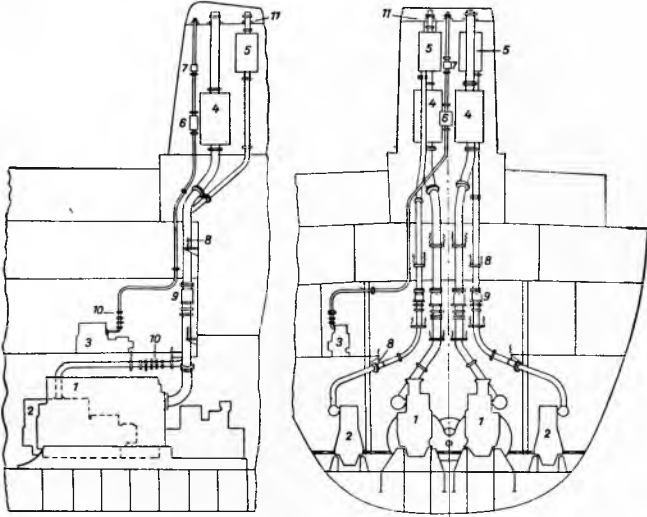


se ne sužava. Reaktivni prigušivač zvuka radi na principu akustičnog filtra i sastoji se od sistema ekspanzijskih ili rezonantnih komora i spojnih cijevi. Aktivni otpori najbolje prigušuju titraje visoke frekvencije, a reaktivni prigušivač titraje niske frekvencije. U slučaju da treba prigušiti titraje i niskih i visokih frekvencija, grade se kombinirani ispušni lonci.

Uređaji za gašenje iskara mogu biti suhi i mokri. Suhi uređaj gasi iskre na taj način što ih uklanja iz struje plinova i ohladi u posebnom sabirniku. U mokrom uređaju plinovi struje ili kroz kišu vode, ili duž površine vode, ili kroz vodu. Mokri uređaji gasi iskre bolje od suhih, ali su skuplji i manje trajni. Gašenje iskara se najčešće kombinira s prigušivačem zvuka (sl. 33).



Sl. 34. Shema odvoda ispušnih plinova dizelmotorskog postrojenja. 1 glavni propulzijski motori, 2 pomoćni dizel-generatori, 3 pomoćni dizel-generator za lučku službu, 4 prigušivači-gasitelji iskara glavnih dizel-motora, 5 prigušivači-gasitelji iskara pomoćnih dizel-generatora, 6 i 7 prigušivač i gasitelj iskara dizel-generatora za lučku službu, 8 elastično zavješeno, 9 kompenzatori s brtvenicom, 10 kompenzatori s valovitim cijevima, 11 dijafragma u platu dimnjaka

Svaki glavni i pomoćni dizel-motor mora imati zasebni ispušni vod (sl. 34). Ispušni vodovi glavnih i pomoćnih dizel-motora imaju kompenzatore s valovitim cijevima, a ispušni vod dizel-motora za lučku službu je samokompenzirajući.

Pošto su plinovi izgaranja izašli iz dimnjaka, ne smiju se povlačiti po palubama i onečišćavati brod, nego treba da se dižu dovoljno visoko uvis i da se spuštaju naniže tek daleko iza krme broda. Način na koji se ti plinovi kreću ovisi o brzini njihova izlazenja iz dimnjaka i rasporedu zračnih struja oko dimnjaka i gornjih dijelova broda. Izlazna brzina plinova ne može se povećavati iznad određene granice, pa se na režim strujanja plinova iznad broda nastoji utjecati pogodnim oblikovanjem dimnjaka i gornjih dijelova nadgrađa tako da zračne struje izazivane kretanjem broda dižu plinove uvis. U aerotunelu se izvode pokusi s modelima pa se na osnovu promatranja strujanja zraka određuje optimalni oblik brodskog nadgrađa i dimnjaka.

J. Šretner

BRODSKI POMOĆNI STROJEVI

Brodski pomoćni strojevi su svi strojevi na brodu osim strojeva koji proizvode snagu za propulziju broda. Mogu se prema namjeni podijeliti na strojeve potrebne za pravilno funkcioniranje glavnog pogonskog stroja, strojeve za navigaciju i sigurnost broda, strojeve za transport tereta i strojeve koji su potrebni radi boravka posade i putnika na brodu. Prema smještaju pomoćni strojevi mogu se podijeliti na palubne i potpalubne strojeve. S obzirom na to da su palubni strojevi izloženi uplivu atmosfere i morske vode, utječe i takav njihov smještaj na konstrukciju.

U najviše slučajeva brodski pomoćni strojevi služe za transport bilo čvrstog ili tekućeg tereta koji brod prevozi bilo tekućine ili plinova koje treba na brodu premješati. Zbog toga većinu brodskih pomoćnih strojeva čine dizalice, pumpe, ventilatori i kompresori. Budući da se energija osim parom i električnom

strujom može prenositi i hidrauličkim putem, to se pumpe upotrebljavaju ponekad i u takvim brodskim uređajima koji sa transportom nemaju veze (npr. u hidrauličkim kormilarskim uređajima).

Broj, veličina i vrsta brodskih pomoćnih strojeva ovisi o veličini, namjeni i brzini broda. Najmanje brodskih pomoćnih strojeva imaju jedrenjaci, na kojima su oni ujedno i jedini strojevi, a najviše pomoćnih strojeva imaju putnički i ratni brodovi. Veličina većine brodskih pomoćnih strojeva raste s veličinom i brzinom broda. Broj i veličina većine brodskih pomoćnih strojeva određeni su Internacionalnom konvencijom o zaštiti ljudskih života na moru i propisima klasiifikacionih društava.

Pogon pomoćnih strojeva može biti ili muskularan, ili pomoću glavnog pogonskog stroja, ili samostalan. Muskularni pogon se još i danas primjenjuje na nekim manjim jedrenjacima, ali se na većim i novijim jedrenjacima, pa i onima bez motornog pogona, zamjenjuje pogonom pomoću malih motora s unutrašnjim izgaranjem.

Gibanje pojedinih dijelova strojeva za propulziju brodova može se iskoristiti i za pogon pomoćnih strojeva. Tako pokretani pomoćni strojevi nazivaju se *privješanima*. Tako se o stapne parne strojeve privješuju pumpe kondenzata, pumpe za napajanje kotlova i pumpe za pražnjenje kaljuže. Na takav se način pokreću i pumpe za podmazivanje i rashlađivanje manjih i srednjih motora s unutrašnjim izgaranjem, a na parnim turbinama pumpa za podmazivanje. Pomoćni stroj može biti privješeno, osim na mehanički način, i hidrauličkim putem, npr. tako da propulzijski stroj pokreće pumpu koja dobavlja pod pritiskom radni medij za pokretanje nekog drugog pomoćnog stroja.

Brodski pomoćni strojevi najčešće imaju samostalan pogon. Samostalni pogon može biti pogon parom, električkom strujom, dizel-motorima ili hidraulički.

Pogon parom može biti sa stapnim parnim strojevima i sa parnim turbinama. Samostalni pogon parom lako se i jednostavno prilagođava promjenama opterećenja propulzijskog stroja, odnosno potrebama uređaja u koji je ugrađen. Samostalni pogon stapnim parnim strojevima upotrebljava se za vitla i pumpe manje dobave, a samostalni pogon parnim turbinama za pogon pumpi velike dobave i ventilatora. Stapni parni strojevi za pogon pumpi nemaju koljenastu osovinu nego se na stapjicu parnog stroja neposredno priključi stapajica pumpe, pa je pogonski mehanizam znatno jednostavniji, ali se razvod pare komplicira. — Snage pojedinih pomoćnih strojeva su redovno male, reda veličine stotinki snage propulzijskog stroja. Mali parni strojevi imaju specifični potrošak pare i deset puta veći nego veliki, pa je pojedinačni samostalni parni pogon mnogih malih pomoćnih strojeva neekonomičan jer troši — u ovisnosti o vrsti broda — 8 do 15% količine pare koju troši propulzijski stroj. Ekonomičnost takvog pogona može se poboljšati ako se ispušna para pomoćnih strojeva upotrebljava za zagrijavanje napojne vode parnog kotla. Veliku snagu, od 500 do 2000 kW, imaju samo parne turbine koje služe pogonu centrifugalnih pumpi za tekući teret na brodovima-tankerima.

Pogon pomoćnih strojeva pomoću električne energije je ekonomičniji od pogona pomoću mnogih malih parnih strojeva. U tom slučaju se generator struje, koji mora imati snagu jednaku zbroju snaga svih malih pomoćnih strojeva, pokreće stapnim parnim strojem ili parnom turbinom veće snage, pa je stoga specifični potrošak pare manji, odnosno ekonomičnost pogona je veća. Budući da su takvi generatori struje prvobitno služili samo za napajanje rasvjetne mreže, često se oni i danas nazivaju *agregatima za rasvjetu*, iako veći dio energije daju za pogon pomoćnih strojeva. Generator pokretan stapnim parnim strojem, tzv. parni generator, imaju stariji parobrodovi, a moderni parobrodovi i neki motorni brodovi koji imaju raspoložive pare opremljeni su turbo-generatorima, tj. generatorima struje s pogonom pomoću parne turbine. Motorni brodovi najčešće imaju dizel-generatore, tj. generatore struje pokretane dizel-motorima. Dobar stupanj djelovanja dizel-motora i pri niskim opterećenjima razlog je da se dizel-generatori ponekad upotrebljavaju i na parobrodovima. Svi brodovi s mehaničkom propulzijom imaju i po jedan manji agregat za struju, *dizel-generator za nuždu*, koji služi za najnužnije službe (radio-stanicu, dio rasvjete) u slučaju udesa broda.

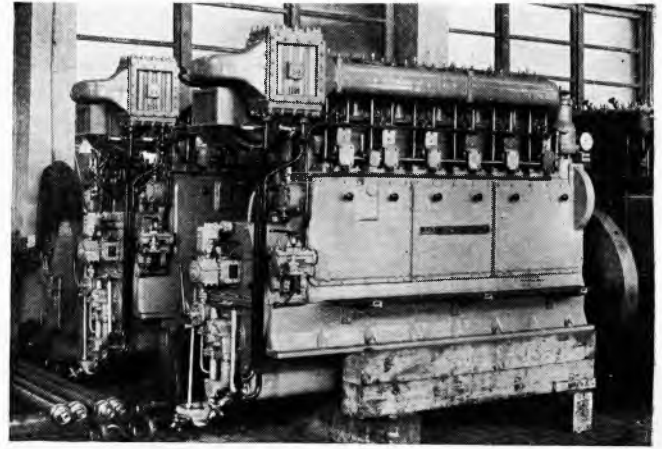
Na brodovima se do pred desetak godina za pogon pomoćnih strojeva upotrebljavala istosmjerna struja, jer je naročito pogodna za regulaciju broja okretaja elektromotora, što je važno za pogon vitala dizalica. Na nove se brodove ugrađuju generatori izmjenične struje jer su elektromotori izmjenične struje jeftiniji od motora istosmjerne struje. Broj okretaja elektromotora izmjenične struje ne može se regulirati u tako povoljnom opsegu kao na elektromotorima istosmjerne struje, pa se stoga ponekad izmjenična struja koju dobavlja generator struje iz brodske električne centrale pomoću rotacionih pretvarača pretvara u istosmjernu za potrebe pogona vitala. Detaljnije o električkom pogonu brodskih pomoćnih strojeva v. *Brodsko elektrotehnika*.

Izravni *dizel-motorni pogon* pomoćnih strojeva upotrebljava se razmjerno rijetko. Primjenjuje se na jedrenjacima za pogon teretnih vitala i ponekad na tankerima za pogon pumpi za tekući teret. Na motornim ribarskim brodovima može glavni pogonski motor da putem podesne transmisije služi i za pogon mrežnog vitla na palubi.

U najnovije se je vrijeme za vitla počeo upotrebljavati *hidraulički pogon*. Takav se je pogon već mnogo ranije upotrebljavao za daljinsko upravljanje kormilarskim strojem i za ručno upravljanje malim kormilima (zakretnih momenata do 4 Mpm). U hidrauličkom pogonu postavlja se uz svako vitlo, za grupu vitala, ili u strojarnici za sva vitla broda, posebna pumpa-davač (hidraulička centrala), pokretana elektromotorom, koja dobavlja hidrauličkim motorima ugrađenim na vitlima radni medij, ulje pod pritiskom. Hidraulički motori su građeni slično kao i pumpe-davači, s time da se podesnim pomicanjem određenih dijelova u pumpi može broj okretaja vitla mijenjati unutar širokog područja brzina potrebnih za manipulaciju teretom. Osim za pogon vitala, hidraulički pogon može se upotrijebiti i za pogon drugih strojeva.

Izbor načina pogona pomoćnih strojeva ovisi o više faktora. Osnovni faktori su sigurnost plovidbe i ekonomičnost pogona, ali na izbor mogu utjecati i posebni zahtjevi brodovlasnika. Načelno se pretpostavlja električki pogon pojedinačnom parnom pogonu jer je razvođenje električne energije kabelima mnogo jednostavnije i ekonomičnije nego razvod vodene pare cijevima. Na tankerima, gdje bi iskrenje na dovodu struje rotoru elektromotora moglo upaliti gorivu smjesu para goriva i zraka, ne smije se upotrebljavati električki pogon nekih pomoćnih strojeva, nego samo parni pogon stapnim parnim strojevima ili hidraulički pogon.

Pogonski strojevi generatora struje. Za male snage, do 50 kW, upotrebljavali su se najprije jednoekspanzijski, jednocilindarski stapni parni strojevi, a za snage do 150 kW dvoecilindarski, dvoekspanzijski (ili kompaundni) stapni parni strojevi sa ~ 500 okretaja u minuti. Na modernim parobrodima pokreću se generatori struje parnim turbinama. Turbine malih snaga imaju samo jedno Curtis-kolo sa dva stupnja brzine i s velikim brojem okretaja koji se pomoću zupčanog prijenosa reducira na 3000...3600 min⁻¹. Takve turbine imaju nizak stupanj djelovanja. Da bi se



Sl. 2. Dizel-motor 6 BAH 22 na koji se priključuje generator od 270 kW (*Jugoturbina*, Karlovac)

stupanj djelovanja većih parnih turbina turbo-generatora povećao, postavi se iza Curtis-kola do 7 akcijskih kola, a pogon generatora je izravan, bez zupčanog reduktora (sl. 1).

Stapne parne strojeve pokreće zasićena, a parne turbine pregrijana para. Ako se na motornim brodovima toplina ispušnih plinova iskorištava za proizvodnju pare za neke pomoćne službe, mogu se parne turbine pokretati i zasićenom parom. U takvim postrojenjima parne turbine za pogon generatora rade ili s protupritiskom ili s atmosferskim pritiskom (para se kondenzira u atmosferskom kondenzatoru).

Dizel-motori za pogon većih generatora višecilindarski su četverotaktni motori sa 500...1000 okretaja u minuti, snage 200...700 KS, a za manje generatore, kao što su generatori za nuždu, dizel-motori imaju broj okretaja do 2000/min. Danas je općenita tendencija da se broj okretaja dizel-motora povećava, a radi smanjenja težine agregata primjenjuje se nabijanje zraka pomoću turbo-puhala (sl. 2).

Stapni parni strojevi upotrebljavaju se za pogon generatora samo na starijim i malim brodovima. Ti brodovi imaju razmjerno malen broj električnih uređaja, a kako je stapni parni stroj siguran u pogonu i smije se preopteretiti, najčešće se ugrađuje samo jedan takav parni agregat.

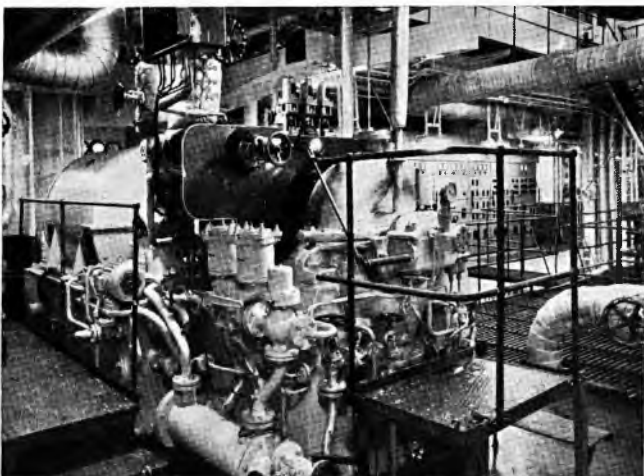
U slučaju turbinskog pogona postavljaju se po dva jednaka turbogeneratora, a pri upotrebi motornog pogona ugrađuju se tri jednaka dizel-generatora. Snaga jednog agregata uvijek se odredi tako da može snabdjeti električkom energijom sve pomoćne strojeve koji su u pogonu u normalnoj vožnji po moru. Radi povećanja sigurnosti broda prilikom isplavlivanja i uplovlavanja, i da se podmiri veće potrebe energije pomoćnih strojeva prilikom ukrcavanja i iskrcavanja tereta, upućuje se pri manevru i krcanju tereta i drugi agregat. Budući da dizel-motore treba češće pregledavati i popravljati, u slučaju pogona dizel-motorom ugrađuje se i treći, manji dizel-generator. Noću u luci, kad se na brodu ne radi, taj dizel-generator je dovoljan da zadovolji potrebe električne energije za rasvjetu.

Pogonski strojevi generatora struje na brodu po konstrukciji su jednaki strojevima kopnenih električkih centrala. To naročito vrijedi za dizel-motore, jer se njihove snage kreću u granicama uobičajenim za male stacionarne centrale.

Svi strojevi za pogon generatora moraju imati regulatore broja okretaja za samostalan i paralelan rad.

Detaljnije o izvedbi i načinu rada brodskih agregata za proizvodnju električne energije v. *Brodsko elektrotehnika*.

Pritezna vitla. Brod ne može snagom propulzijskih strojeva pristati tačno uz obalu. Velikim brodovima u tome pomažu remorkeri, a kad se brod dovoljno približi obali, privlači se k obali konopima ili užetima. U tu se svrhu jedan kraj užeta veže o bitvu na kopnu, a drugi je na brodu namotan na bubanj priteznog vitla. Pritezna vitla postavljaju se na pramcu i krci broda. Na pramcu se kao pritezno vitlo može upotrijebiti i sidreno vitlo, ako je za tu svrhu posebno izvedeno.



Sl. 1. Kondenzacijski turboagregat snage 575 kW ugrađen na tanker »Presidente João Goulart« od 32 000 t DW, proizvod »Jugoturbine«, Karlovac



Sl. 3. Električno vertikalno pritezno vitlo pritezne sile 2 Mp (»Vulkan« Rijeka)

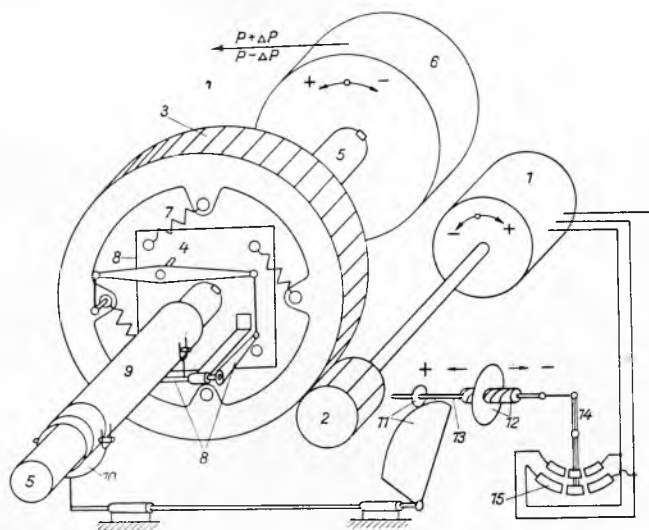
Osovinu i bubanj priteznog vitla mogu imati vodoravan ili okomit položaj (sl. 3, tabl. 1). Snaga vitla ovisi o veličini broda i o brzini privlačenja; ova se kreće između 10 i 20 m/min.

Tablica 1

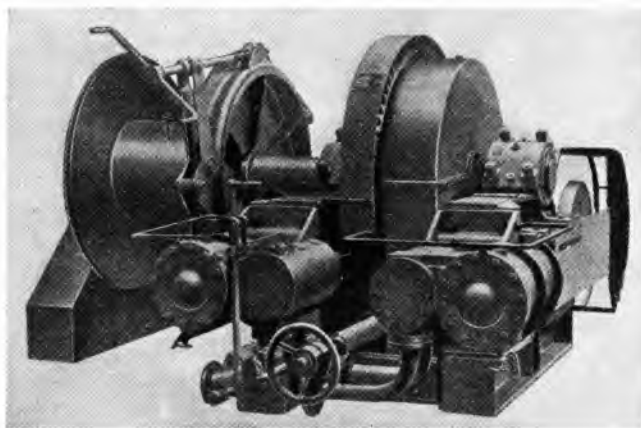
PRITEZNA VITLA S VERTIKALNOM OSOVINOM I ELEKTROMOTORNIM POGONOM PREKO PUŽNOG PRIJENOSA
Proizvod »Vulkan«, Rijeka

Pritezna sila	Brzina pritezanja		Pogonska snaga	Dimenzije			Težina
	pod teretom	bez tereta		Dužina	Širina	Visina	
kp	m/min	m/min	kW	mm	mm	mm	kp
2000	20	50	10	1320	660	905	880
5000	20	50	24	1720	945	1090	1800
8000	20	50	37	3000	1200	1370	2801

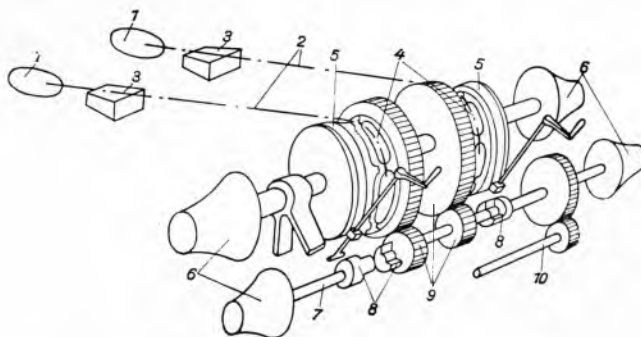
Posebne konstrukcije su pritezna vitla na brodovima kojima se gaz brzo mijenja uslijed ukrcavanja ili iskrcavanja tereta (tankerima), ili na brodovima koji se vežu uz obale gdje se vodostaj brzo mijenja, kao što je to u splavnicama plovinih kanala ili na obalama s velikom plimom i osjekom. U tim se slučajevima povećava ili smanjuje razmak između broda i kopna, odnosno između bubnja vitla i o kopno privezanog konopa, pa se uslijed toga mijenja



Sl. 4. Shema priteznog vitla s konstantnom priteznom silom. 1 elektromotor vitla, 2 mali zupčanik spojen s 1, 3 veliki zupčanik, 4 ploča uklinjena na 5, 5 osovinu bubnja, 6 bubanj za užu uklinjen na 5, 7 spojno pero podešeno na određenu silu vitla, 8 polužje za prenošenje međusobnog pomaka 4 prema 3, 9 tuljaci na 5, aksijalno pomicanje od polužja 8, 10 polužje za prenošenje gibanja rotirajućih dijelova 8 i 9 na uklopku 14, 11 zupčani segment i zupčanik, 12 matica i vijak za aksijalno pomicanje 13, 13 vreteno za pomicanje uklopke 14 u smjeru + ili -, 14 uklopka za elektromotor 1, 15 kontakti; oznaka + znači položaj polužja i rotaciju kad se sila P povećava, oznaka - znači položaj kad se sila P smanjuje



Sl. 5. Parno pritezno vitlo s konstantnom vlačnom silom

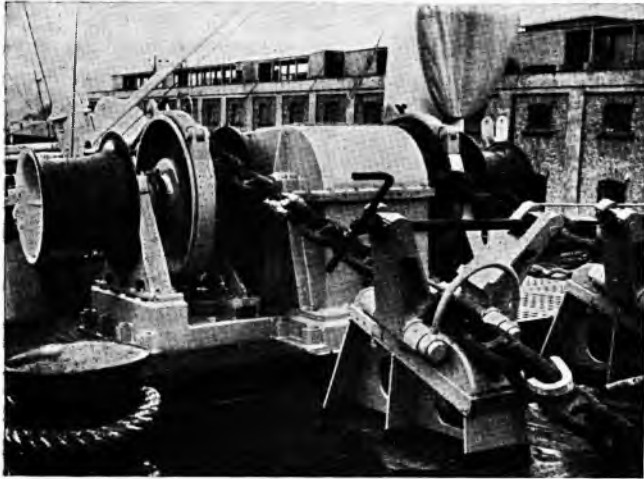


Sl. 6. Shema sidrenog vitla. 1 otvor na palubi, 2 lanac, 3 stoper, 4 lančanica, 5 pojasna kočnica, 6 bubnjevi za konop, 7 međuosovina, 8 kandžasta spojka, 9 zupčanici pogona lančanice, 10 pogonska osovinu

pritezna sila. Da pri tome užu ne bi puklo, odnosno da vez ne bi olabavio, ugrađuje se u pritezno vitlo automatski uređaj za održavanje konstantne pritezne sile (sl. 4). Zupčanik 3 vezan je na osovinu bubnja vitla 5 preko jakih spiralnih pera. Spiralna pera prenosi silu pritezanja i njihovo je rastezanje proporcionalno toj sili. Kad sila pritezanja poraste iznad ili padne ispod određene vrijednosti, promjena dužine spiralnih pera prenese se sistemom polužja na uklopku 14 koja uključuje pogonski elektromotor vitla 1, pa se pritezno užu odmeta ili namata sve dok sila ne poprimi propisanu vrijednost. Pomicanjem kontakata na uklopki mogu se podešavati gornja i donja granica dozvoljene pritezne sile.

Pritezno vitlo pokretano stapnim parnim strojem (sl. 5) održava konstantnu priteznu silu na istom principu: promjena dužine pera djeluje tako da se bubanj vitla počne okretati i popuštati ili pritezati užu.

Sidreno vitlo. Kad brod ne može pristati uz obalu, veže se o svoje sidro. Za spuštanje i dizanje sidra služi sidreno vitlo. Svaki brod ima na pramcu sidreno vitlo za dva sidra (sl. 6), a veliki brodovi imaju i na krmi još jedno sidreno vitlo za strujno sidro. Sidro se spušta pod djelovanjem svoje težine, a diže se snagom pogonskog stroja vitla. Bitni dio sidrenog vitla je lančanica, koja ima zadatak bubnja na vitlu za teret, s razlikom da se lanac na lančanicu ne namata (kao na bubanj) već se na obodu lančanice nalaze gnijezda u obliku članaka lanca, u koja gnijezda prilikom dizanja sidra upadaju pojedini članci lanca, pa tako lančanica vuče lanac i transportira ga u skladište sidrenog lanca. Prilikom spuštanja sidra težina sidra i sidrenog lanca okreće lančanicu. Da bi se istim vitlom moglo spuštati i dizati svako sidro zasebno, lančanica je spojena s osovinom preko spojke, najčešće kandžaste, pa se prema potrebi može isključiti ili priključiti. Radi reguliranja brzine spuštanja sidra svaka lančanica ima pojasnu kočnicu. Da sila koja djeluje na lanac usidrenog broda, a koja ovisi o jakosti morske struje i vjetra, ne bi oštetila sidreno vitlo, lanac se fiksira u stoperu na palubi ispred sidrenog vitla (sl. 7). Na krajevima osovine sidrenog vitla obično su učvršćeni bubnjevi za pritezno užu, tako da sidreno vitlo može ujedno služiti kao pritezno vitlo na pramcu (sl. 6 i sl. 7).



Sl. 7. Električno sidreno vitlo; ispred njega stoperi

Pritezna i sidrena vitla imala su najprije muskularni pogon; na jedrenjacima bez motornog pogona nalaze se i danas takva vitla. Zatim je uveden pogon stapnim parnim strojevima; na tankerima upotrebljava se i danas samo takav pogon, ali na drugim brodovima najviše se primjenjuje pogon elektromotorima. U najnovije vrijeme počinje se uvoditi i hidraulički pogon.

Snaga sidrenog vitla određuje se prema težini sidra i 100 m lanca, a ovisi i o brzini dizanja (tabl. 2).

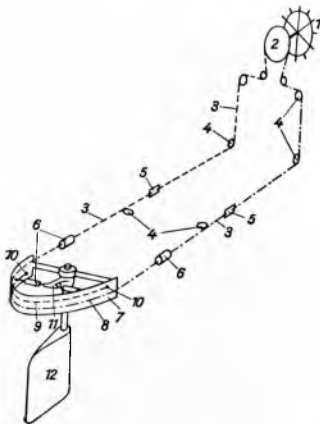
Tablica 2
ELEKTRIČKA SIDRENA VITLA
Proizvod «Vulkan», Rijeka

Promjer šipke lanca s prečkom	Sila u lancima	Brzina dizanja sidra	Snaga motora	Kao pritezno vitlo			Dužina	Širina	Visina	Težina
				Sila na bubnju	Brzina					
					s teretom	bez tereta				
mm	Mp	m/s	kW	Mp	m/s	m/s	mm	mm	mm	Mp
17,5 ... 22	2,2	12	7	1	15	40	1950	1790	755	2,3
24 ... 28	3,8	12	14	2	12	30	2130	2070	865	2,8
30 ... 36,5	6,6	12	20	3	12	30	2645	2445	1000	4,4
36,5 ... 41,5	8,6	9	20	4	18	45	3120	2755	1150	5,4
43 ... 47,5	11,4	9	27	5,5	18	45	3400	3000	1270	7,4
49 ... 54	15	9	36	7	18	45	3600	3260	1355	10,2
62 ... 66,5	23	9	55	11	18	45	4240	3635	1550	16,5

Kormilarski strojevi služe za zakretanje kormila. Oni se nalaze u sklopu kormilarskog uređaja, koji se sastoji od upravljačkog stupa na komandnom mostu, transmisije do kormilarskog stroja i kormilarskog stroja smještenog iznad kormila.

Kormilarski strojevi grade se normalno za kut otklona kormila od 35° udesno i ulijevo i za trajanje prekreta kormila iz jednog krajnjeg položaja u drugi od 30 sekunda. Brodovi koji moraju biti naročito pokretni, kao što su neki specijalni brodovi, imaju veći kut otklona kormila i veću brzinu zakretanja kormila. Što su kut zakreta i brzina zakretanja kormila veći to je potrebna i veća snaga kormilarskog stroja.

Kormilar zakreće kormilo ili neposredno ili posredno. Neposredno se može zakretati kormilo samo ako moment nije veći od 4 Mpm: ako je veći, mora se upotrijebiti strojni pogon.

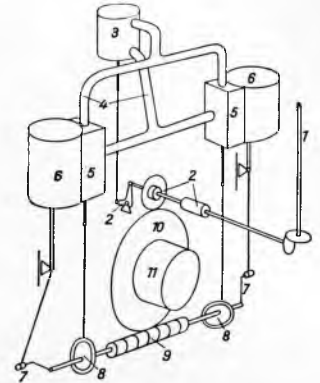


Sl. 8. Kormilarska mehanička transmisija. 1 kormilarsko kolo ili stroj, 2 lančanica, 3 lanci i šipke transmisije, 4 koloturi za skretanje lanca, 5 stezači za regulaciju dužine, 6 pera za preuzimanje trzaja (amortizeri), 7 kvadrant, 8 desna uzda, 9 lijeva uzda, 10 pričvršćenje 8 i 9 na 7, 11 rudo kormila, 12 list kormila

Upravljački stup je više ili manje udaljen od kormilarskog stroja pa između njih postoji mehanička, hidraulička ili električka kormilarska transmisija. Ta je transmisija jedan od prvih primjera daljinskog upravljanja ili telekomanda uopće, a na brodu napose.

Mehanička transmisija (sl. 8) sastavljena od sistema lanaca i šipaka upotrebljava se na malim brodovima, na kojima je ručna snaga kormilara dovoljna za neposredno kormilarenje. Ovakvom transmisijom povezano je kormilo s kormilarskim stapnim parnim strojem (sl. 9) kad je kormilarski stroj smješten u strojarnici broda. Da bi se kormilarski stroj zaštitio od trzaja koji nastaju uslijed udaranja valova o kormilo, moraju se u mehaničku transmisiju ugraditi amortizeri.

Hidraulička transmisija radi u biti kao i mehanička, s tom razlikom da gibanje prenosi tekućina u cijevima. Budući da je jednostavnije postaviti duž broda cijevi nego lance i šipke, ovakva se transmisija još u doba stapnih parnih kormilarskih strojeva upotrebljavala za njihovu telekomandu sa komandnog mosta.



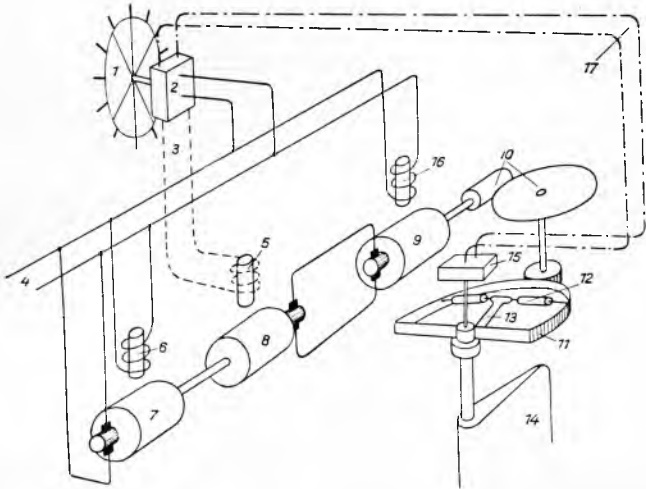
Sl. 9. Kormilarski parni stroj. 1 upravljanje sa komandnog mosta, 2 povratni uređaj, 3 prekretni razvodnik, 4 dovodne cijevi pare u cilindre, 5 razvodnik, 6 cilindar parnog stroja, 7 osno koijeno, 8 ekscentar razvodnika, 9 puž, 10 pužno kolo, 11 lančanica lanca kormilarske transmisije

Električka transmisija je najjednostavnija. Služi samo za davanje daljinskih komanda kormilarskom stroju.

Kormilarski strojevi moraju prema primljenoj komandi postaviti kormilo u položaj naređen sa komandnog mosta i zadržati ga u tome položaju dok se komanda ne promijeni. Da bi se to postiglo, mora kormilarski stroj imati uređaj koji automatski zaustavlja stroj kad kormilo zauzme naređeni položaj. Taj se uređaj naziva *povratni uređaj* jer onaj element kormilarskog stroja koji aktivira rad kormilarskog stroja vraća u srednji položaj i time zaustavlja rad stroja i zakretanje kormila. Na stapnom parnom kormilarskom stroju (sl. 9) taj element je prekretni razvodnik. Uslijed naloga sa upravljačkog stupa on se pomiče iz srednjeg položaja i kormilarski stroj počinje raditi. Okretanje kormilarskog stroja prenosi se na povratni uređaj, koji vraća prekretni razvodnik u srednji položaj i zaustavlja rad kormilarskog stroja čim prestane djelovanje na upravljačkom stupu.

S elektrifikacijom brodskih pomoćnih strojeva počeo se primjenjivati električki pogon kormila. Taj pogon može biti neposredan ili posredan.

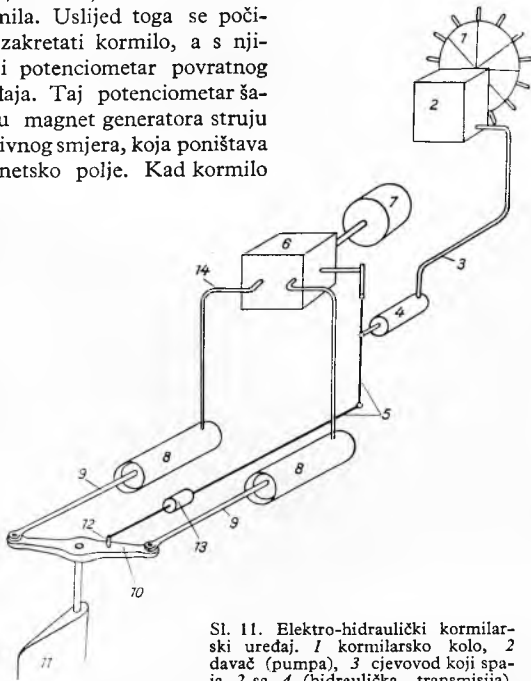
Neposredni električki pogon istosmjernom strujom shematski je prikazan na sl. 10. Pomoću kormilarskog kola na upravljačkom stupu upravlja se potencijetrom koji mijenja smjer i jakost polja magneta generatora istosmjerne struje. U tom sistemu je potencijetar davač, a magnet primač naloga sa komandnog mosta. Prema smjeru polja magneta, generator, trajno pokretan od pogonskog elektromotora, daje elektromotoru kormila struju u



Sl. 10. Električni kormilarski stroj. 1 kormilarsko kolo, 2 potencijometar (davač), 3 vodovi od 2 do 5, 4 istosmjerna električna struja, 5 magneti od 8 (primač), 6 magneti od 7, 7 pogonski elektromotor, 8 generator struje za 9, 9 elektromotor kormila, 10 pužni prijenos za zakretanje 11, 11 kvadrant, 12 amortizeri, 13 rudo kormila, 14 list kormila, 15 potencijometar povratnog uređaja, 16 magneti za 9, 17 vodovi povratnog uređaja od 15 do 2

jednom ili drugom smjeru, ili je uopće ne daje, pa se prema tome elektromotor okreće u jednom ili drugom smislu, ili se uopće ne okreće. Njegovo se okretanje preko zupčanog prijenosa prenosi na kvadrant, koji preko uzda s ugrađenim amortizerima zakreće rudo kormila a time i samo kormilo.

Na osovinu kormila prigraden je potencijometar povratnog uređaja. Taj je potencijometar uključen u strujni krug potencijometra-davača na komandnom mostu, te sudjeluje u stvaranju magnetskog polja magneta generatora. Kad je kormilo u položaju koji odgovara nalogu davača, struje koje dolaze iz oba potencijometra jednake su jakosti ali protivnog predznaka, te je magnetsko polje magneta generatora jednako nuli. Posljedica toga je da generator, iako se trajno okreće, ne daje elektromotoru kormila nikakvu struju, te elektromotor miruje. Izmijeni li se položaj potencijometra-davača, teče u magnetu struja određenog smjera i jačine, pa nastaje odgovarajuće magnetsko polje koje uzbuđi generator, i on počinje napajati strujom elektromotor kormila. Uslijed toga se počinje zakretati kormilo, a s njime i potencijometar povratnog uređaja. Taj potencijometar šalje u magnet generatora struju protivnog smjera, koja poništava magnetsko polje. Kad kormilo

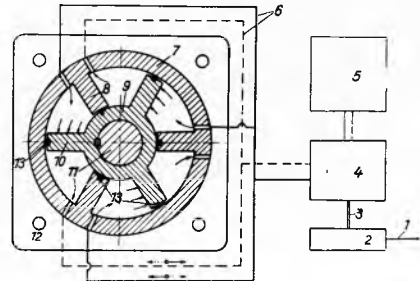


Sl. 11. Elektro-hidraulički kormilarski uređaj. 1 kormilarsko kolo, 2 davač (pumpa), 3 cjevovod koji spaja 2 sa 4 (hidraulička transmisija), 4 primač (telemotor), 5 polužje povratnog uređaja, 6 pumpa pritisknog ulja za 8, 7 pogonski elektromotor za 6, 8 cilindar kormilarskog stroja, 9 ojnice za zakretanje 10, 10 jaram kormila, 11 list kormila, 12 priključak povratnog uređaja na 5, 13 amortizer, 14 cjevovod pritisknog ulja od 6 do 8

dođe u naredeni položaj, magnetsko polje generatora nestane, a time nestane i struja koju dobiva elektromotor kormila, te se on zaustavi.

Osim ovakvog električkog sistema daljinskog upravljanja, koji se zbog uređaja koji slijedi položaj kormila naziva i *slijedno upravljanje*, može se izvesti i uređaj u kojem se radom elektromotora kormila upravlja njegovim neposrednim uključivanjem u strujni krug. Dok god je struja u takvom uređaju uključena, elektromotor se okreće i zakreće kormilo, pa se takvo upravljanje naziva *vremenskim*. Posebni električki indikator pokazuje na mostu kod kormilara momentalni položaj kormila.

Posredni električki pogon imaju elektro-hidraulički kormilarski strojevi koji se danas najčešće upotrebljavaju (sl. 11). Sa komandnog mosta daje davač hidrauličkom ili električkom transmisijom nalog primaču, koji taj nalog prenosi na višecilindarsku pumpu pritisknog ulja. Pumpa je trajno pokretana pogonskim elektromotorom i šalje pritiskno ulje, ovisno o položaju primača, u jedan od cilindara kormilarskog stroja, a istovremeno siše ulje iz drugog cilindra, ili — u srednjem položaju — ne pritiskuje i ne siše nikakvo ulje. Sila pritiska ulja na klipove u cilindru prenosi se ojnica na jaram kormila. Na jaram kormila priključen je povratni uređaj koji stalno slijedi otklon kormila i prenosi pomake kormila na polugu pomoću koje primač upravlja pumpom pritisknog ulja. Kad primač više ne dobiva nalog od davača, povratni uređaj vraća pumpu u srednji položaj te ona više ne dobavlja ulje. Pri tome kormilo zadrži naredeni otklon sve dok davač ne da primaču novi nalog za promjenu otklona.



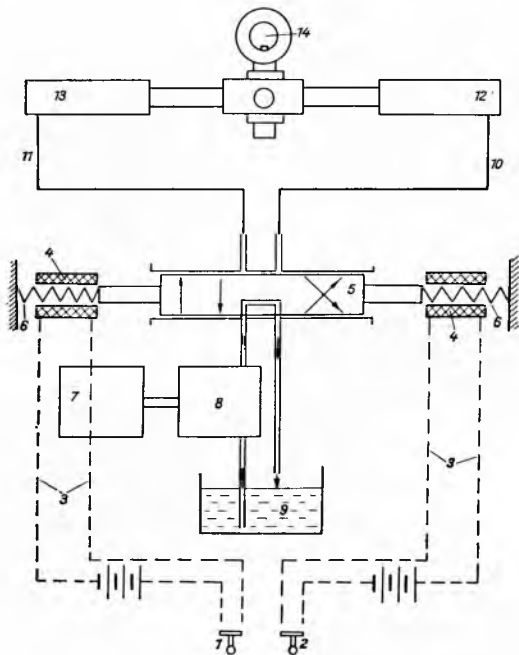
Sl. 12. Elektro-hidraulički kormilarski stroj sa zakretnim klipovima. 1 transmisija, cjevovod s kojim se sa zapovjedničkog mosta upravlja kormilarskim strojem; 2 primač, telemotor; 3 polužje za upravljanje 4, 4 pumpa pritisknog ulja, 5 pogonski elektromotor za 4, 6 cijevi za dovod ulja u kormilarski stroj, 7 stator kormilarskog stroja, 8 krila na statoru; 9 rotor, jaram kormilarskog stroja; 10 krila na rotoru, 11 osovina kormila, 12 pričvršćenje stroja o palubu, 13 brtve

Elektro-hidraulički kormilarski strojevi sa zakretnim momentom do 16 Mpm izvode se sa dva cilindra, a preko tog zakretnog momenta sa četiri cilindra.

Osim ovakvih elektro-hidrauličkih strojeva s klipovima koji se pokreću linearno, postoje elektro-hidraulički strojevi sa zakretnim klipovima (sl. 12). Kao dno cilindra djeluju krila pričvršćena na stator, a kao klipovi djeluju krila postavljena na rotor. Budući da je rotor uklinjen na osovinu kormila tako da predstavlja i jaram, pritiskno ulje, koje pumpa može dobavljati s jedne ili druge strane krila postavljenih na rotor, zakreće kormilo. Da pritiskno ulje ne bi prelazilo oko vrha krila u susjedni prostor iz kojeg pumpa siše ulje, postavljaju se na vrhove krila brtve.

Povratni uređaj priključen je s jednim krajem na rotor-jaram a s drugim krajem na polužje između primača i pumpe pritisknog ulja.

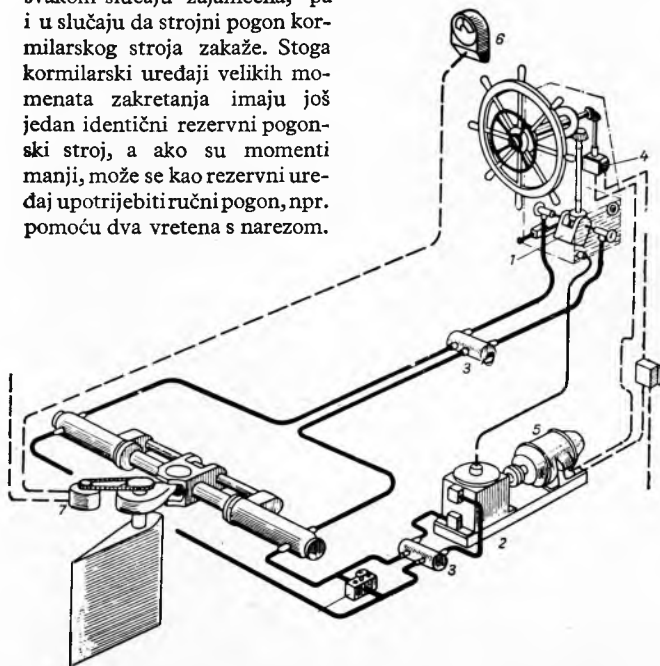
Oba opisana elektro-hidraulička uređaja rade sa slijednim povratnim uređajem, no oni se mogu izvesti i kao vremenski upravljeni (sl. 13). U takvom sistemu pumpa ulja dobavlja ulje stalno u zatvoreni krug. Kad je razvodnik u srednjem položaju, kao što je prikazano na slici, ulje se odvodi natrag u rezervoar. Uključi li se lijeva uklopka, strujni krug lijevog magneta povući će magnet-razvodnik ulijevo, te se pritiskno ulje preko poprečnog kanala u razvodniku (strelice na desnoj strani razvodnika) odvodi u desni cilindar, a kormilo se zakrene ulijevo. Istovremeno ulje iz lijevog cilindra, preko drugog poprečnog kanala, otječe u rezervoar ulja. Kad kormilo dođe u naredeni položaj, što se vidi na električkom



Sl. 13. Elektro-hidraulički kormilarski uređaj s vremenskim upravljanjem. 1 i 2 uklopke, 3 električni vodovi, 4 elektromagneti, 5 razvodnik, 6 pero za vraćanje 5 u sredinu, 7 elektromotor za pogon 8, 8 pumpa pritisknog ulja za kormilarski stroj, 9 rezervoar ulja, 10 i 11 cijevi za dovod/odvod ulja u cilindre kormilarskog stroja, 12 i 13 cilindri kormilarskog stroja, 14 osovina kormila

indikatoru kuta kormila, kormilar isključuje lijevu uklopku: nestane magnetsko polje u lijevom magnetu i pera koja se nalaze s obje strane razvodnika vrata razvodnik u sredinu, te se pritismo ulje vraća u rezervoar. Želi li se kormilo vratiti u srednji položaj ili zakrenuti na desnu stranu, treba uključiti desnu uklopku, pa se čitav proces odvija u suprotnom smislu. Kormilo se okreće dok god je uklopka uključena: ako je ona uključena kraće vrijeme, otklon kormila je manji, a ako je uklopka uključena kroz duže vrijeme, otklon kormila je veći.

Kormilarski stroj je jedan od najvažnijih faktora za sigurnost plovidbe broda. Mogućnost upravljanja kormilom mora biti u svakom slučaju zajamčena, pa i u slučaju da strojni pogon kormilarskog stroja zakaže. Stoga kormilarski uređaji velikih momenata zakretanja imaju još jedan identični rezervni pogonski stroj, a ako su momenti manji, može se kao rezervni uređaj upotrijebiti ručni pogon, npr. pomoću dva vretena s narezom.



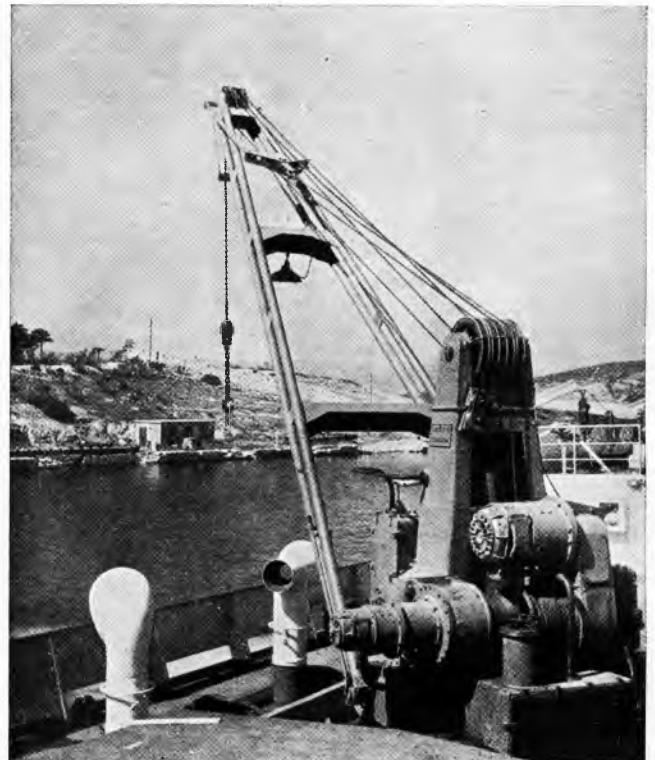
Sl. 14. Elektro-hidraulički kormilarski uređaj s automatskim prelazom sa ručnog na strojno upravljanje i obrnuto. 1 ručna pumpa, 2 strojna pumpa, 3 automatski zasun, 4 električka sklopka za upravljanje elektromotorom 5, 6 pokazivač otklona kormila, 7 davač za 6

U elektro-hidrauličkim kormilarskim uređajima s momentom do 4 Mpm upotrebljava se ponekad uređaj koji se sa strojnog pogona može automatski prebaciti na ručno kormilarenje. U uređaju na sl. 14 telekomanda strojnog pogona je električka. Kormilar s pomoću malog kormilarskog kola upravlja sklopkom koja daje telekomande pogonskom elektromotoru strojne pumpe.

Tablica 3
ELEKTRO-HIDRAULIČKI KORMILARSKI STROJEVI
Proizvod »Vulkan«, Rijeka

Tip	Nazivni moment	Maksimalni moment	Snaga pogonskog elektromotora	Dužina	Širina	Visina	Težina
	Mpm	Mpm	kW	mm	mm	mm	Mp
sa 2 cilindra strojni i ručni pogon	1,6	2,5	1,2	1620	1200	470	3
	2,5	4	1,8	3100	1700	1290	
	4	6,3	3				
sa 2 cilindra strojni pogon	6,3	10	4,6	3900	1700	1290	3,6
	10	16	7,3	4100	1800	1400	4,3
sa 4 cilindra strojni pogon	16	25	12	4000	2430	1345	5,5
	25	40	18	4200	2540	1600	7
	40	63	30	5050	2970	1600	13
	63	100	46	6300	3600	1900	16,5
	100	160	73	7300	4100	2250	26

Želi li se preći na izravno ručno kormilarenje, kormilar počinje zakretati samo veliko kolo; time on pokreće ručnu pumpu u upravljačkom stupu, koja šalje, ovisno o smislu okretanja, pritismo ulje u jedan od cilindara, dok iz drugog istovremeno siše ulje. Da pri takvom prelasku sa strojnog na ručni pogon, ili obratno, ne bi pritismo ulje ulazilo u sistem koji miruje, automatski zasuni otvaraju se samo pod pritiskom one pumpe koja je u pogonu.



Sl. 15. Bro dska okretna dizalica »Vulkan«, Rijeka)

Dizalice za teret služe na brodu za ukrcavanje i iskrcavanje komadastog tereta. Njihov razmještaj ovisi o tome da li se predviđa iskrcavanje i ukrcavanje samo s jedne ili istovremeno s obje strane broda.

Klasične dizalice za komadni teret sastoje se od samarica i vitala za teret. Najčešća brodska dizalica je sastavljena od dviju

samarica i dvaju vitala za teret. Postoje i dizalice s jednom samaricom i tri vitla, od kojih jedno služi za dizanje i spuštanje tereta, a druga dva za zakretanje, dizanje i spuštanje samarice. O izvedbi samarica i načinu rada dizalica sa samaricama v. poglavlje Oprema broda u ovom članku.

Najjednostavnije se rukuje teretom pomoću okretnih dizalica kakve se upotrebljavaju na kopnu (sl. 15). Donji kraj kraka dizalice oslanja se o okretno postolje dizalice, a gornji kraj kraka se diže i spušta posebnim vitlom. Osim toga postoji posebno vitlo za dizanje i spuštanje tereta i za zaokretanje čitave dizalice. Sva su ta vitla smještena na stražnjoj strani dizalice, a na prednjoj strani je upravljačko mjesto za dizaličara.

Brzina rada s vitlima za teret mora odgovarati brzini preuzimanja, odnosno predavanja tereta unutar broskog skladišta; za teret od 8 Mp iznosi ~ 10 m/min, a za 1,5 Mp, 60 m/min; prazna kukka se pokreće do tri puta brže (tabl. 4).

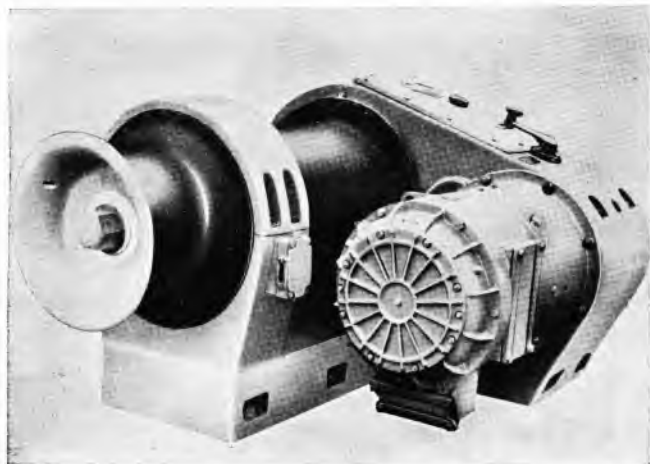
Tablica 4
ELEKTRIČNA TERETNA VITLA
Proizvod tvornice «Vulkan», Rijeka

Nazivne vlažne sile vitla	Brzina dizanja kuke		Pogonska snaga elektro- motora	Dužina	Širina	Visina	Težina
	pod teretom	bez tereta					
kp	m/min	m/min	kW	mm	mm	mm	Mp
3000/1500	30/60	90/180	18	2210	1415	980	2,35
5000/1500	18/36	54/108	18	2270	1500	1100	2,95
isto	30/60	90/180	31				3,3
8000/3000	11/30	33/90	18	2690	1585	1180	3,3
isto	18/50	54/150	31				3,35

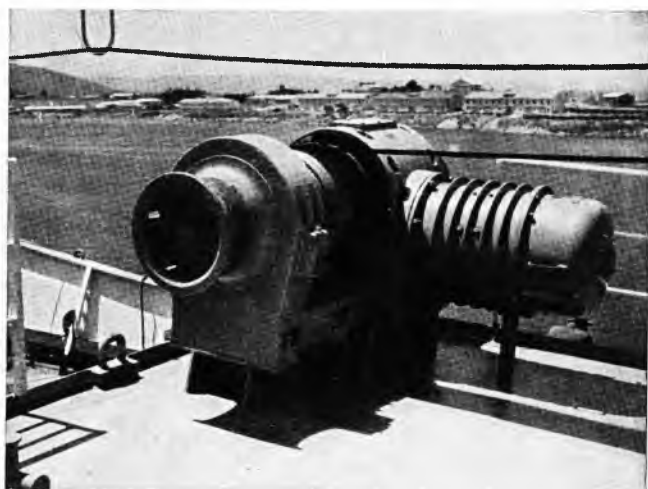
Vitla za teret moraju teret dizati i spuštati, stoga im se bubanj za užu mora okretati u oba smjera, tj. vitla moraju biti prekretna. Vitlo pokretano stapnim parnim strojem prekreće se pomoću prekretnog razvodnika koji mijenja privod pare glavnom razvodniku, tako da on dobiva vanjsko ili unutarnje punjenje. Pomoću sličnog razvodnika prekreću se i vitla s hidrauličkim pogonskim motorom. Pogonski istosmjerni elektromotori vitla prekreću se mijenjanjem smisla magnetskog polja; trofazni izmjenični elektromotori time što se zamijene priključci dviju faza, a pogonski dizel-motori prekretnom spojkom.

Za zadržavanje tereta obješenog o kuku vitlo ima pojasnu ili paočnu kočnicu. U slučaju elektromotornog pogona kočnicama se upravlja pomoću elektromagneta, a kod drugih pogona ručno.

Brzina dizanja i spuštanja tereta mijenja se promjenom broja okretaja bubnja vitla. Pri pogonu stapnim parnim strojem to se postiže jednostavnim reguliranjem dovoda pare, a pri izravnom pogonu izmjeničnom strujom promjenom broja polova elektromotora i zupčanim prijenosom. Pogonski serijski istosmjerni elektromotori imaju regulaciju brzine ili automatsku (veći teret, manja brzina), ili pomoću promjene magnetskog polja, ili pomoću zupčanog



Sl. 16. Električno teretno vitlo sa zupčanim prijenosom za terete 3...5 Mp (Vulkan, Rijeka)

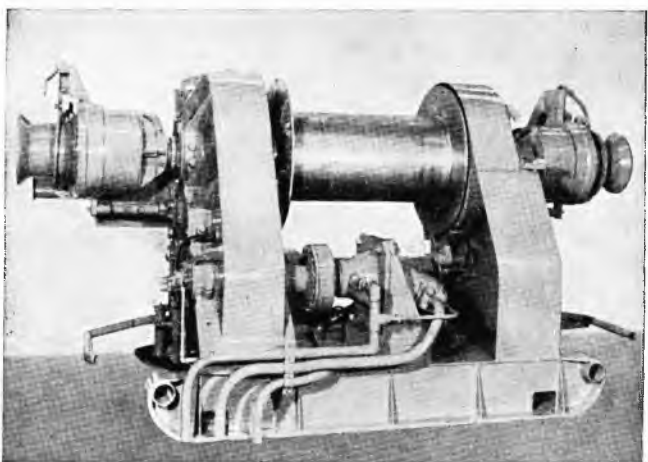


Sl. 17. Električno teretno vitlo s pužnim prijenosom za teret 3 Mp (Vulkan, Rijeka)

prijenosa. Automatsku regulaciju imaju i hidraulički motori teretnih vitala, i to od stanja mirovanja do najveće brzine u jednom i drugom smislu, pa je iskorišćenje pogonskog stroja optimalno.

Brodskim vitlima za teret rukuju lučki radnici, stoga moraju ti strojevi biti predviđeni za grubi rad i nestručno posluživanje. Na slikama 16, 17 i 18 prikazana su tri moderna brodska teretna vitla.

Na brodovima nalaze se posebna vitla za čamce za spasavanje. Za dizanje čamaca služe elektromotorna vitla slična vitlima za



Sl. 18. Hidromotorno vitlo; hidromotor se nalazi na temeljnoj ploči ispod bubnja koji pokreće preko zupčanog prijenosa

teret, ali čamac se spušta uslijed djelovanja vlastite težine. Stoga, da brzina spuštanja ne bi bila suviše velika, vitlo ima ugrađen centrifugalni regulator koji trenjem djeluje na bubanj vitla i time smanjuje brzinu vrtnje bubnja. Sila trenja, pa prema tome i brzina spuštanja čamca, može se mijenjati perom ugrađenim u regulator.

Na teretnim brodovima namijenjenim prijevozu tekućih i sipkih tereta, kao i na specijalnim i ratnim brodovima, postoje različite posebne dizalice i uređaji za krcanje tereta i dizanje teških predmeta. Poblize o tim uređajima v. *Brodovi, specijalni, Ratni brod, Trgovski brod*.

Pumpe na brodovima služe za transport tekućina potrebnih u energetskom procesu toplinskih strojeva, za sigurnost broda, za uravnoteženje broda i za brodske vodovode. Specijalni brodovi, kao npr. tankeri, imaju i pumpe za teret, a neki tegljači i pumpe za spasavanje i za gašenje vatre.

Za male količine tekućine a velike pritiske upotrebljavaju se stapne, klipne i zupčane pumpe, a za velike količine tekućine samo centrifugalne pumpe. U novije se vrijeme centrifugalne pumpe

upotrebljavaju i za velike pritiske kakvi su potrebni za napajanje kotlova.

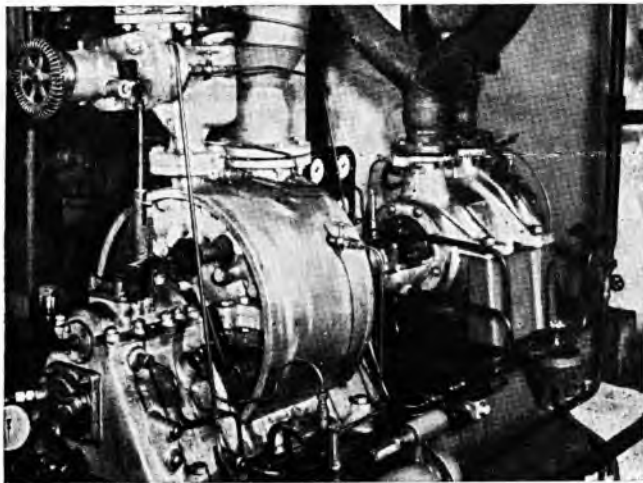
Pogonsko postrojenje parobroda s kotlovima loženim uljem ima pumpe za dovod goriva, za napajanje kotlova vodom, za rashladnu vodu kondenzatora, za odvod kondenzata iz kondenzatora i za isisavanje zraka iz kondenzatora. Motorno postrojenje ima pumpe za dovod goriva i za rashladnu vodu kojom se hlade cilindri motora.

Pumpe ulja za loženje dijele se na pumpe za prebacivanje goriva iz dvodna u dnevne i taložne tankove (transfer-pumpe) i pumpe za loženje koje pod pritiskom dovode ulje iz tankova goriva u raspršač na kotlu. Količina ulja za loženje kotlova je razmjerno mala i iznosi 0,4...0,25 kg/KSh. Pumpe za prebacivanje ulja najčešće su zupčane, a pumpe za loženje su stapne. Pritisak pumpe za loženje je 10...20 kp/cm².

Radi sigurnosti pogona mora sistem loženja kotlova uljem imati jednu pumpu za loženje više (pomoćnu pumpu), tako da se za vrijeme pogona jedna od tih pumpi može popravljati a da to ne utječe na rad postrojenja. Za potpaljivanje kotla, kad na brodu još nema pare, služe male, rukom pokretane pumpe za ulje.

Napojne pumpe napajaju kotao vodom; dobava im je razmjerno mala. Ovisno o stupnju djelovanja parnog stroja i o potrošku pare za pomoćne strojeve, pumpa treba da dobavlja 4...10 kg vode za 1 kWh. Pritisak dobave odgovara pritisku kotla povećanom za gubitke otpora u cijevnom vodu. Za malu dobavu vrlo su podesne stapne i klipne pumpe. Na postrojenjima s parnim turbinama velikih snaga upotrebljavaju se i centrifugalne pumpe izravno pokretane parnim turbinama, s brojem okretaja 6000...15 000 min⁻¹. Te su pumpe najčešće višestepene (sl. 19), ali se mogu izvesti i kao jednostepene. Radi napajanja kotla prilikom manevra mora napojna pumpa dobavljati više vode nego što kotao proizvodi pare u stacionarnom pogonu, a zbog sigurnosti pogona treba da postoji i jedna pomoćna napojna pumpa, kao rezervna. Ta rezervna pumpa je redovno stapna.

Pošto u stroju izvrši rad, para se kondenzira u kondenzatoru. Za isisavanje kondenzne vode služe *pumpe kondenzata*. Količina kondenzata jednaka je količini napojne vode smanjenoj za 2...4%



Sl. 19. Napojna centrifugalna dvostepena turbo-pumpa ugrađena na brod; broj okretaja do 6000 u minuti, snaga 180 KS, dobava 52 m³/h na 42 kp/cm² (*Jugoturbina*, Karlovac)

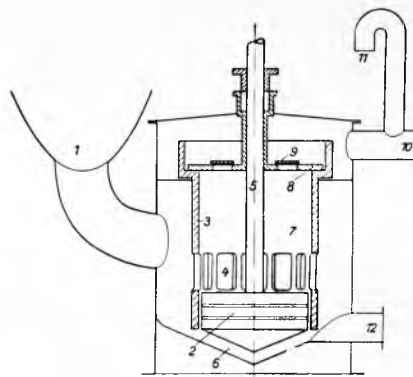
zbog gubitka pare i vode. Pritisak pumpe kondenzata jednak je razlici pritiska atmosfere i pritiska u kondenzatoru, povećanoj za otpore.

U turbinskom postrojenju kondenzat siše centrifugalna pumpa i tiska ga u zdenac ili ga šalje izravno napojnoj pumpi. U ovom drugom slučaju može se izvesti tzv. zatvoreni krug para-kondenzat-pojna voda-para, tako da voda minimalno dolazi u dodir s atmosferskim zrakom, što je za trajnost parnih kotlova povoljno.

Zbog propusnosti nekih dijelova parnog stapnog stroja ili parne turbine, u dijelu gdje je pritisak pare manji od atmosferskog prodire zrak u paru i s njom ulazi u kondenzator. Zato treba

iz kondenzatora, osim kondenzata, isisavati i zrak, jer bi njegovo nakupljanje smanjilo ili i poništilo vakuum. Zrak se siše iz kondenzatora parnim ejektorima. Parni ejektor su mlazne pumpe koje nemaju pokretnih dijelova već se u njima kreće samo radni medij (para) i zrak isisan iz kondenzatora. Stoga je pogon takvih pumpi jednostavan. S obzirom na količinu odsisanog zraka potrošak pogonske pare je velik. Da bi se postigao u kondenzatoru vakuum od 90...95%, treba primijeniti dvostepene ejektore koji odsisavaju količinu zraka jednaku ~ 0,2% volumena pare koja se kondenzira.

U postrojenjima sa stapnim parnim strojevima odsisava se istovremeno kondenzat i zrak posebnom stapnom pumpom, tzv.



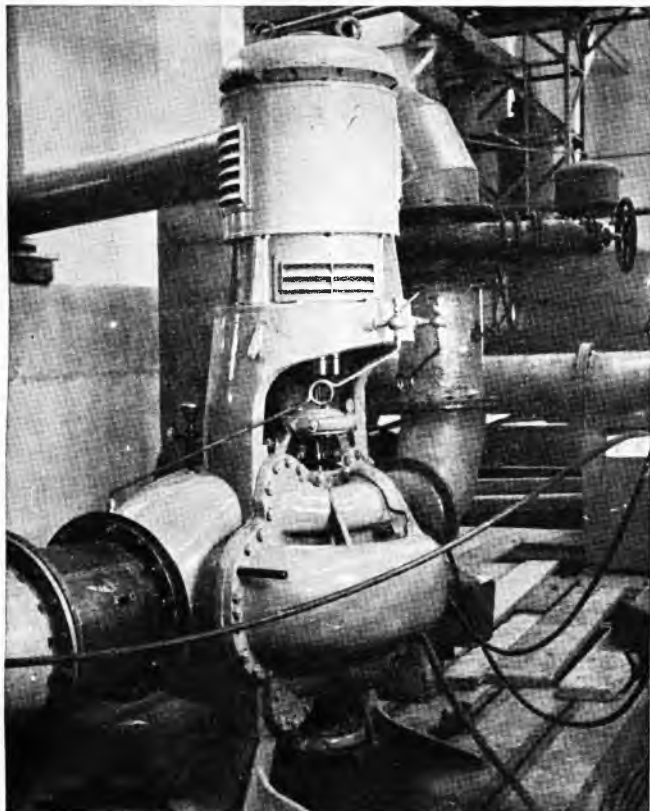
Sl. 20. Edwardsova pumpa kondenzata. 1 kondenzator, 2 stap pumpe, 3 košuljica cilindra, 4 otvori na košuljici, 5 stapajica, 6 donji dio cilindra, 7 gornji dio cilindra, 8 ventilna ploča, 9 ventili, 10 odvod kondenzata, 11 izlaz u atmosferu, 12 priključak pomoćne pumpe

mokrom zračnom pumpom. Na sl. 20 prikazana je Edwardsova mokra zračna pumpa. Kondenzat i zrak pritječu u cilindar kroz otvore smještene na obodu košuljice cilindra; kad se stap kreće prema gore, on tiska kroz ventile kondenzat i zrak u gornji dio pumpe otkuda se zrak odvodi u atmosferu.

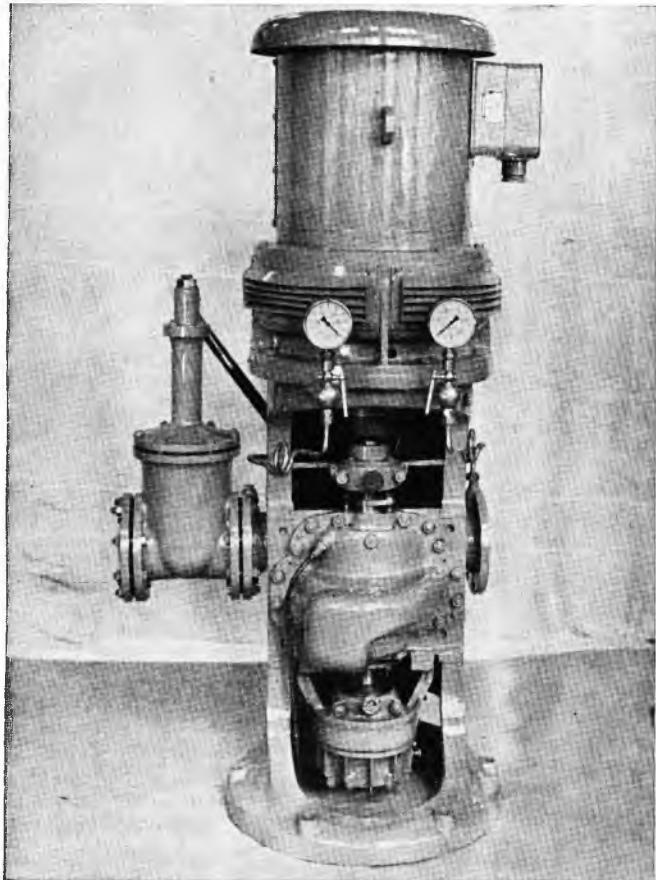
Za rashlađivanje kondenzatora služe *pumpe za rashladnu vodu*, koje se katkada nazivaju cirkulacijskim pumpama. Količina rashladne vode ovisi o snazi pogonskog stroja, o vakuumu koji vlada u kondenzatoru i o temperaturi morske vode koju pumpa crpe za hlađenje kondenzatora. Strojevi veće snage trebaju više pare, a s količinom te pare raste potrebna količina rashladne vode. Što je vakuum veći to je potrebna niža temperatura a stoga i veća količina rashladne vode. Količina potrebne rashladne vode raste s njenom temperaturom. Ta temperatura određuje ujedno najnižu moguću temperaturu kondenzata, a s time i najveći mogući vakuum u kondenzatoru. (Najviša temperatura mora je u Crvenom moru: 33 °C). Budući da parne turbine rade s većim vakuumima nego stapni parni strojevi, one su osjetljivije na temperaturu morske rashladne vode. Količina rashladne vode što je mora slati pumpa za rashlađivanje kroz kondenzator jest — ovisno o vakuumu i temperaturi mora — 40...80 puta veća od količine pare koju stroj troši. Visina dizanja takvih pumpi je mala. Pumpa se nalazi u brodu ispod vodne linije, te joj voda pritječe, a za savladavanje otpora u cijevnom vodu i kondenzatoru potrebna je visina dizanja od 10 do 20 m. Za velike količine rashladne vode (200...5000 m³/h) najpodesnije su centrifugalne pumpe (sl. 21).

U postrojenjima motornih brodova potrebne su *pumpe za prebacivanje tekućeg goriva* iz tankova u dnevne i taložne tankove. To su obično zupčane pumpe. Gorivo iz taložnih tankova preuzima pumpa za dodavanje, također zupčana, koja pod pritiskom od 3...5 kp/cm² dodaje gorivo pumpama goriva prigradenim na dizel-motorima.

Motorima s unutarnjim izgaranjem potrebne su i *pumpe za rashlađivanje cilindara motora*. Ta temperatura ulazne rashladne vode ne smije biti preniska jer to nije povoljno za motor. Temperatura na izlazu iz sistema za hlađenje ovisi o tome da li se cilindri hlade morskom ili slatkom vodom. U prvom slučaju mora temperatura biti niža od 55 °C da se iz morske vode ne bi izlučivao kamenac. Hlađenje cilindara motora morskom vodom naziva se



Sl. 21. Nesamosisna centrifugalna rashladna pumpa s vertikalnom osovinom pokretanom elektromotorom za rashlađivanje kondenzatora; dobava do 5000 m³/h na 20 m H₂O



Sl. 22. Samosisna centrifugalna pumpa s vertikalnom osovinom pokretanom motorom za rashlađivanje dizel-motora, balast, kaljužu i opću službu; dobava do 800 m³/h na visinu do 100 m H₂O

izravnim hlađenjem za razliku od hlađenja slatkim vodom, koje se naziva *posrednim hlađenjem* (morskom vodom), jer se slatka voda koja se ugrije u plaštu oko košuljice cilindra rashlađuje morskom vodom u rashladniku slatke vode. Pri tom su potrebne dvije pumpe: jedna za slatku a druga za morsku vodu. Količina je vode za rashlađivanje motora 30...60 l/kWh, a visina tiskanja iznosi do 30 m, ovisno o visini stroja i otporu u cijevnom vodu. Za rashlađivanje većih motora, koji zahtijevaju velike količine rashladne vode, upotrebljavaju se centrifugalne pumpe. Za manje motore upotrebljavaju se stapne ili klipne pumpe, koje su obično privještene ali mogu biti i samostalne. Jedna rezervna pumpa služi i za slatku i za morsku vodu.

Za podmazivanje kliznih ploha brodskih strojeva (parnih turbina i dizel-motora) potrebne su *pumpe za podmazivanje* pod pritiskom. Ulje za podmazivanje dobavlja se pomoću zupčanih ili vijčanih pumpi, a rjeđe pomoću stapnih pumpi. Kapacitet tih pumpi ovisi o veličini stroja: za 1 kWh treba 20...60 litara ulja pod pritiskom 5...6 kp/cm². Na starim stapnim parnim strojevima to se podmazivanje obavljalo ručno.

Za crpenje vode iz najnižih dijelova broda, iz tzv. kaljuže, gdje se skuplja sva voda koja je procurila zbog propustljivosti cijevnih vodova, palube i, eventualno, oplate, služi *drenažna pumpa* (sl. 22, tabl. 5). Kad se na brodu požar gasi vodom, sva se voda također slijeva u kaljužu, te drenažna pumpa mora imati kapacitet da

Tablica 5

CENTRIFUGALNE PUMPE ZA BALAST I DRENAŽU, SA VAKUUM-PUMPOM, SA VERTIKALNOM OSI, S ELEKTROMOTORNIM POGONOM

Proizvod »Jugoturbine«, Karlovac

Kapacitet	Visina dobave	Broj okretaja	Visina	Širina	Dužina	Težina
m ³ /h	m	min ⁻¹	mm	mm	mm	kp
12...32	34...15	1450	1122	925	1030	358
15...55	49...28	1450	1221	600	600	380
40...110	50...27	1450	1300	710	1010	390
70...250	72...30	1450	1331	710	1030	406

iscrpe i tu vodu. Za uravnoteženje broda pomoću balastne vode služi *balastna pumpa*. Drenažne i balastne pumpe nužno se nalaze iznad površine vode koju crpu, stoga moraju imati sposobnost sisanja, tj. stvaranja vakuuma u usisu. Za to su podesne stapne i klipne pumpe, a ako se upotrijebe centrifugalne pumpe, mora se za stvaranje vakuuma ugraditi posebna vakuum-pumpa.

Pumpe za gašenje požara (vatrogasne pumpe) postavljaju se ispod vodne linije, da bi u svakom slučaju sigurno dobavljale vodu. To su redovno centrifugalne ili stapne pumpe.

Broj pumpi za drenažu i za gašenje požara određuje se prema Međunarodnoj konvenciji o zaštiti ljudskih života na moru. Kapacitet tih pumpi i balastne pumpe ovisi o veličini broda. Visina tiskanja drenažne i balastne pumpe je 10...30 m; visina tiskanja pumpe za gašenje požara ovisi o visini najviše palube broda.

Kao rezerva ovih pumpi služi *pumpa opće službe*. Pumpe kaljuže i balasta mogu biti i jedna drugoj rezervne ako imaju odgovarajuće međuspojeve. Pumpi za gašenje požara može biti rezervna samo pumpa koja daje odgovarajuću visinu dizanja i u čijoj vodi sigurno nema ulja. Budući da za vrijeme gašenja požara drenažna pumpa mora isisavati vodu iz kaljuže broda, ona ne može biti rezervna vatrogasnoj.

Za potrebe brodskih vodovoda postavljaju se pumpe za crpenje vode iz mora ili iz tankova u dvodnu broda. Te pumpe pune vodom gravitacijske tankove i hidrofore, iz kojih se morska ili slatka, hladna ili topla voda razvodi u brodske vodovode. *Brodske vodovodne pumpe* su obično centrifugalne, a njihova veličina i njihov broj ovisi o namjeni i veličini broda.

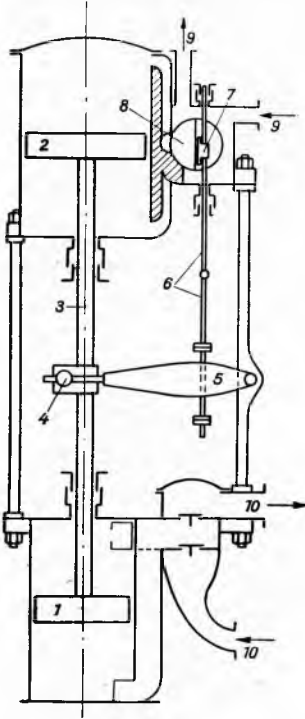
Kao *pumpe za pranje tankova* morskom vodom na tankerima služe tzv. Butterworth-pumpe. To su centrifugalne pumpe koje sišu morsku vodu i tiskaju je kroz zagrijače, da bi se ugrijala na ~70 °C. Kapacitet pumpi ovisi o veličini tankova, a iznosi 50...200 m³/h; visina dizanja im je 50...150 m.

Sve brodske pumpe koje dolaze u dodir s morskom vodom izrađuju se od materijala otpornih prema koroziji, najčešće od bronce.

Regulacija brodskih pumpi. Opterećenje brodskih pumpi, kako onih potrebnih za rad glavnog stroja tako i onih za razne brodske službe, vrlo je promjenljivo. Pumpe potrebne za rad toplinskih strojeva uvijek su u pogonu kad je u pogonu i stroj, a moraju se prilagoditi radu tog stroja. Ostale pumpe rade povremeno, prema potrebama sistema u koji su ugrađene. Ako je pumpa privješena, tj. pokretana izravno od pogonskog stroja, njen rad u svakom momentu odgovara potrebi stroja, a ako pumpa ima samostalan, od drugih strojeva neovisan pogon, može se njenim radom upravljati po volji.

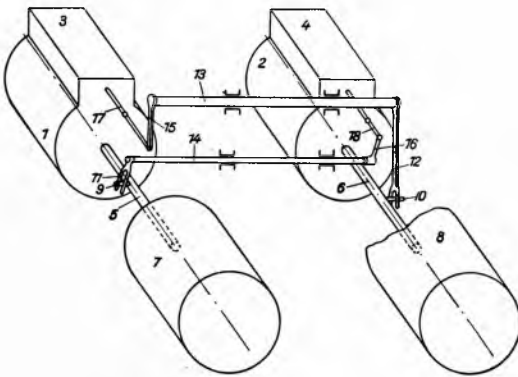
Centrifugalne pumpe rade s velikim brojem okretaja, a pokreću se parnim turbinama ili elektromotorima. Parom pokretane centrifugalne pumpe reguliraju se mijenjanjem pritiska i količine dovedene pare, čime se mijenja broj okretaja, a stoga i količina i visina dobave pumpe. Dobava pumpi pokretanih elektromotorima regulira se prigušivanjem protoka u pritisnom vodu pumpe, jer je reguliranje broja okretaja elektromotora, naročito ako je izmjenične struje, teško provedivo. U usporedbi s regulacijom broja okretaja, regulacija prigušivanjem protoka je manje ekonomična.

Samostalni pogon stapnih i klipnih pumpi obavlja se pomoću izravno spojenih stapnih parnih strojeva bez primjene koljenaste osovine, ili pomoću elektromotora. Pri pogonu stapnim parnim strojem bez koljenaste osovine ne može se para razvoditi na klasičan način pomoću ekscentra, nego postoji poseban uređaj za razvod pare. Pri tom se razlikuju jednocilindarske ili



Sl. 23. Simplex-pumpa. 1 stap cilindra pumpe, 2 stap cilindra parnog stroja, 3 stapajica, 4 priključak poluge 5, 5 jednokraka poluga, 6 motke, 7 pomoćni razvodnik, 8 glavni razvodnik, 9 ulaz i izlaz pare, 10 ulaz i izlaz tekućine

Simplex-pumpe od dvocilindarskih ili Duplex-pumpi. Na Simplex-pumpama (sl. 23) gibanje se stapova prenosi posebnom polugom na



Sl. 24. Duplex-pumpa. 1 i 2 parni cilindar, 3 i 4 razvodnik pare, 5 i 6 stapajica, 7 i 8 cilindar pumpe, 9 prst na lijevoj stapajici, 10 prst na desnoj stapajici, 11 i 16 poluge za pokretanje 18, 14 osovinu za pokretanje 18, 12 i 15 poluge za pokretanje 17, 13 osovinu za pokretanje 17, 17 razvodna motka lijevog razvodnika, 18 razvodna motka desnog razvodnika

pomoćni razvodnik, koji razvodi malu količinu pare za pokretanje glavnog razvodnika. Na Duplex-pumpama (sl. 24), koje imaju dva

paralelna cilindra, stapovi obaju parnih strojeva razmaknuti su jedan od drugog za pola stapaja, pa se sistemom poluga gibanje stapa u jednom cilindru prenosi na razvodnik drugog cilindra, i tako razvodi para.

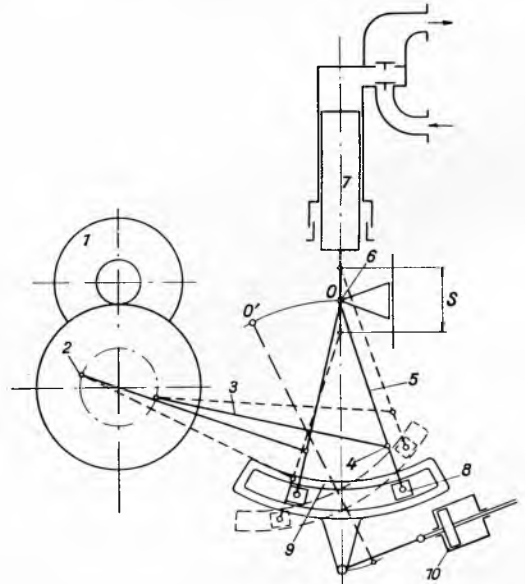
Broj dvostrukih stapaja ovakvih pumpi, koji odgovara jednom okretaju pumpe s koljenastom osovinom, kreće se od 20 do 100 min^{-1} ; veći je broj za manje pumpe.

Dobava Simplex i Duplex-pumpe regulira se mijenjanjem pritiska i količine pare što ulazi u cilindar parnog stroja.

Pri pogonu elektromotorima, koji imaju broj okretaja prevelik za stapne pumpe s ventilima, ugrađuje se zupčani reduktor kojim se broj okretaja snižuje na 60–100 min^{-1} (sl. 25). Takve se pumpe upotrebljavaju za službe gdje se dobava može regulirati ukopčavanjem i iskopčavanjem pumpe. Ako dobavu treba mijenjati kontinuirano, mora konstruktivna izvedba klipne pumpe omogućiti takvu regulaciju promjenom veličine stapaja. Da bi dobava tako građenih jednorodnih pumpi bila što jednoličnija, uzmu se tri paralelno spojene pumpe, kojima su osna koljena razmaknuta za 120°. To su tzv. Triplex-pumpe. Mehanizam za pokretanje jedne od te tri pumpe prikazan je na sl. 26. Bočna ojnica pomiče glavnu ojnica uzduž kulise koja je segment kruga. Postavi li se pomoću servomotora (kojim se upravlja na osnovu mjerenja vodostaja u kotlu) središte segmenta kruga u križnu glavu (tačka O), križna



Sl. 25. Dvocilindrična stapna pumpa pokretana elektromotorom preko pužnog prijenosa i koljenaste osovine

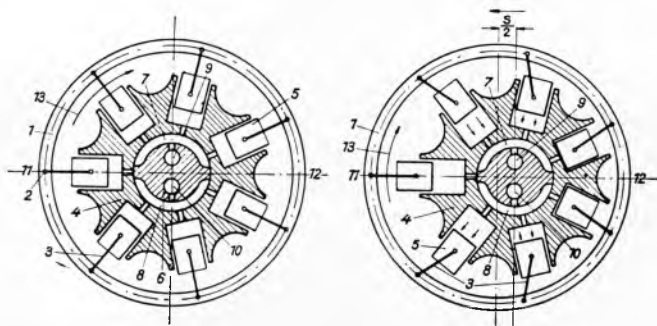


Sl. 26. Triplex-pumpa. 1 elektromotor, 2 osno koljeno, 3 bočna ojnica, 4 spoj bočne i glavne ojnice, 5 glavna ojnica, 6 križna glava, 7 klip, 8 kamen, 9 kulisa, 10 servomotor

glava neće se gibati u okomitom smislu, te će i klip pumpe mirovati, tj. dobava pumpe jednaka je nuli. Pomakne li se središte segmenta u tačku O', pomiče se kamen u kulisi ne samo uzduž njenog segmenta već se giba i gore-dolje na putu S, a to se gibanje prenosi i

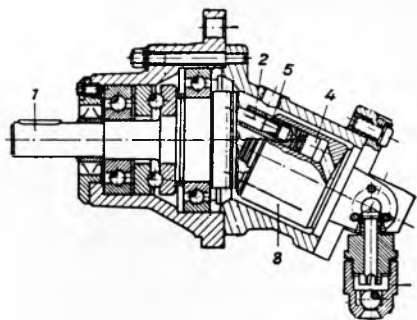
na klip pumpe. Zakretanjem kulise može se pri konstantnom broju okretaja stapaj pumpe regulirati od 0 do najvećeg.

Na istom principu promjenljivog stapaja građene su i pumpe hidrauličkog motora. Takve se pumpe na brodovima upotrebljavaju za pogon hidrauličkih kormilarskih strojeva, a u najnovije vrijeme i za pogon vitala. One imaju 5...9 cilindara, a kako nemaju ventila, mogu raditi s većim brojevima okretaja ($500 \dots 1000 \text{ min}^{-1}$). Sisana i tiskana tekućina razvodi se rotacijom cilindara ispred odgovarajućih kanala. Takve pumpe izvode se kao radijalne i aksijalne. Sl. 27 pokazuje radijalnu izvedbu. Prsten o koji su zglobo obješene ojnice klipova rotira zajedno sa zvjezdastim kućištem cilindara oko nepokretne osovine u kojoj su kanali za dovod i odvod tekućine. Kad je prsten u srednjem položaju (lijevi dio sl. 27),



Sl. 27. Radijalna pumpa s promjenljivim stapajem. 1 prsten pomičan u vodoravnom smjeru, 2 obješite ojnice 3 na prsten 1, 3 ojnice, 4 kućište cilindara, 5 klipovi, 6 nepokretna osovina, 7 i 8 izrez u osovine, 9 kanal spojen s jednim cilindrom kormilarskog stroja, 10 kanal spojen s drugim cilindrom kormilarskog stroja, 11 lijeva strana pumpe, 12 desna strana pumpe, 13 smjer vrtnje

klipovi se ne gibaju uzduž cilindara te je dobava jednaka nuli. Pomakne li se prsten ulijevo, ući će klipovi s desne strane dublje u cilindre a oni s lijeve strane će se izvući iz cilindara (desni dio sl. 27). Pri istom smjeru rotacije povećava se volumen između klipova i dna cilindara na donjoj polovini slike te ti cilindri sišu, a istovremeno se odgovarajući volumeni na gornjoj polovini slike smanjuju, to jest iz tih se cilindara tekućina tiska. Pomiče li se prsten u protivnom smislu, nadesno, smanjivat će se usisana, odnosno tiskana količina tekućine i postat će jednaka nuli kad prsten dođe u položaj koncentričan s kućištem cilindara. Pomakne li se prsten još dalje udesno, počat će klipovi na gornjoj polovini slike sisati, a klipovi na donjoj polovini tiskati tekućinu. Tako se može dobava kontinuirano mijenjati ne samo po količini nego i po smjeru, tj. pumpa može u vod tiskati ili iz istog voda sisati tekućinu. Na sl. 28 pri-



Sl. 28. Aksijalna pumpa s promjenljivim stapajem. 1 pogonska osovina, 2 ojnica, 3 rotirajući bubanj s cilindrima, 4 cilindar, 5 klip

kazana je takva pumpa s aksijalno položenim cilindrima, koja služi za kormilarenje. Količina tekućine dobavljena tom pumpom mijenja se sa brojem okretaja, a smjer dobave sa smislom rotacije kormilarskog kola. Takve pumpe služe i kao hidromotori za pokretanje vitla za teret. Količina i smjer toka tekućine mijenja se prekretnim razvodnikom poput onoga za stapne parne strojeve ili kormilarske strojeve.

Ventilatori služe za prozračivanje brodskih prostorija i dobavu zraka brodskim strojevima. Na brodovima su najviši pritisci

(do 200 mm stupca vode) potrebni za dovod zraka ložištima kotlova. Manji pritisci služe za promjenu zraka u stambenim prostorijama i skladištima. Veličina pritiska ovisi o pritisku u prostoru, o otporima u ventilacijskim vodovima i o broju izmjena zraka, tj. o potrebnjoj količini zraka.

Visokopritinski ventilatori s manjim brojem okretaja grade se s dugačkim lopaticama kojima su izlazni krajevi zakrenuti prema natrag. Za dobavu velikih količina zraka upotrebljavaju se ventilatori s velikim brojem okretaja; oni imaju velik broj kratkih lopatica kojima su izlazi zakrenuti prema naprijed (Sirocco-ventilatori). Takvi se ventilatori najviše upotrebljavaju zbog toga što se mogu priključiti izravno na pogon elektromotorom ili parnom turbinom. Za niske pritiske (do 30 mm H₂O) upotrebljavaju se aksijalni ventilatori pokretani elektromotorima. Pritisak i dobava zraka reguliraju se promjenom broja okretaja. To je za elektromotorni pogon teško provedivo, ali na elektromotorima ventilatorâ hlađenih skladišta u kojima se naizmjenice prevozi meso i voće mogu se promjenom broja polova postići dva različita broja okretaja (950 min^{-1} za meso i 1450 za voće). Na parobrodovima pogone se ventilatori obično parnom turbinom, pa se broj okretaja regulira vrlo jednostavno promjenom pritiska ili količine pare.

Kompresori služe za dobivanje plinova pod visokim pritiskom. *Kompresori za upućivanje propulzijskog dizel-motora* su dvo-stepeni, a komprimiraju zrak na $25 \dots 30 \text{ kp/cm}^2$ u posebne boce za zrak. Radi sigurnosti pogona ugrađuju se po dva kompresora od kojih svaki mora imati tolik kapacitet da može u roku od jednog sata napuniti boce za zrak na najviši pritisak. Elektromotori tih kompresora dobivaju struju od generatora pokretanih pomoćnim dizel-motorima. Pri stavljanju u pogon glavnih kompresora zraka za upućivanje propulzijskih dizel-motora najprije se uputi jedan od pomoćnih dizel-motora pomoću zraka dobavljenog malim kompresorom pokretanim ručno ili pomoću Otto-motora.

Za *rashladne uređaje* na brodovima-hladnjačama, kao i za rashlađivanje smočnica, služe stapni kompresori za to podesnih plinova, kao što su ugljični dioksid, amonijak i fluorirani i klorirani ugljikovodici, tzv. freoni. Za velike uređaje upotrebljava se amonijak, a u novije ga vrijeme počinje zamjenjivati Freon 12. Za postizanje temperatura unutar granica -20 i $+15$ °C, što je potrebno na brodovima za prijevoz ribe i mesa, ili za prijevoz voća, ti plinovi se komprimiraju na razmjerno niske pritiske, čemu služe jedno- i dvo-stepeni kompresori. Kompresorski uređaji brodova-hladnjača rade neprekidno, 24 sata na dan. Stoga se ugrađuju po tri kompresora od kojih svaki ima 50% potrebnog rashladnog kapaciteta; normalno rade dva kompresora, a kad se teret ukrcao te ga treba rashladiti do temperature na kojoj se prevozi, rade sva tri kompresora. Kompresori koji služe samo za rashlađivanje smočnica brodova rade 12...18 sati dnevno.

Skladišta i smočnice mogu se hladiti ili tako da rasolina ohlađena u rashladnom stroju cirkulira kroz cijevi smještene u tim prostorijama i tamo hladi zrak koji u njima miruje, ili (danas sve više) tako da kroz prostorije cirkulira zrak ohlađen izvan njih, — bilo izravno u isparivaču rashladnog stroja bilo neizravno u rashladnicima pomoću rasoline ohlađene u rashladnom stroju. Pri hlađenju cirkuliranjem zraka ventilatori šalju u jednom satu kroz rashladnik ili rashladni stroj sav zrak skladišta 60...80 puta.

Svi kompresori na brodovima pokreću se elektromotorima s brojevima okretaja od 300 do 1000 min^{-1} .

Zbog obimnosti kompresorskih postrojenja, koja u pogonu trebaju stalan nadzor, postavljaju se kompresorske stanice u strojarnicu ili u njenu blizinu, da bi bile uvijek lako pristupačne strojarskom osoblju.

Destilatori su brodski pomoćni strojevi koji isparivanjem morske vode proizvode slatku vodu. Na parobrodovima se time znatno smanjuje količina slatke vode što je brod mora nositi u tankovima za potrebe parnih kotlova, a to povećava nosivost broda. Destilacijski uređaj nadoknađuje i gubitke napojne vode, koji iznose 2...4% slatke vode u parnom postrojenju, odnosno potrošenu slatku vodu ($40 \dots 200$ litara vode po osobi).

Destilator ili isparivač sastoji se od posude u čiji donji dio posebna pumpa uvodi ugrijanu morsku vodu. U vodu su uronjene spiralne cijevi od bakra kroz koje prolazi svježa para. Para predaje toplinu morskoj vodi, ugrijava je, i morska voda počinje se ispa-

ravati. Para se vodi kroz kondenzator gdje se kondenzira; odande se odvodi u tank slatke vode. Toplina kondenzacije predaje se morskoj vodi, te ona ugrijava ulazi u posudu destilatora. Na dnu posude skuplja se zgusnuta otopina soli, koju posebna pumpa istiskuje van broda.

Posuda destilatora može raditi pod natpritiskom ili pod vakuumom. U ovom drugom slučaju treba priključiti ejektor koji stvara vakuum. Želi li se bolji kvalitet destilata, kakav je potreban za visokopritisne kotlove, postave se u seriju dva do tri destilatora, od kojih prvi iz serije radi sa svježom parom a ostali se koriste parom nastalom u prethodnom isparivaču.

Destilator na brodu proizvodi 6...30 tona slatke vode na dan. Kad su potrebne veće količine, postavi se više destilatora.

Destilirana morska voda može se upotrebljavati i za piće ako se prethodno vodi kroz posebne filtre i ako joj se doda nešto ugljičnog dioksida.

Centrifuge na brodovima služe za pročišćavanje tekućeg goriva i maziva. Savremena tekuća goriva za dizel-motore imaju u sebi čvrstih čestica i vode, što oboje smeta njihovoj upotrebi. Ulje za podmazivanje onečišćuje se u pogonu, a djelomično se i oksidira, što mu smanjuje sposobnost podmazivanja. Zbog toga treba obje tekućine čistiti. Za to se osim običnih protočnih filtera upotrebljavaju na većim brodovima i centrifuge građene slično separatorima kakvi se upotrebljavaju u mljekarstvu za izlučivanje vrhnja (v. *Centrifugiranje*). U njima se onečišćena tekućina podvrgava ubrzanju centrifugalne sile više tisuća puta većem nego što je ubrzanje sile teže, uslijed čega se veći dio težih čestica — čvrste čestice i voda — talože na zid posude. Čvrste čestice se tamo zadrže i povremeno se uklanjaju, voda se s periferije posude kroz posebni otvor izbacuje, a očišćena tekućina izlazi kroz otvor bliže sredini. Takva centrifuga naziva se *purifikator*. Za odstranjivanje još zaostalih čvrstih čestica tekućina se ponovo centrifugira u drugoj centrifugi nazvanoj *klarifikator*. On nema otvora za odvod vode, jer je ova sva već uklonjena u purifikatoru.

Da bi centrifugiranje bilo uspješnije, ulje se prethodno grije. Da bi se iz ulja za podmazivanje isprale oksidacijom nastale masne kiseline, dodaje se oko 1% tople vode.

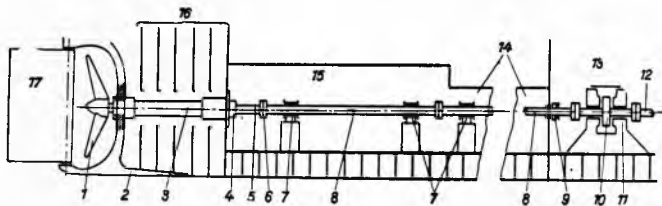
Centrifuge se pokreću elektromotorima, a za dovod i odvod ulja služe posebne privištene pumpe.

Čišćenje taloga iz centrifuga vrlo je prljav posao, pa ga brodska posada nerado obavlja. Stoga se grade i centrifuge koje se tokom pogona automatski ispiru toplom vodom, a isprani talog se odvodi u posebne tankove.

OSOVINSKI VOD

Osovinski vod je uređaj kojim se snaga propulzijskog stroja ugrađenog u brod prenosi na sam uređaj za propulziju: vijčani propeler ili lopatično kolo. Propeler se uvijek okreće oko uzdužne horizontalne osi broda, lopatično kolo se okreće bilo oko horizontalne poprečne osi broda (brod s kotačima) ili oko vertikalne osi (Voith-Schneiderov propeler). Budući da je takav uređaj uronjen u more, osovinski vod mora prolaziti na jednom mjestu kroz brodsku oplatu. Taj prolaz mora biti izveden tako da voda ne može prodirati u brod.

Radom vijčanog propelera stvara se porivna sila okomita na plohu u kojoj rotiraju krila propelera. Ta se sila prenosi na osovinski vod, pa stoga u osovinskom vodu mora biti ugrađen aksijalni ležaj koji preuzima na sebe tu silu; taj ležaj se naziva *odrivni ležaj* i predstavlja hvatište porivne sile. Na brodovima s lopatičnim kolima odrivni je ležaj radijalni ležaj koji nosi osovinu: vodoravnu osovinu lopatičnih kola, a vertikalnu Voith-Schneiderova propelera.



Sl. 1. Osovinski vod. 1 vijak, 2 krmena statva, 3 statvena cijev, 4 brtvenica statvene cijevi, 5 vijčana osovina, 6 spojne pribornice, 7 noseći ležaji, 8 međuosovina, 9 brtvenica na krmenoj nepropusnoj pregradi strojnice, 10 odrivna osovina, 11 odrivni ležaj, 12 osovinu porivnog stroja, 13 strojnica, 14 tunel, 15 reces, 16 krmeni pik, 17 kormilo

Dužina propelerskog osovinskog voda ovisi o smještaju propulzijskog stroja: ona je najveća kad je stroj u sredini, a manja kad je stroj na krmi broda. Dužina osovinskog voda broda s kotačima seže od jednog do drugog boka broda. Duži propelerski osovinski vodovi imaju između odzivnog ležaja i *propelerske osovine*, koja nosi propeler, više *međuosovina* (sl. 1). Osovine se među sobom spajaju *spojkama* a položene su u noseće ležaje. Upotrijebi li se električni prijenos energije, može se dužina osovinskog voda znatno smanjiti.

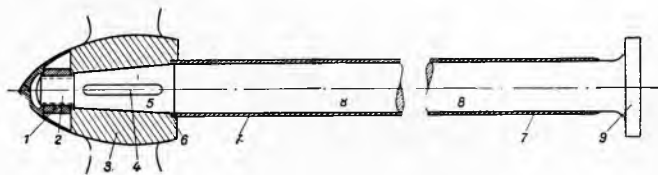
Propelerski osovinski vod nalazi se dijelom u strojnici, a najvećim dijelom u *osovinskom tunelu*. U tim prostorima vlada određena temperatura, koju poprima i cijeli osovinski vod. Plovi li brod u hladnijoj vodi, poprimit će trup temperaturu koja je niža od temperature osovinskog voda. Uslijed te razlike temperatura mijenja se odnos dužina osovinskog voda i brodske trupa. Da to ne bi imalo štetnih posljedica, treba osovinski vod izvesti tako da se bez smetnji može rastezati i stezati. Kao fiksna tačka kojoj se položaj ne smije mijenjati ostaje samo odrivni ležaj.

Promjer osovinskog voda određuje se prema formuli

$$d = K \sqrt[3]{\frac{P_e}{n}}$$

gdje je K konstanta koja ovisi o vrsti stroja: za parne turbine i elektromotorni pogon iznosi 89, za dizel-motore iznosi 114...90 ovisno o broju cilindara, taktnosti i radnosti motora (za manji broj cilindara K je veći), P_e efektivna snaga, n broj okretaja osovinskog voda. Ta formula vrijedi za čelik čvrstoće 44...52 kp/mm². Promjeri pojedinih dijelova osovinskog voda (odrivne osovine, propelerske osovine) moraju se još povećati u skladu sa propisima klasifikacionih društava.

Propelerska osovina prolazi iz unutrašnjosti broda kroz brodski trup. Na svom stražnjem kraju (sl. 2) ima konični završetak



Sl. 2. Vijčana osovina s brončanom košuljicom. 1 matica vijka, 2 kraj s narezom za 1, 3 glavina vijka, 4 klin za spoj s 3, 5 konus vijčane osovine, 6 brtva od gume između košuljice i glavine, 7 košuljica od bronce, 8 vijčana osovina, 9 spojna prirubnica

na koji se navuče glavina propelera. Iza konusa nalazi se na propelerskoj osovini narez za maticu kojom se konus glavine propelera pritegne o konus na propelerskoj osovini. Radi prijenosa okretnog momenta uloženi su u utor na konusu propelerske osovine klin koji svojom vanjskom polovinom ulazi u odgovarajući utor glavine propelera. Tačno prijanjanje konusa i klina na oba dijela od velike je važnosti za sigurnost pogona; labavi klin i loše dosjedanje mogu imati za posljedicu ispadanje i gubitak propelera.

Na svom srednjem dijelu (sl. 3) propelerska osovina leži u dva ležaja, pramčanom i krmenom. Ti su ležaji najčešće od letava drva rakovine (*Guaiacum sanctum*), a rjeđe od bijelog metala ili valjkasti. U posljednje se vrijeme kao materijal ležaja upotrebljavaju guma i tvrde smole. O vrsti ležaja ovisi sredstvo i način podmazivanja: ležaji s letvama od rakovine, tvrdih smola ili gume podmazuju se vodom, ležaji od bijelog metala uljem, a valjkasti ležaji se podmazuju konzistentnim mastima. Budući da voda, naročito morska voda, korodira čelik propelerske osovine, treba, kad se ležaj podmazuje morskom vodom, na čeličnu osovinu navući košuljicu od bronce. Brončana košuljica mora biti kontinuirana, homogena, bez mikropora kroz koje bi morska voda mogla prodrijeti do čelika osovine. Na stražnjem dijelu košuljica seže sve do glavine propelera, gdje se postavi brtva koja sprečava morsku vodu da prođe u taj međuprostor. Kad bi voda prodrla, nastale bi galvanске struje koje troše čelik propelerske osovine u tolikoj mjeri da se osovina može prelomiti, pa otpadne konus propelerske osovine zajedno s propelerom. Propelerske osovine kojima se ležaji podmazuju uljem pod pritiskom ne dolaze u dodir s morskom vodom pa ne treba da imaju košuljicu od bronce. Propelerske