zahtijeva se mogućnost audio-prijenosova između radio-kabine i navigacijske kabine, neovisno o drugim brodskim komunikacijskim sistemima. U tu svrhu redovno služe doglasne cijevi od bakra $\varnothing 31\text{--}33$ mm, a u novije vrijeme i cijevi od plastične mase. Doglasne cijevi se obično ugraduju i između navigacijske kabine i komandantove kabine, navigacijske kabine i standardnog kompasa, navigacijske kabine i strojarnice, a ponkad i između kuhinje i spreme. Doglasne cijevi završavaju proširenim grlićem sa čepom za zatvaranje, koji ujedno služi kao zviždaljka za poziv (sl. 63).

Na velikim ratnim brodovima, a ponekad i na putničkim, pisane obavijesti prenose se i pneumatskom poštrom.



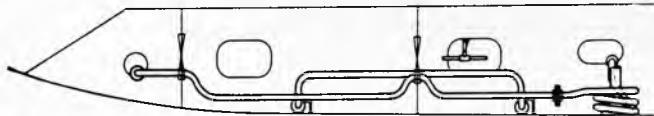
Sl. 65. Glavni cijevni vod u tankovima za tekući teret (tanker od 17 000 t DW)

Cijevni vodovi za paru. Za razvod pare od kotla do brodskih pomoćnih strojeva (kormilarskog stroja, vitala itd.) i do uređaja za parno grijanje služe parni vodovi.

Parovodi do brodskih pomoćnih strojeva redovno su od bakrenih cijevi a vrlo rijetko od čeličnih. Cijevi za odvod istrošene pare imaju obično $6\text{--}12$ mm veći promjer nego cijevi za dovod svježe pare. Dovodna cijev je uvijek izolirana, dok odvodna cijev ne mora imati izolaciju. Na kraju dovodne cijevi, neposredno ispred stroja, ugraditi se pipac za ispuštanje kondenzata.

Uredaj parnog grijanja na brodu služi za grijanje prostorija i grijanje tankova. Za grijanje prostorija služi para niskog pritiska, od 0,5 do 1,5 at, a za grijanje tankova s uljem para visokog pritiska. Gorivo i vegetabilno ulje u tankovima se uslijed hladnoće zgusne, pa se ne može crpsti ako se prije ne zagrije.

Za grijanje služe snopovi čeličnih cijevi promjera $38\text{--}48$ mm do $50\text{--}60$ mm kroz koje prolazi para pritiska od 7 at. Površina cijevi za grijanje ulja u tankovima se određuje na osnovu iskustvenih podataka. U tankovima dvodna cijevi za grijanje se polažu



Sl. 64. Cijevi za grijanje tankova dvodna

blizu dna (sl. 64), gdje je najveća površina na kojoj se tekućina hlađi, a u visokim tankovima cijevi su raspoređene uz pregrade i oplatu. Cijevi se spajaju varenjem a izbjegavaju se prirubnice. Jedino pri sekcijskoj gradnji broda cijevi se ugraduju u sekcijsku dvodnu, pa se na spojevima sekcijske cijevi spajaju prirubnice.

Cijevni sistemi na tankerima

Osim cijevnih vodova uobičajenih na brodovima za prijevoz suhog tereta, tankeri imaju i sisteme cijevnih vodova namijenjene manipuliranju tekućim teretom, kontroli tereta i obezbijedenju sigurnosti broda, s obzirom na to što je tekući teret obično lako zapaljiv.

Cijevni vodovi za tekući teret. Za manipuliranje teretom služe vodovi položeni u tankovima i na palubi. Taj sistem vodova omogućava pražnjenje tankova i njihovo punjenje tekućim teretom ili balastom, kao i prebacivanje tekućine iz bilo kojeg tanka u bilo koji drugi tank. Sistem cijevi u tankovima se sastoji od dva uzdužna glavna voda, položena kroz bočne tankove, sa poprečnim spojnim vodovima kroz svaki centralni tank (sl. 65). Bočni tankovi imaju po jedan a centralni tank po dvije usisne košare. Usisne košare su od lijevanog željeza a presjek im je dva puta veći od presjeka cijevi na koju se nastavljaju (sl. 66). Uz svaku usisnu košaru je zaporni ventil, a osim toga svaki vod u

svakom tanku ima još po jedan glavni zaporni ventil. Svi se ventili otvaraju i zatvaraju s palube.

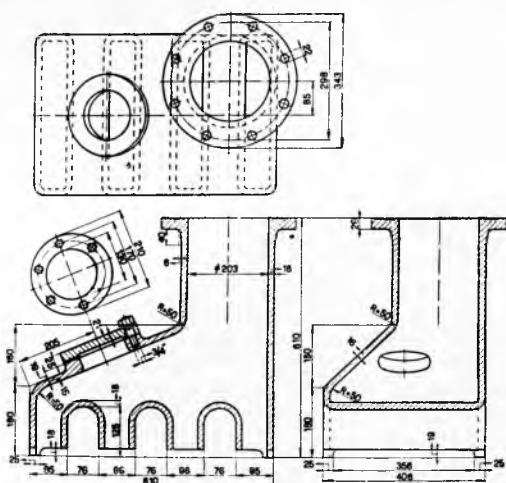
Osim glavnih vodova, u tankovima je položen i rezervni vod za pražnjenje. Rezervni vod obično prolazi duž desnih bočnih

tankova i ima ogranke za svaki centralni i lijevi bočni tank (sl. 67). Cijevi rezervnog sistema se ugraduju ispod cijevi glavnog sistema, manjeg su promjera, a imaju usisne košare u blizini usisnih košara glavnog sistema. Rezervni vod je priključen na zasebnu rezervnu pumpu.

Na samoj palubi nalaze se cijevi za priključak na obalni sistem cijevnih vodova preko kojeg se tanker puni ili prazni. Na drugom kraju palubne cijevi su vezane na pumpnu stanicu tankera. Tankeri se pune i prazne, ako je to ikako moguće, po sredini broda, a u lukama gdje je ovakav način neprovediv, preko palubnog voda sa priključkom na krmi (sl. 68).

Cijevi sistema za manipuliranje teretom jesu od lijevanog željeza, a rjeđe od čelika. Čelične cijevi su lakše, izrađuju se u većim dužinama pa treba manje prirubnica, ali su skuplje i brže korodiraju. Promjer cijevi ovisi o broju i kapacitetu pumpi priključenih na vod. Brzina protjecanja u cijevi je $2\text{--}4 \text{ m/sec}$. Veće brzine ne dolaze u obzir zbog opasnosti stvaranja plinova i mogućnosti uvlačenja zraka.

Vodovi za grijanje tankova. Za grijanje tekućeg tereta služe posebni vodovi s parom. Temperatura grijanja ovisi o vrsti tereta. Općenito se smatra da je za pumpanje pogodna temperatura nafte od $\sim 60^\circ\text{C}$. Para struji tolikom brzinom da se kondenzira u cijevima za grijanje i da kondenzat ima temperaturu od $\sim 85^\circ\text{C}$. Grijanje tereta počinje $2\text{--}3$ dana prije dolaska u luku, dakle još na otvorenom moru.



Donedavna se općenito primjenjivao sistem grijanja pomoću cijevi na dnu tankova (sl. 69). Dovodne i odvodne cijevi za paru, sa svim ventilima, položene su uz uzdužni most iznad palube tankera, tako da su pristupačne i kad se more prelijeva preko palube. Od glavnog parnog voda odvajaju se ogranci koji ulaze u tankove kroz specijalne prolaznice na palubi. Cijev ogranka je

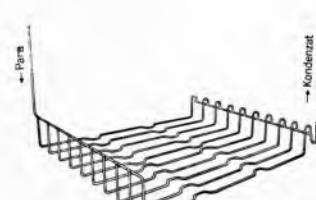
tankova, za ubacivanje izgorjelih kotlovske plinova u prazan prostor tankova (čime se sprečava stvaranje eksplozivne plinske smjese u tankovima) i za degaziranje praznih tankova.

Za odvod plinova koje razvija tekući teret u tankovima i za odušak zraka tokom punjenja tankova služi odvodni ventilacijski sistem cijevi od pocinčanog čelika. Svaki tank povezuje poprečna cijev s glavnim uzdužnim vodom, položenim uz most za komunikaciju iznad palube. Glavni vod je proveden uz jarbol do iznad navigacijskih svjetala i završava otvorom zaštićenim žičanom mrežom ili nekom drugom napravom za sprečavanje plamena. Na spoju svakog tanka s ventilacijskim sistemom ugraden je ventil za zatvaranje i ispusni ventil na pritisak i vakuum. Svrha je ovog posljednjeg ventila da propusti plin kad pritisak pređe određenu vrijednost i da otvori ulaz zraka u tank kad u njemu nastane određeni vakuum. Prema propisima za Panamski kanal mora ventil biti kadar izjednačiti pritisak u tanku s vanjskim atmosferskim pritiskom. Posebni uredaj pokazuje pritisak u svakom pojedinom tanku. Taj uredaj ne smije biti u zatvorenoj prostoriji jer prilikom mjerjenja može uslijediti pritska puknuti staklo, pa bi plin prodro u prostorije. Pumpe za tekući teret imaju veliki kapacitet pa je brzina punjenja i pražnjenja tankova velika, te pri određivanju promjera odušnih cijevi treba računati s brzinom strujanja zraka od 20-25 m/sek.

Sistemi za osiguranje, degaziranje i čišćenje tankova. Tankeri za prijevoz lako hlapljivih tereta moraju imati sistem koji sprečava stvaranje eksplozivnog plina u tankovima (flue gas system). Tim sistemom se u prazan prostor tankova ubacuju sagorjeli plinovi, tako da ne može ulaziti zrak i stvarati eksplozivne mješavine. Plin se oduzima iz odvoda kotla, pa se nakon kontrole sadržaja CO_2 , zraka i nesagorjelih čestica hlađi i čisti od čade i parnim ejektorom ubacuje u tankove. Sistem za osiguranje tankova može služiti i za ventiliranje tankova svježim zrakom, a sposjeno je i sa sistemom za odvod plinova iz tankova.

Tankove tereta treba degazirati prije inspekcije tankova, prije većih popravaka ili kad se krca druga vrsta tereta. Ranije se je degaziranje vršilo ventiliranjem tankova kroz otvorena grotla na koja su bile postavljene platnene vjetrolovke, ali je taj postupak trajao dugo i ovisio o vremenskim prilikama. Danas u tu svrhu služe parni ejektori priključeni na glavni vod na palubi, ili ventilatori s pogonom na paru. Para prolazi kroz ventilator okrećući ga velikom brzinom, pa on s parom povuče zrak i brzinom od ~ 60 m/sek mješavinu pare i zraka ubacuje u tank. Mlaz pare i zraka udara o dno, rasprši se po tanku i izlazi kroz grotlo noseći sa sobom plin iz tanka. Ventilator ubacuje do 600 kg pare i 12 000 m^3 zraka na sat, pa dva ventilatora degaziraju normalni tank za pola sata. Degaziranje ejektorima traje duže: dva ejektora od $12'' \times 3''$ degaziraju tank za 2h, a dva ejektora od $3''$ za više od 20h.

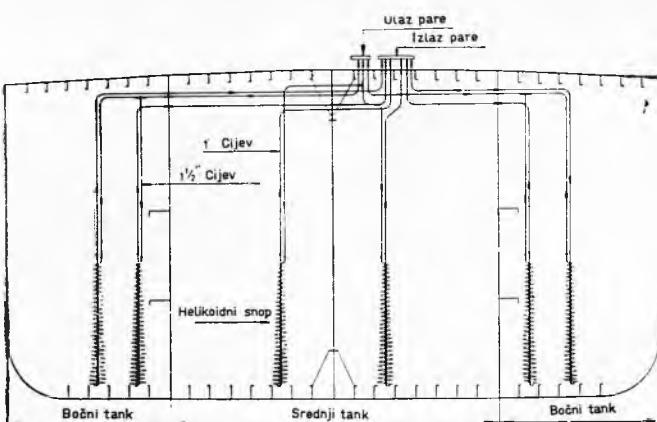
Svi moderni tankeri su opremljeni uredajem za čišćenje tankova. Tankovi se čiste prije degaziranja ili krcanja druge vrste tekućeg tereta. Stroj za pranje tankova, koji je obješen na cijevi, srušta se u tankove i pod pritiskom 12-14 at baca mlaz tople morske vode po zidovima. Uslijed djelovanja mlaza stroj se vrti, pa se postepenim spuštanjem operu zidovi po čitavoj visini. Za dovod tople morske vode služi poseban cijevni vod promjera $4\frac{1}{2}$ " do $6\frac{1}{2}$ ", položen po čitavoj dužini tankova. — Drugi način čišćenja je ubacivanjem pare u potpuno zatvorene tankove. Para veže plinove, kondenzira se u tanku i nakon toga se izbacuje kao prljava voda. U slučaju takvog čišćenja ogranci glavnog parnog voda provedeni su u svaki tank kroz pražnicu grotla. Sistem za čišćenje tankova parom služi i za ubacivanje pare u pune tankove u slučaju požara. U lukama i u obalnom području prljava se voda iz tankova ne smije izbacivati u more, već se prekrčava u teglenicu ili obalne uredaje za prečišćavanje ulja. Neki tankeri su opremljeni vlastitim separatorima za izlučivanje ulja iz vode.



Sl. 69. Parovod za grijanje tekućeg tereta. 1 uzdužni most, 2 ispušna cijev, 3 glavni parovod, 4 gornja paluba, 5 parovod 2", 6 povratni vod 1", 7 uzdužna pregrada, 8 usisna košara, 9 vijugave cijevi postavljene u smjeru pramac-krama

omotana nekoliko puta oko usisne košare, zatim u nizu zavoja prolazi što bliže dnu tanka, te na drugoj strani izlazi iz tanka i spaja se na glavni odvod kondenzata.

Noviji način grijanja tereta je pomoću koničnih helikoidnih snopova cijevi (sl. 70). Helikoidni snop je prema vrhu uži da se postigne bolje strujanje tekućeg tereta. Mlaz svježe pare se

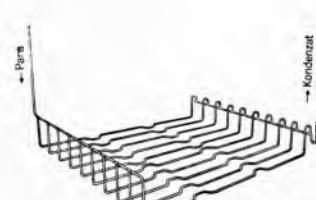


Sl. 70. Helikoidni snopovi cijevi za grijanje tekućeg tereta

dovodi na vrh konusa, a odvod pare je na dnu i prolazi sredinom snopa prema vrhu. Cijevi su od aluminijskih bronce, a ako postoji katodna zaštita, mogu biti i od čelika. Konični snopovi se lako demontiraju i kroz grotla na palubi izvade iz tanka.

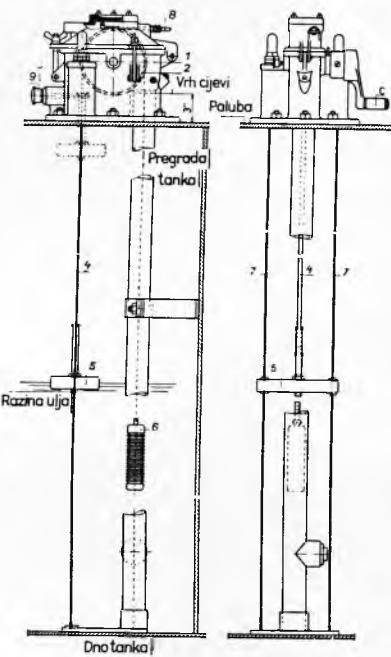
Na brodovima za prijevoz nafte i rude uvedena je u posljednje vrijeme prijenosna rešetka od aluminijskih cijevi (sl. 71). Rešetka se može jednostavno demontirati, a kad nije u upotrebi, podigne se sa dna i pričvrsti s donje strane palube.

Cijevi za odvod plinova i zraka iz tankova. Tankeri imaju posebne sisteme cijevnih vodova za plinove i zrak. Ti cijevni vodovi služe: za odvod plinova koji se stalno stvaraju u tankovima tereta, za odušak zraka iz tankova za vrijeme punjenja



Sl. 71. Prijenosna rešetka za grijanje tekućeg tereta

Propisi za prolaz tankera Panamskim i Sueskim kanalom zahtijevaju da se sve izložene palube polijevaju vodom i da budu potpuno vlažne. Za polijevanje palube služi vod za pranje pa-



Sl. 72. Uredaj za mjerjenje visine tekućine u tanku. 1 kućište, 2 kotač za čeličnu vrpcu, 3 ručka kotača, 4 čelična kalibrirana vrpca, 5 plovak, 6 uteg, 7 žice za vođenje plovka, 8 brišać okna za očitavanje oznake na kalibriranoj vrpcu

lube, koji prolazi cijelom dužinom broda. Na poprečne ogranke glavnog uzdužnog voda priključe se rasprškači vode, dometa 10 m u promjeru. Rasprškači troše 17 litara morske vode u minuti pod pritiskom od 3 at.

Uredaji za sondiranje teretnih tankova. Količina tekućine u tanku određuje se tako da se kroz sondažne otvore na tankovima ili pomoću posebnog uređaja mjeri visina praznog prostora iznad razine tekućine. Sondažni otvori su na otvorenoj palubi

u sredini svakog tanka i imaju nepropusne poklopce. Pri otvaranju poklopaca na sondažnim otvorima izlaze plinovi, pa sondažni otvori ne smiju biti u zatvorenoj prostoriji. Postoji i posebni nepropusni uređaj za određivanje visine tekućine u tanku na principu plovka obješenog na kalibriranoj vrpci (sl. 72). Kroz okno na gornjoj strani kućišta očita se na vrpci visina praznog prostora iznad plovka.

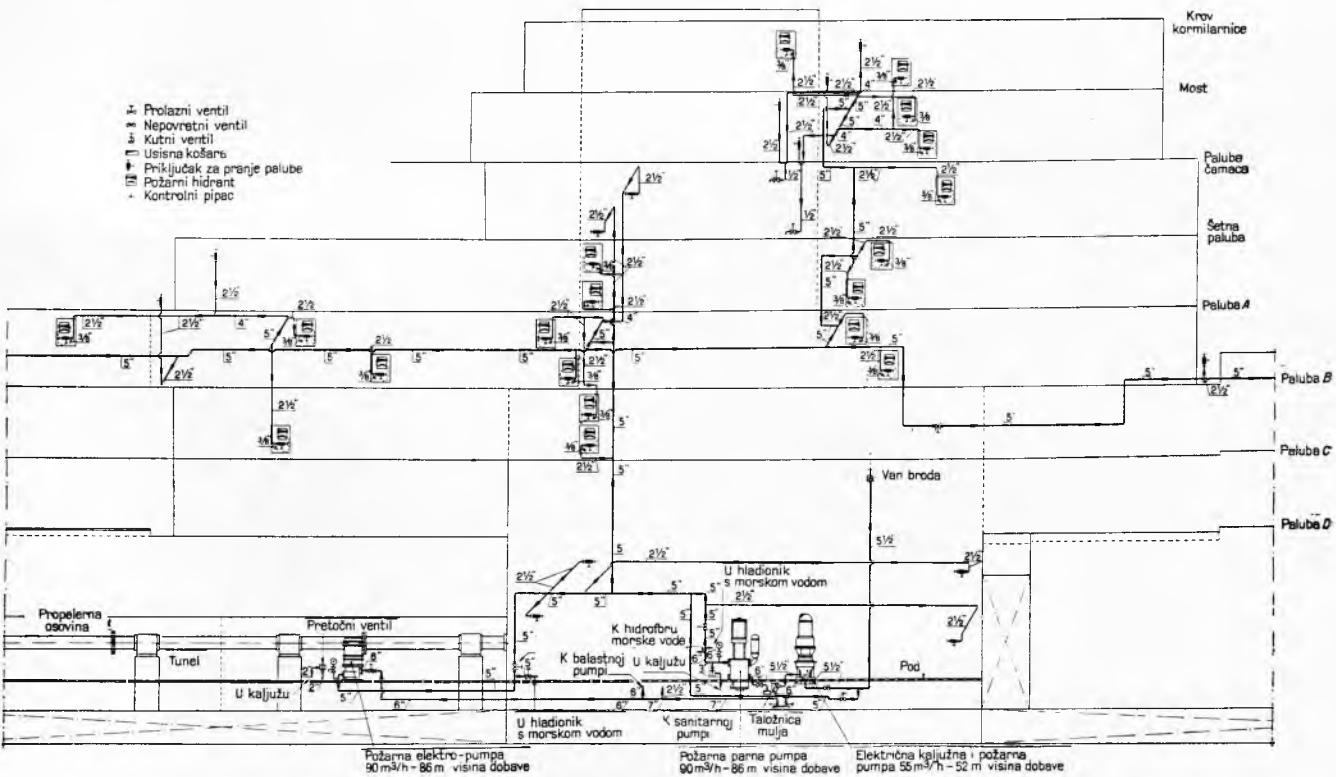
Sistem komprimiranog zraka. Svi moderni tankeri imaju uređaj za komprimirani zrak. Komprimirani zrak služi za pogon pneumatskih alata i uređaja kojima se za vrijeme plovidbe na brodu vrše razni radovi i popravci. Pocinčane čelične cijevi komprimiranog zraka, promjera 20–40 mm, položene su po cijeloj dužini broda i na više mjesta imaju ugrađene ogranke s ventilima i priključcima za gumene armirane cijevi.

Uredaji za gašenje požara

Konvencije o sigurnosti života na moru iz 1948 i 1960 detaljno propisuju opremu i uređaje za gašenje požara i protupožarnu podjelu broda. Zavisno od veličine i tipa broda propisima su određeni automatski alarmni uređaji za otkrivanje i dojavu požara, vrsta, količina i raspored opreme za gašenje požara i mjere kojima se ograničava mogućnost da se nastali požar proširi.

Propisi Konvencija zahtijevaju posebni sistem *protupožarnih pregrada* na putničkim brodovima. Postoje klase »A« i »B« protupožarnih pregrada. Pregrade klase »A« su od čelika, dovoljno ukrućene, izolirane tako da tokom standardnog pokusa u trajanju od 1 sata ne propuštaju dim ni plamen i da prosječna temperatura lica pregrade koje nije izloženo vatri ne poraste iznad početne temperature za više od 139°C , a ni na jednom mjestu na više od 180°C . Pregrada klase »B« mora sprečavati prolaz dima i plamena, a kod pokusnog požara u trajanju od pola sata temperatura na drugoj strani pregrade ne smije porasti za više od 139°C . Protupožarne pregrade se izoliraju s jedne ili s obje strane slojem azbesta, staklenom vunom i drugim vatrostalnim materijalima. Kad je izolacija s obje strane, debljina izolacijskog sloja iznosi 13 mm, a kad je s jedne strane, 32 mm.

Svi prolazi u protupožarnim pregradama moraju imati protupožarna vrata jednako otporna protiv dima i požara kao i same pregrade. Vrata se moraju automatski zatvarati, ali se mogu s obje strane otvoriti.



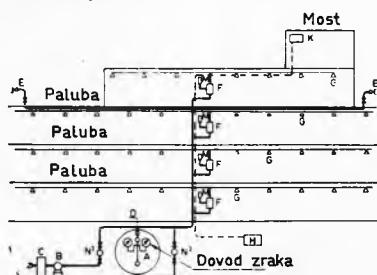
Sl. 73. Vatrogasnii vod na srednjem dijelu putničko-teretnog broda

Trup, nadgrade i palubne kućice broda podijeljeni su po prečnim pregradama klase A u glavne vertikalne zone. Razmak između pregrada ne smije biti veći od 40 m. Pregradama klase A odijeljene su nastambe od strojarnice, i skladišta za teret od ostalih brodskih prostorija. Tim pregradama moraju biti ograničeni otvorovi za liftove i zračenje, kontrolna stanica, prostorije za poštu i prtljag, kuhinja i skladište boja.

Svi ventilacijski vodovi moraju biti provideni zaporima da se mogu u slučaju požara zatvoriti. Ti vodovi smiju biti zajednički samo za istu vertikalnu zonu. Propisi zahtijevaju da se svi ventilatori, osim onih za strojarnicu, mogu isključiti s jednog kontrolnog mjesta, a ventilatori strojarnice i s nekog mesta van strojarnice. Zabranjena je upotreba olovnih cijevi na mjestima gdje prijeti opasnost da dode do prodora vode ako se uslijed požara cijev rastali. Također je zabranjena upotreba svih premaza na bazi nitroceluloze.

Propisima Konvencije o sigurnosti života na moru razlikuju se ova tri slučaja protupožarnog osiguranja broda: brodovi bez uređaja za otkrivanje požara i bez sistema prskanja (sprinklera), brodovi s automatskim alarmnim sistemom i automatskim sprinklerima u svim prostorijama gdje postoji opasnost od požara, brodovi s automatskim sistemom za otkrivanje požara i s vrlo ograničenom primjenom upaljivog materijala i pokušta, ali bez instalacije za prskanje vode. Za svaki taj slučaj propisima je tačno određen način izvedbe i tip protupožarnih pregrada.

Sistem za gašenje požara vodom (sl. 73) sastoji se od pumpe, požarnih vodova s hidrantima i priključnih fleksibilnih cijevi. Požarna pumpa mora imati samostalni pogon. Kao požarne pumpe služe također sanitarske, balastne i kaljužne pumpe i pumpa za opće svrhe. Vodovi protupožarnog sistema su od pocinčanih čeličnih cijevi, osiguranih protiv oštećenja teretom, položenih u nastambama ispod stropa, a na otvorenoj palubi uz ogradu. Ovaj vod normalno služi i za pranje palube. Promjer cijevi varira od 5" do 2½". Vodovi moraju imati natpritisne ventile za sigurnost u slučaju prevelikog pritiska.

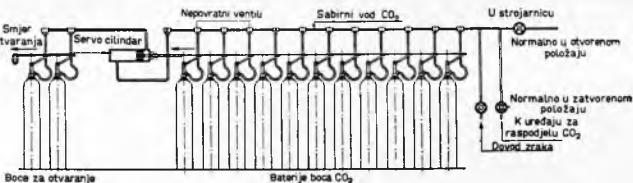


Sl. 74. Automatski uređaj za prskanje (Bronswerk-Saval). A pritisni tank, B vatrogasnna pumpa, C električki automatski pokretac, D manometar s električkim kontaktom, E priključak na obalu, F upravljački ventil, G glava prskalice, H kontrolna ploča u strojarnici, K kontrolna ploča u kormilarnici, M električki prekidač, N nepovratni ventil

Automatski uređaj za prskanje (sl. 74) sastoji se od većeg broja prskalica ugrađenih u sistem cijevi u kojima je voda stalno pod

pritiskom. U slučaju požara prskalica se zagrije i na nekoj određenoj temperaturi izbacu snažan mlaz vode uz istovremeno aktiviranje zvučnog alarmnog sistema. Svaka prskalica je neovisna o drugima, pa u slučaju požara mlaz vode izlazi samo iz onih prskalica koje su se zbog požara ugrijale na određenu temperaturu. Pumpa za dobavu vode u sistem automatski se uključuje čim u sistemu padne pritisak.

Sistem za gašenje ugljičnim dioksidom (sl. 75) ima bateriju boca s tekućim ugljičnim dioksidom, sabirni vod i razvodne vodove. Boce kapaciteta 30...35 kg tekućeg ugljičnog dioksida smještene su u posebnom prostoru. Spoj svake boce sa sabirnim vodom ima nepovratni ventil. Posebno su ugradene dvije boce čiji se ventil otvaraju ručno, a koje preko jednog servo-cilindra otvaraju ventile na ostalim bocama (sl. 76). Prostorije u kojima je požar opasan provide se uređajem koji pri povećanju temperature automatski aktivira sistem za ubacivanje ugljičnog dioksida.



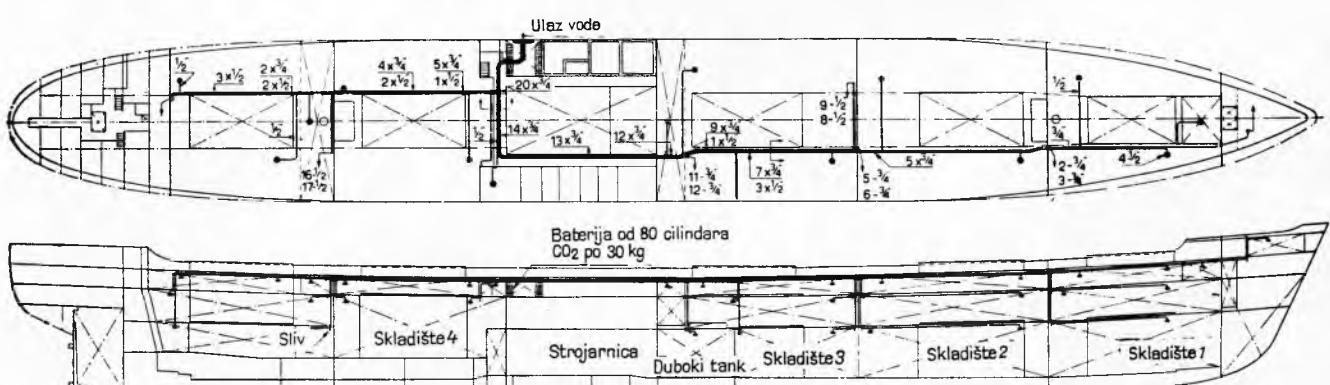
Sl. 76. Baterija boca s ugljičnim dioksidom za gašenje požara

Prednost je gašenja požara ugljičnim dioksidom da se ne oštećuju niti kvare teret i mašinski uređaji. Dovoljno je 15% CO₂ u zraku da se sprječi razvijanje plamena. Nedostatak je što postoji opasnost da se sav raspoloživi ugljični dioksid potroši za gašenje vatre na jednom mjestu, pa nedostaje za eventualno gašenje na drugome. Također mogu postojati poteškoće oko punjenja boca u nekim lukama. Veliki sadržaj ugljičnog dioksida u zraku izbacu iz pogona sve motore u strojarnici, pa se plin pušta u strojarnicu samo u slučaju velikog požara.

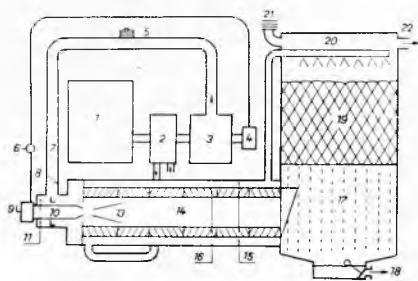
Para nije pogodna za gašenje požara jer se mnoge vrste tereta u dodiru s parom i kondenzatom kvarile, a vrlo često i nije na raspolažanju dovoljna količina pare. Osim toga postoji opasnost eksplozije ako para dode u dodir s užarenom masom, jer se ona raspada stvarajući eksplozivnu mješavinu.

Uredaj za gašenje požara izgorjelim plinovima (dimom) služi na nekim parobrodima kao rezervno sredstvo. Sastoje se od ventilatora koji plin iz dimnjaka tjeru kroz zavjesu vodenih kapljica, pri čemu se plin hlađi i čisti, a zatim kroz posebni sistem cijevnih vodova ubacuje na mjesto požara. Nedostatak je ovakvog načina gašenja požara da su potrebne velike količine dima koji ne smije sadržavati ugljičnog monoksida. Postoje i uređaji s posebnim plinskim generatorom, koji izgaranjem dizel-ulja stvara inertni plin sastavljen od ~ 15% ugljičnog dioksida i 85% dušika (sl. 77). Plinski generator je malen pa se može smjestiti u međupalublje.

Uredaj s pjenom služi za gašenje zapaljivih tekućina (petroleja, nafte, benzina). Za gašenje pjenom na brodovima se upotrebljavaju ručni aparati na principu miješanja natrijeva bikarbonata



Sl. 75. Vatrogasnji vod ugljičnog dioksida na teretnom brodu

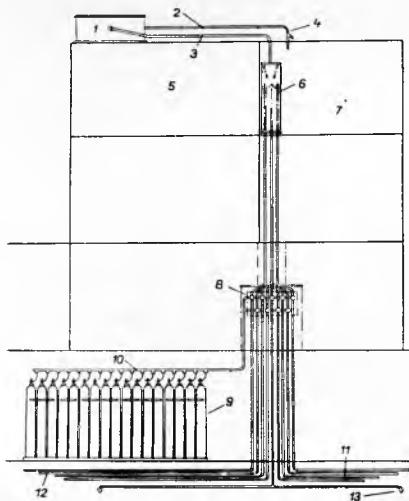


Sl. 77. Generator inertnog plina za gašenje požara.
1 pogonski motor, 2 pumpa za vodu, 3 puhalo za zrak, 4 pumpa za ulje, 5 sigurnosni ventil za zrak, 6 regulacijski ventil goriva, 7 cijevni vod za zrak, 8 regulator zraka, 9 regulator goriva, 10 plamenik, 11 prostor za zrak, 13 plamen, 14 komora izgaranja, 15 hladenje vodom, 16 vatrostalna obloga, 17 rashladna komora, 18 ispust vode, 19 labirint, 20 prskalica, 21 sigurnosni ventil za plin, 22 izlaz plina

i aluminijeva sulfata, i veći uređaji u kojima se pjena dobiva dodavanjem kemikalija u prahu ili miješanjem zraka, vode i izvjesne količine stabilizatora.

Ručni aparati za gašenje požara ugljičnim dioksidom, aparati za gašenje pjenom, aparati za disanje, vatrogasne kacige, sjekire i lampe jednaki su standardnoj vatrogasnoj opremi i uređajima koji se upotrebljavaju za gašenje požara na kopnu.

Brodska uređaj za otkrivanje požara može biti na principu automatskog alarma kad temperatura u nekom prostoru poraste ili na principu detektora dima. Ako brod nema uređaj za otkrivanje požara, onda treba na svakoj straži kontrolirati temperaturu u skladištima.



Sl. 78. Uredaj za gašenje ugljičnim dioksidom i detektorom dima. 1 ventilatori, 2 pritisni vod, 3 usisni vod, 4 ventil za odvod u atmosferu, 5 navigacijska kabina, 6 indikator dima, 7 kormilarica, 8 preklopni ventili u upravljačkoj kutiji, spajaju cijev iz skladišta s indikatorom dima ili cilindrom ugljičnog dioksida sa skladištem — radi gašenja vatreni; 9 baterija boca s ugljičnim dioksidom, 10 sabirni vod, 11 cijevi u pramčana skladišta, 12 cijevi u krmenu skladišta, 13 glava za izlaz ugljičnog dioksida, istovremeno služi kao ulaz dima u dovod indikatoru

Brodovi većinom imaju detektor dima (v. Brodske instrumente). Uredaj za otkrivanje dima redovno ima zajednički sistem cijevi s uređajem za gašenje ugljičnim dioksidom. Kad detektor dima označi prostoriju u kojoj je nastao požar, dovoljno je na bateriji ugljičnog dioksida okrenuti trokraki pipac dotičnog prostora, pa da se taj prostor spoji s glavnim vodom plina i isključi spoj s detektorom dima (sl. 78).

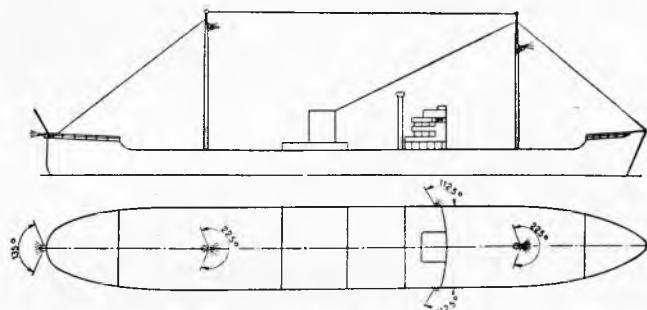
Navigacijska oprema broda

Mnogi internacionalni i nacionalni propisi određuju koju i kakvu opremu i instrumente moraju imati brodovi da bi navi-

gacija bila što sigurnija. Ti uređaji i instrumenti služe za određivanje kursa, brzine i položaja broda na moru, za mjerjenje dubine mora, za signalizaciju i za označavanje broda noću.

Navigacijska svjetla. U propisana sredstva za izbjegavanje sudara na moru, kojima mora biti snabdjeven svaki brod, spadaju u prvom redu navigacijska svjetla i zvučni signali. Navigacijska svjetla moraju biti upaljena od zalaska do izlaska sunca kad brod plovi. Smatra se da brod plovi kad nije usidren, privezan o obalu ili nasukan. U plovidbi brod mora imati ova svjetla:

1. Jasno bijelo svjetlo na prednjem jarbolu najmanje 6 metara iznad trupa. Kad je brod širok preko 6 metara, svjetlo mora biti na visini jednakoj širini broda, ali ne treba da bude više od 12 metara iznad trupa. Svjetlo mora biti vidljivo s udaljenosti od najmanje 5 nautičkih milja. 2. Jedno bijelo svjetlo, u uzdužnoj središnjoj ravnini broda, 4,57 m iznad prvoga a u horizontalnom razmaku najmanje 3 puta većem od razlike u visini. Brodovi kraći od 45 m i remorkeri pri tegljenju ne moraju, ali mogu, imati drugo bijelo svjetlo. Oba svjetla moraju biti iznad svih drugih svjetala i ne smije im ništa smetati.



Sl. 79. Razmještaj navigacijskih svjetala

3. Na lijevom boku crveno a na desnom boku zeleno svjetlo vidljivo s udaljenosti od najmanje 2 nautičke milje. Oba bočna svjetla moraju biti ogradiena i osigurana da se ni u kojem slučaju crveno svjetlo ne vidi s desne, ni zeleno s lijeve strane središnjice broda — gledano prema brodu s pramca.

4. Na krmi jasno bijelo svjetlo vidljivo s udaljenosti od najmanje 2 nautičke milje.

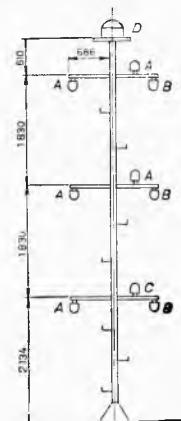
Kad je brod u havariji na otvorenom moru ili kad ne može iz bilo kojeg razloga ploviti, mora bijela svjetla na jarbolima zamjeniti crvenima. Ova svjetla treba da su u istoj vertikali razmaknuta najmanje 2 metra a vidljiva sa čitavog horizonta na udaljenosti od najmanje 2 nautičke milje. Danju se crvena svjetla zamijene dvjema crnim kuglama promjera 61 cm.

Usidren brod mora imati na pramcu bijelo svjetlo vidljivo s čitavog horizonta na udaljenosti od najmanje 3 milje. Brod duži od 150 stopa mora imati još i na krmi bijelo svjetlo bar 4,57 m niže od pramčanog.

Brod mora, osim ovih svjetala, imati još 2 ili 3 bijela i crvena svjetla vidljiva s cijelog horizonta. Ova su svjetla propisana na sidrištima ispred nekih luka kao i prilikom ulaska u kanale.

Svetiljke su od bakrenog lima, nepropusne za vodu, a svjetla na ulje osigurana da ih vjetar ne može utrnuti. Providena su dioptrijskim lećama, kojima je centralni dio neznatno zaobljen a gornji i donji dio imaju 3 dioptrijska elementa za pojačanje svjetla prema gore i dolje. Leće su od čistog stakla, a unutar leća su obojena stakla. Crvena i zelena stakla su različitih oblika, da se ni pomutnjom ne bi mogla zamijeniti. Leće su visoke najmanje 23 cm. Iza žarulje ili petrolejskog plamena je ugraden reflektor.

Bočna su svjetla u naročitim sanducima koji su redovno ugrađeni u ogradu komandnog mosta da ne strže izvan broda i da svjetla budu zaštićena. Svjetla na jarbolu su na plosnatim konzolama i ne smiju biti



Sl. 80. »Božićno drvce«

vidljiva s palube na pramcu. Rezervna se svjetla podižu na jarbol na konzole ispod stalnih svjetala. Krmeno je svjetlo na ogradi, i to redovno 2 svjetla jedno povrh drugoga; stalno svjetlo je električno a rezervno na ulje.

Prednji jarbol na tankeru nije dovoljno visok za smještaj svih potrebnih svjetala, pa stoga tankeri imaju poseban drveni ili metalni jarbol jedino za svjetla (sl. 80). Taj jarbol se naziva »božićno drvce«, a ima 5 crvenih svjetala, 3 bijela i 1 zeleno, a na vrhu Morseova lampu. Često ovaj jarbol na vrhu nosi još i radarsku antenu. U kormilarnici su kontrolne lampe za sva svjetla.

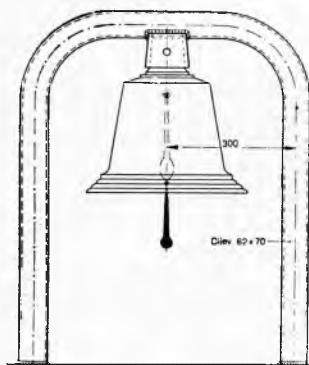
Reflektori služe za rasvjetu obale kad brod prolazi noću kanalom i kad pristaje. Za prolaz Sueskim kanalom propisan je poseban uređaj za smještaj reflektora na samom pramcu broda. Vlasti Sueskog kanala iznajmljuju brodu reflektor, a brod mora samo imati na pramcu utikačku kutiju spojenu posebnim kabelom na glavnu rasklopnu ploču u mašinskom prostoru. Brodovi imaju redovno na krovu kormilarnice vlastiti reflektor, kojim se upravlja iz same kormilarnice. Vlasti Sueskog kanala ne priznaju taj reflektor.

Morseova lampa je propisana za sve brodove iznad 150 BRT na međunarodnim putovanjima. Redovno je to električko svjetlo s dioptrijskim lećama, na vrhu jarbola ili semafora, ili na vrhu posebne motke iznad kormilarnice. Ima i ručnih i prenosnih električnih ili petrolejskih lampu za davanje Morseovih signala.

Zvučni signali. Propisi o izbjegavanju sudara na moru traže da svaki brod ima bar jedno zvono. Normalno brod ima jedno promjera 300–600 mm na kaštelu, jedno promjera 150–200 mm na komandnom mostu, jedno promjera 200–300 mm na krimi i jedno između 200 i 300 m iznad košare na prednjem jarboli.

Zvona su od bronce, lijevanog čelika ili aluminija. Na bat zvona privezan je komad kože ili kratko upleteno uže.

Zvono na kaštelu, blizu pramčane statve, umetnuto je u poseban okvir napravljen od cijevi, da se ne bi njihalo (sl. 81). Tim se zvonom daju signali s usidrenog broda za vrijeme magle, a ono služi i za signaliziranje pri sidrenju. Zvono na komandnom mostu, koje je na bočnom ili pramčanom zidu izvan kormilarnice, služi za davanje signala izmjene straže na brodu.



Sl. 81. Brodsko zvono

Svaki brod mora imati bar jednu sirenu na pramčanoj strani, pri vrhu dimnjaka ili prednjeg jarbola. Parobrodi imaju na dimnjaku dvije sirene na paru; motorni brodovi sirenu na komprimirani zrak i na električnu struju (typhoon). Na putničkim se brodovima električka sirena postavlja visoko na prednjem jarboli da ne smeta putnicima. Kao rezerva za sirenne služi rog za maglu, koji pri okretanju ručke proizvodi snažan zvuk.

Osim brodskih sirena i zviždaljki za davanje zvučnih signala i obavijesti služe megafoni i mikrofoni s pojčalom.

Megafon je konični metalni tuljak za davanje zapovijedi s mosta na pramac i krmu, a služi i za dovikivanje na obalu prilikom pristajanja ili drugom brodu u prolazu. Danas moderniji brodovi u tu svrhu imaju mikrofone povezane zvučnicima i ručne baterijske mikrofone s ugradenim pojčalom i zvučnikom.

Oprema za signalizaciju. Propisi zahtijevaju da svaki brod preko 500 BRT ima knjigu međunarodnih kodeksa i slog zastava međunarodnog kodeksa.

Ratni brodovi, a i neki trgovaci, imaju na drvenim kratkim štapovima par zastavica za ručno signaliziranje. Neki brodovi imaju i semafore. To su 3,5 metara visoke vertikalne motke iznad kormilarnice koje se mogu okretati oko svoje osi. Na gornjem kraju imaju dvije široke crno-bijele poluge koje se okreću oko horizontalne osi i u vertikalnoj ravnini mogu zauzeti razne položaje. Semaforima se daju isti znakovi kao i ručnim zastavicama.

Osim signalnih zastava brod ima nacionalnu zastavu, zastavu poduzeća, vlastiti znak s imenom broda, nacionalne zastave država u koje putuje, znak da prevozi poštu itd.

Krmeno je kopljje za zastavu dugo 4–8 metara a napravljeno je od drveta ili cijevi. Prema palubi je kopljje redovno nagnuto pod kutom od 60°. Kopljje na pramcu je dugačko 2–4 metra, a uvijek je vertikalno i može se demontirati.

Neki brodovi imaju i kratke štapove koje zajedno sa zastavom ili signalom podignu na jarbol. O donji je dio štapa privezan tanki konop kojim se namjesti kopljje da se zastava bolje vije. Na krmrenom jarbolu imaju neki brodovi kosu motku za dizanje nacionalne zastave. Običaj je, a na ratnim brodovima i propis, da se na tom kopljju vije zastava jedino u plovdbi.

Signalne se zastave drže u policama ili ormarićima u kormilarnici. Ratne jedinice imaju posebnu platformu za signaliziranje, na kojoj je pod nadstrešnicom polica s kukicama za vješanje signala.

Za navigacijske instrumente kojima je opremljen brod vidi naredno poglavlje.

S. Šilovic

BRODSKI INSTRUMENTI I SPECIJALNI UREĐAJI

Trgovaci brodovi opremljeni su različitim specijalnim uređajima i instrumentima koji im služe za navigaciju i obezbjedjenje sigurnosti plovdbi, za meteorološka i oceanografska osmatranja, za upravljanje i kontrolu brodskih pogonskih strojeva, za održavanje veza unutar broda, za održavanje vanjskih brodskih veza, za obezbjedenje sigurnosti broda i tereta, a na specijalnim brodovima kao funkcionalna oprema.

Oprema za navigaciju i za sigurnost plovdbi

Dva najosnovnija zadatka navigacije jesu: određivanje pozicije broda i utvrđivanje i održavanje njegova kursa.

Kurs broda je geografski pravac u kome brod treba da plovi, a *pozicija* je geografska tačka na kojoj se brod upravo nalazi. Pozicija se obično dobiva grafički na geografskoj karti kao sječiste dviju ili više *stajnica*, tj. pravaca ili krivih linija na kojima se negdje nalazi pozicija broda. Stajnice se određuju prema terestričkim ili prema astronomskim objektima, pa se razlikuje *terestrička* i *astronomска navigacija*; pri tome se upotrebljavaju ili optička i mehanička sredstva, ili radio, ili radar, pa se razlikuje *klasična navigacija*, *radionavigacija* i *radarska navigacija*.

SREDSTVA ZA KLASIČNU TERESTRIČKU I ASTRONOMSKU NAVIGACIJU

Za optičko mjerjenje smjerova i kutova služe na trgovackim brodovima uređaji za smjeranje i sekstanti.

Uredaji za smjeranje. *Smjerna ploča* je kardanski obješena okrugla ploča s utegom, koja ima uz vanjski rub ugravirane dvije u suprotnom smislu rastuće skale sa razdiobom od 0° do 360°. Alihdada, koja se okreće oko ležišta ispod sredine ploče, služi s pomoći svog okulara i objektiva za viziranje objekata i određivanje njihova smjera (sl. 1). Smjer objekta očita



Sl. 1. Smjerna ploča u kutiji za spremanje

rane dvije u suprotnom smislu rastuće skale sa razdiobom od 0° do 360°. Alihdada, koja se okreće oko ležišta ispod sredine ploče, služi s pomoći svog okulara i objektiva za viziranje objekata i određivanje njihova smjera (sl. 1). Smjer objekta očita