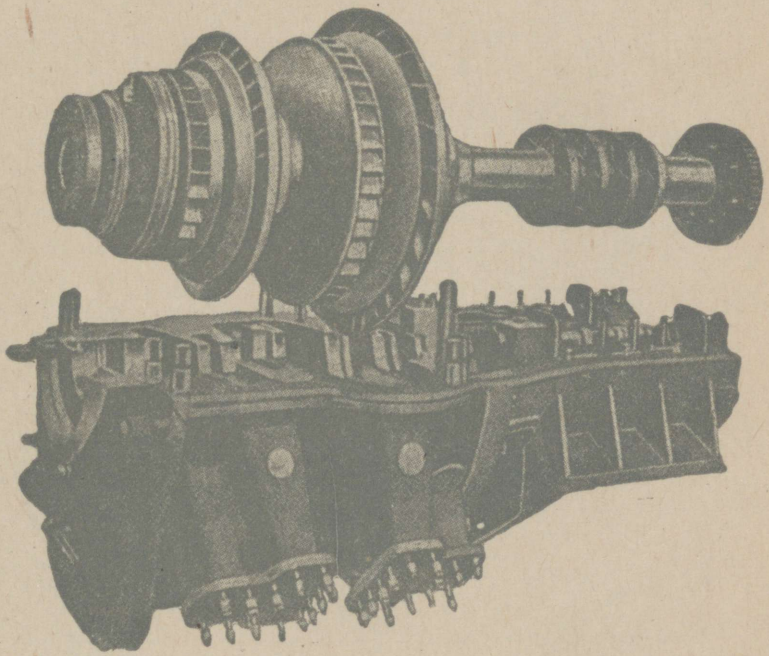
AURUMASINAD, AURUTURBIINID JA NENDE ABIMEHHANISMID



Sundeksemplar

K. ANDESSAAR

AURUMASINAD, AURUTURBIINID JA NENDE ABIMEHHANISMID

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1948

Bibliotheca
Universitatis
Tartuensis
1944: 0771

13994
A-17220

Eessõna

Käesolev töö tahab täita lünka eestikeelses tehnilises kirjanduses aurumasinate, -turbiinide ja nende abimehhanismide alal ning on koostatud kasutamiseks merekoolide ja muude tehniliste koolide õpilastele, laevamehaanikutele ja teistele, aurumasinaid ning -turbiine käsitlevale personalile.

Käesolev raamat võimaldab üksikasjalist tehnilist tutvunemist aurumasinate konstruktsiooniga, nende tööga, töö järelevalvega ja abiseadmetega, mis on vajalikud masinate tööks. Aurukolbmasinate ja -turbiinide ning nende abiseadmete kõrval on käsitletud veel laeva liigutusmehhanisme, külmutus-, tõste- ning roolimasinaid ja teisi laeva abimehhanisme.

Peale vanemate masinatüüpide kirjelduste, mida autor pidas vajalikuks säilitada neil kaalutlustel, et käesoleval ajal leidub neid töös veel arvukalt, on toodud kirjeldusi ja andmeid uute ning uusimate masinatüüpide kohta. Ventiilmasinate kõrval on käsitletud ka otsevoolumasinaid, heitauruturbiine ja turboelektrilist ülekannet. Auruturbiinide alal on leidnud käsitlemist kõik peamised laevadel kasutatavad turbiinide tüübid. Autor on pidanud vajalikuks tutvustada lugejat ka ülekuumendatud ja kõrgrõhuauru uusimate seadmetega.

Kuna raamat on määratud laiale ja mitmekesisele kasutajaskonnale ja peamine rõhk raamatus on pandud seadmete konstruktsiooni ja töötamise kirjeldusele ning töö järelevalvele, siis on loobutud teoreetilistest arutlustest. Samal otstarbel on autori tähelepanu pööratud ka asjaolule, et iga kirjeldus oleks illustreeritud võimalikult täielikult jooniste ja skeemidega.

Arvesse võttes meie kodumaa laevaehituse kasvu, kus laevatehastest igal kuul väljuvad uued, tehnika viimaste saavutuste kohaselt ehitatud laevad, on suur vajadus tehniliselt kõrgesti kvalifitseeritud kaadrite jä-

rele. Veetranspordi veoplaani täitmine ja selle ületamine, veetranspordi alal töötajate stahhaanovliku liikumise süvenemine ja laienemine ning moodsate, tehniliselt täiuslikumate seadmete käsitamine esitavad laevamehhanisme teenindavale personalile kõrgendatud nõudeid. Need nõuded seisnevad selles, et ära kasutada mehhanismide täit võimsust, säilitades neid samal ajal täies korras. Peab meeles pidama seltsimees Stalini sõnu, et „stahhaanovlik liikumine, kui uute, kõrgemate tehniliste normide väljendus, kujutab endast toda kõrget tootmistöö eeskuju, millist võib anda ainult sotsialism."

Selliseid eeskujusid võib anda vaid omades täielikke teadmisi mehhanismide kohta, läbi viies õige tööjaotuse ja töökoha organiseerimise.

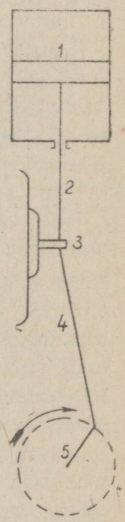
Autor loodab, et tema käesolev töö suudab selles tõhusalt kaasa aidata.

Autor

Algmõisteid

1. Aurumasina töötamise põhimõte. Värske- ja heitaur

Aurumasinaks nimetatakse soojusjõuseadist, mille abil soojusenergiat muudetakse mehaaniliseks tööks. Energia säärase ümberkujundamise vahendiks on peamiselt veeaur. Aurumasin koosneb silindrist, kuhu satub aur, võllist ja ülekandemehhanismist, mis kannab silindris tekkiva töö üle masina võllile. Ülekandemehhanism (joon. 1) koosneb kolvist (1), kolvivarrest (2), liuglejast (3), kepsust (4) ja vändast (5). Ülekandemehhanismi töö seisneb selles, et kolvi ja kolvivarre pidevat otsejoonelist edasi-tagasi-liikumist kujundada kepsu ja vända-mehhanismi abil väntvõlli püsivaks ringliikumiseks.



Joon. 1.

Aurumasina töö seisneb järgmises: silinder, milles võib vabalt liikuda lame silindrikujuline ketas ehk nn. kolb, ehitatakse selliselt, et kummastki otsast võib soovi järgi lasta auru sisse, mida nimetatakse värskeks ehk tööauruks, ja ka silindrist välja, ja sel juhul nimetatakse seda heit- ehk töötanud auruks.

Kui kolb asub näiteks silindri ülemise otsa juures ja selles seisangus lasta silindrisse katlast värsket auru, kolvi all olev ruum aga ühendada kas välisõhu (atmosfääri) või jahutiga, siis hakkab kolb värske auru surve mõjul liikuma allapoole, kuni silindri alumise põhjani. Kui nüüd katkestada värske auru sisselase ülalt ja lasta auru silindrisse altpoolt kolbi, silindriruum pealpool kolbi aga ühendada atmosfääri või jahutiga, siis kolb hakkab liikuma vastupidises suunas. Muutes kogu aja auru sisse- ja väljalaset kord ühest, kord teisest silindri otsast, tekib aurumasina pidev töö.

Auru vahelduv sisselase mõlemasse silindripoolesse ja väljalase nendest nõuab erilise — aurujaotusseadise ja aurujaotusmehhanismi olemasolu. Aurujaotusseadisteks on harilikult siibrid, aurujaotusmehhanismiks aga siibri ülekandeseadis.

Vända seisanguid, mis vastavad kolvi äärmistele seisanguile, nimetatakse surnud-punktideks. Vertikaalsel masinal on kaks surnud-punkti: ülemine ja alumine, horisontaalsel — parem- ja vasakpoolne.

Tegelikult toimub töö aurumasinas keerulisemalt: nii auru sisse- kui ka väljalase ei toimu kogu kolvikäigu ulatuses. Harilikult katkestub kolvikäigu teatavas ulatuses auru sisselase, kolvi pealpool säilinud aur aga paisub ja jätkab kolvi tõukamist juba oma paisumisjõuga, samuti katkestub auru väljalase kolvi alt enne selle tulekut alumisse surnud-punkti ja aur kolvi all surutakse kokku. Sel viisil tuleb aurusilindri töös eristada mitte ainult sisse- ja väljalaset, vaid terveli neli perioodi: sisselase, paisumine, väljalase ja kokkusurumine.

Värske auru sisselaske lõppu ja tema paisumise algust nimetatakse auru katkestamiseks. Auru katkestamist kasutatakse auru kulu vähendamiseks ja ka kütteaine säästmiseks.

2. Ühe- ja mitmesilindrised aurumasinad

Aurumasinas on kasulik, et auru surve oleks võimalikult kõrgem, sest mida suurem on auru surve, seda rohkem ta paisub ja seda enam ta suudab teha tööd silindri samade mõõdete puhul. Seesama hulk auru (kaalu järgi), mis 2/3-atmosfäärilisel survel paneb käima 100-hobujõulise masina, paneb $1^1/_2$-atmosfäärilisel survel liikuma juba 230-hj., 4-atmosfäärilisel survel — 730-hj. jne. Samal ajal aga on 2/3-atmosfäärilise auru tekitamiseks katlas nõutav peagu samasugune hulk soojust ja järelikult põletatavat kütust; sellest on näha, milline kasu on auru surve kõrgendamisest.

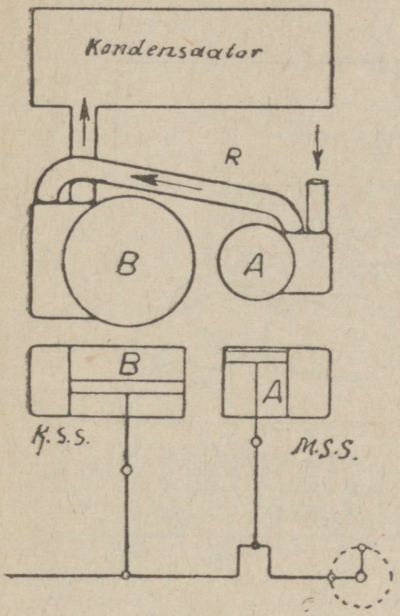
Kuid mida enam me auru paisutame, seda suurema mahu aur omandab. Sellepärast, kui mitmeatmosfäärilise survega auru paisutada ühes silindris, siis tuleks viimane teha suuremõõteline või katkestada selles auru sisselase liiga vara; selle tõttu tekiks suur soojusekadu, sest mida rohkem aur paisub, seda väiksem on tema surve ja temperatuur. Järelikult silindri seinad jahtuvad paisumise vältel, ja värske auru järgneval sisselaskmisel kondenseerivad silindri seinad osaliselt auru, mis sel juhul läheb tööks kaotsi.

Joonisel 2 näeme kahekordse paisumisega aurumasina skeemi. Aur tuleb esmalt esimesse silindrisse, mida nimetatakse kõrgsurvesilindriks ja tähistatakse KSS. Kolvikäigu teatavas osas katkestub auru sisselase silindrisse, sellesse järelejäänud aur aga paisub, tõugates kolvi oma käigu lõpuni. Heitaur KSS-st voolab üle teise,

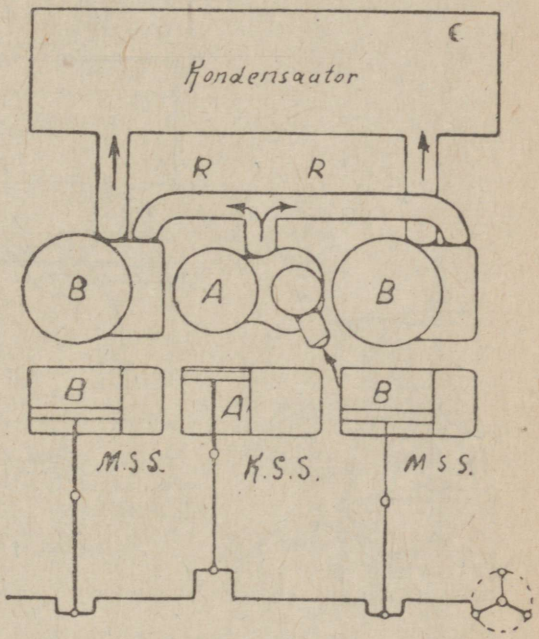
suurema läbimõõduga ja mahuga silindrisse, mida nimetatakse madalsurve-silindriks ja tähistatakse MSS.

Kui heitauru väljalase KSS-st MSS-sse lõpeb, siis algab MSS-sse järelejäänud auru paisumine uuesti ja rõhub kolvile ainult oma paisumise jõuga. Heitaur MSS-st väljub juba kondensaatorisse.

Kirjeldatud masinat nimetatakse kahekordse paisumisega ehk kompaundmasinaks.



Joon. 2.



Joon. 3.

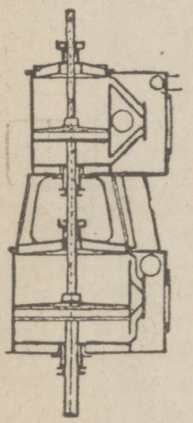
Kui masin on väga võimas, siis ehitatakse kompaundmasin kolme silindriga: üks kõrg- ja kaks madalsurve jaoks (joon. 3). Aur KSS-st läheb üle MSS-sse, nendest aga kondensaatorisse.

Kui üks silinder asub teise peal (vertikaalse masina juhul) ja mõlemad kolvid omavad ühist vart, siis nimetatakse niisugust masinat tandemmasinaks (joon. 4).

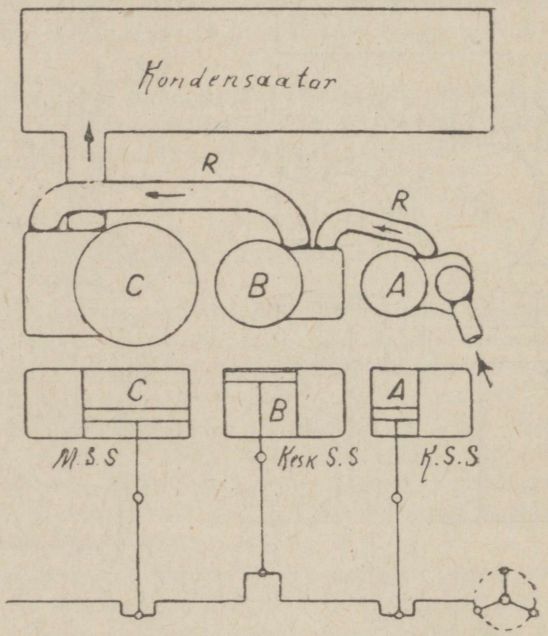
Kahekordse paisumisega masina arenemisel tuli tõsta auru survet alguses kuni 4 atm.; masinate ja katelde viimistluse ja kolme- ning neljakordse paisumisega masinate töölerakendamisega hakati auru töösurvet tõstma ikka kõrgemale ja kõrgemale — kuni 5, 8, 10, 15 atm.

Nüüdisajal leidub laevades masinaid aurusurvega kuni 45 atm. Esineb veelgi kõrgemaid surveid.

Kõrgsurveauru ja paljukordse paisumise kasutamise suured hüved tõestuvad asjaoluga, et (kivisöe) küttekulu ühe indikaatorhobujõu peale tunnis langes 2-st kg kuni 0,48 kg-ni. See kütteaine kulu vähenemine on seletatav muidugi ka suurte viimistlustega konstruktsioonis, kuid palju mõjus selles kaasa ka paljukordse paisutamisega auru kasutamine.

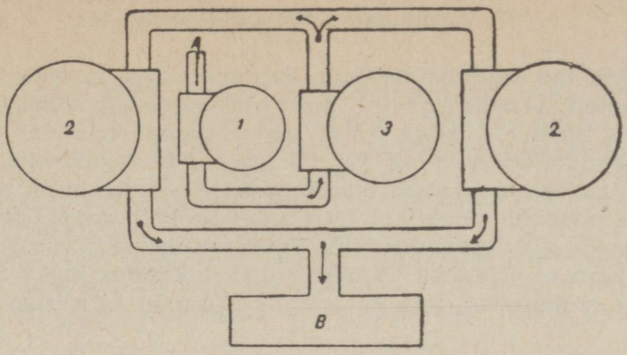


Joon. 4.

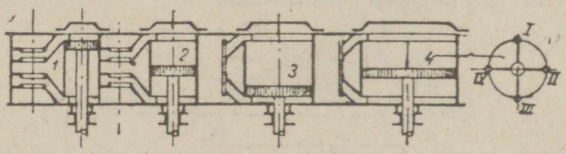


Joon. 5.

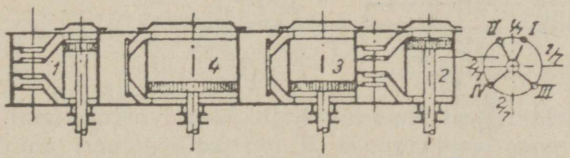
Aurusurve edasisel tõusmisel hakati auru paisutama kolm korda (joon. 5): aur tuleb katlast esimesse silindrisse, mida nimetatakse endiselt kõrgsurvesilindriks — KSS; töötanuna selles ja paisudes läheb aur teise, nn. kesk- ehk vahesurvesilindrisse — VSS; töötanud selles ja paisudes teistkordselt, läheb aur kolmandasse, mida nimetatakse nagu kompaundmasinateski, madalsurvesilindriks — MSS; töötanud siin ja paisunud viimast korda, läheb aur kondensaatorisse.



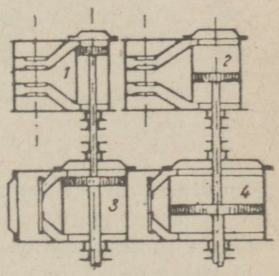
Joon. 6.



Joon. 7.



Joon. 8.



Joon. 9.

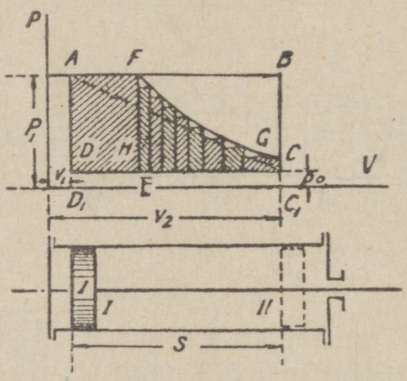
Väga suurtel kolmekordse paisumisega masinatel tehakse kaks madalsurvesilindrit (joon. 6). Siin tungib aur VSS-st korraga mõlemasse MSS-sse. Joon. 6 näidatud numbrid tähistavad: (1) — kõrgsurvesilinder, (3) — keskmisurvesilinder, (2) — madalsurvesilindrid ja (B) — kondensaator.

Tõstes aurusurvet veelgi, võrreldes kolmekordse paisumisega aurumasinate omaga, võib auru paisutada neljas üha suurenevate mõõdetega silindris. Sellist masinat nimetatakse neljakordse paisumisega aurumasinaks.

Neljakordse paisumisega masinate silindrite läbilõiked ja asetus on kujutatud joon. 7, 8 ja 9. Neid esineb laevades võrdlemisi harva. Nende töösurve tõuseb 14—16 atm.

3. Aurumasina töö diagramm

Aurumasina töö selgub täielikult, kui vaadelda nn. töö diagrammi. Oletame esmalt, et masin töötab auru paisumiseta, s. t. auru sisselase ja väljalase kestavad kogu kolvi tee ulatuses. Võtame kaks omavahel perpendikulaarset telge P ja V (joon. 10); esimesele neist märgime auru surved (p) atmosfäärides, teisele aga auru mahud (V) silindris, — vasakult poolt kolbi (silinder ja kolb on näidatud joonisel diagrammi all). Kui kolb asub äärmises, vasakpoolses seisangus I, siis ei puutu ta tihedasti silindri kaant, tekitades nn. kahjuliku ruumi, s. t. vaheruumi, mis on tarvilik kolvi ja silindrikaane vahel,



Joon. 10.

sest muidu võib kepsumehhanismi kuludes kolb lüüa vastu kaant. Jõudnud oma parempoolsesse seisangusse II, on kolb teinud oma täiskäigu ja moodustanud seega mahu V_2—V_1. Oletame, et kolb asub käigu algul ja silindrisse tuleb aur survega P_1; sisselaskejoon AB on siis paralleelne horisontaalteljele. Punktis (B) on lõppenud sisselase vasakpoolsesse aururuumi ja see ühineb väljalaskeruumiga. Seetõttu aurusurve langeb korraga surveni P_0 — kuni väljalaske vastusurveni (C). Kolvi kogu tagasikäigu vältel vasakule toimub vasakpoolses silindriruumis auru väljalase alalisel survel P_0, ja väljalaskejoon kujuneb horisontaalse joonena CD. Punktis (D) lastakse vasakpoolsesse silindriruumi uuesti auru survega P_1, protsess läbib uuesti punkti (A) jne.

Sel viisil kujutab ühesilindrise ilma auru paisumiseta aurumasina töö diagramm püstkülikut ABCD. Ühelt poolt on sellise masina töö (T) kolvi ühe käigu vältel:

$$T = (p_1 - p_0)\frac{\pi D^2}{4} S,$$

kus D — kolvi läbimõõt, s — kolvikäigu pikkus;
teiselt poolt aga:

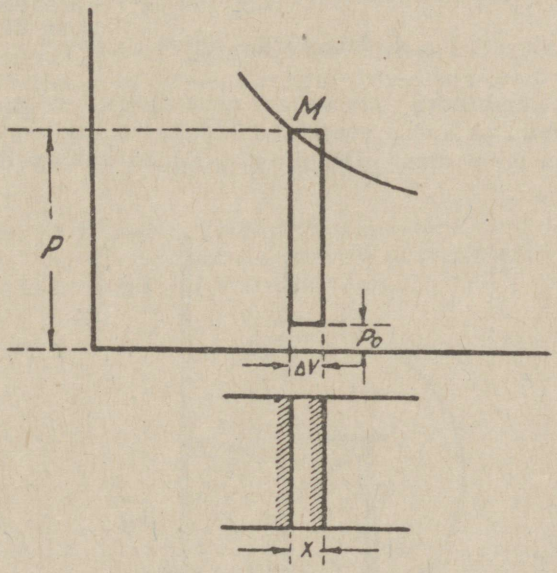
$$\text{püstkülik } ABCD = (P_1 - P_0)(V_2 - V_1) = (P_1 - P_0)\ \frac{\pi D^2}{4},$$

s. t.

$$T = \text{püstkülikuga } ABCD,$$

s. o. diagrammi pind võrdub (teatavas mõõdus) auru tööga silindris ühe kolvikäigu vältel.

Oletame nüüd, et auru sisselase katkestatakse kolvikäigu pikkusel punktis (F). Edaspidine auru surve langus — paisumine toimub nüüd mööda kõverat (FG). Diagrammi pind väljendab jällegi auru tööd silindris.



Joon. 11.

Võtame auru paisumise kõverjoonel (joon. 11) mõne punkti (M). Oletame, et kolb liikus punktis (M) väga väikese mõõtühiku võrra, ja et maht, mida kolb tekitas seejuures, omas väga väikest iivet ($\triangle V$). Küllaldase täpsusega võib oletada, et auru surve (p) selle aja vältel ei ole muutunud; siis püstküliku pind, mis kujutab diagrammi iivet, on $(p - p_0)\triangle V$. Mahu iivet võib vaadelda kui kolvi pinna korrutist kolvi tee pikkusega (x), mis vastab mahule ($\triangle V$. Siit on selge, et diagrammi pinna iive

$$\triangle V\,(p - p_0) = (p - p_0)\ \frac{\pi D^2 x}{4}$$

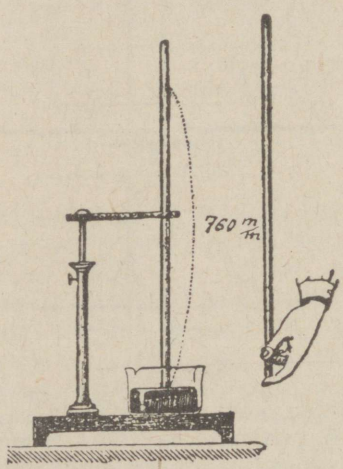
kujutab auru tööd silindris teepikkusel (x), kuna suurus $(p - p_0) \frac{\pi D^2}{4}$ väljendab kogu aurusurvet kolvipinnale sel momendil.

Vaadeldes diagrammi osa FGCE (joon. 10) kui selliste püstkülikute summat, tuletame järelduse, et see osa väljendab auru tööd paisumise vältel. Varemõeldust aga järeldub, et kuni paisumiseni väljendab auru tööd diagrammi püstkülikuline osa DAFE, siis järelikult: diagrammi kogu pind väljendab auru tööd kogu kolvikäigu pikkuse ulatuses.

Auru töö diagramm määratakse kindlaks erilise seadise — indikaatori abil ja nimetatakse i n d i k a a t o r-d i a g r a m m i k s. Indikaatorite ja indikaator-diagrammide kirjeldus on toodud allpool.

4. Atmosfääri surve

Õhku, mis ümbritseb maakera, nimetatakse a t m o s f ä ä r i k s. Õhk omab kaalu ja surub seepärast kõigile temas asuvatele esemetele, seejuures mitte ainult pealtpoolt, vaid ka külgedelt, alt ja üldse igalt poolt.



Joon. 12.

Atmosfääri surve suurust võib määrata järgmiselt: võtame pika (mitte alla 760 mm) klaastoru, täidame selle elavhõbedaga, suleme sõrmega, pöörame ümber ja pistame alumise otsa elavhõbeda kaussi (joon. 12). Seejuures voolab osa elavhõbedat torust välja, järelejäänud elavhõbe jääb aga püsima teataval kõrgusel. Seejuures osutub, et püsimajäänud elavhõbeda kõrgus ületab umbes 760 mm võrra tasa-

pinda kausis. Ruumi torus pealpool elavhõbedat nimetatakse Torričelli tühikuks.

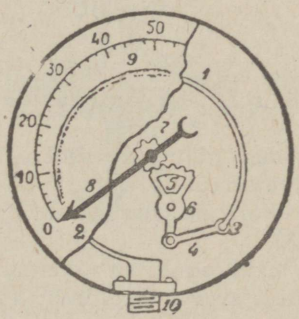
Kui toru põiklõike pind võrdub 1 cm^2, siis teades elavhõbeda erikaalu (ühe cm^3 kaalu) ja korrutades seda 76-ga, saame elavhõbedasamba kaalu, mis võrdubki atmosfääri rõhuga ühe cm^2 pinnale. Selle elavhõbedasamba kaal võrdub 1,033 kg. Rõhku, mis vastab 760 mm elavhõbedasamba kaalule, arvestades 1 cm^2 pinnale, nimetatakse atmosfääriliseks rõhuks (füüsikaliseks atmosfääriks).

Rõhu ühikuks gaaside ja aurude jaoks võetakse harilikult rõhk 1 kg/cm^2, mida nimetatakse tehniliseks atmosfääriks ehk lihtsalt atmosfääriks (at). Ta erineb vähe füüsikalisest atmosfäärist, ja nimelt : 1 tehniline atmosfäär = 0,968 at (760 mm elavhõbedasambast 0° C juures); 1 kg/cm^2 vastab elavhõbedasamba survele, mille kõrgus on 73,53 mm.

Auru survet, mis ületab atmosfäärilise surve, nimetatakse ülesurveks (atü), väiksemat atmosfäärilisest survest — hõrenduseks ehk alasurveks.

5. Manomeetrid

Manomeeter on tähtsaks kontrollriistaks, mille järgi peab alatiselt jälgima auru survet masinas. Laevades kasutatavad manomeetrid on kas spiraalse toruga või membraaniga.

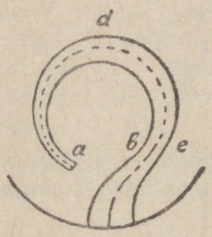


Joon. 13.

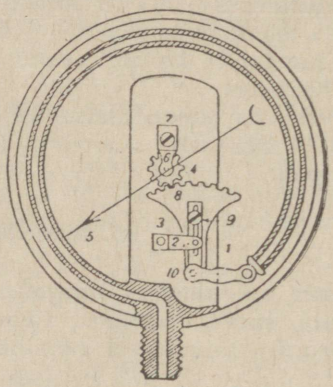
Joon. 13 on kujutatud manomeeter, mille tähtsamaks osaks on vasest kõverjooneliselt painutatud vetruv toru (1). See toru on asetatud klaaskaanega metallkarpi; toru ots (10) on ühenduses kraaniga, mille kaudu lastakse torusse auru; teine vaba toruots (2) on kinni joodetud ja ühendatud tõmmiku abil (4) sektorkangiga, mis omab pöörlemispunkti (6) ja mille sektor on varustatud hammastega (5). Viimane ühendub hammasrattaga (7), mille peale on asetatud osuti (8).

Nagu näha joon. 14, omab toru läbilõige kaht kõverjoont: sisemist (ab) ja välist (de). Kuna välise joone (de) pikkus on suurem seesmise joone ab omast, siis on ka tema järgi moodustatud toruseina pind suurem ja järelikult ka aururõhk seinale de on suurem kui seinale ab.

Nende rõhkude vahe auru rõhu tõusmisel katlas ületab manomeetri vetruva toru püsivuse algolekus — vedrupinge ja sunnib seda väheselt sirgnema — seda tugevamini, mida suurem on aururõhk katlas; seejuures liigub osuti (8) (joon. 13) skaalat (9) mööda ja näitab auru rõhku.



Joon. 14.



Joon. 15.

Manomeeter näitab rõhku kilogrammides ühele ruutsentimeetrile (atmosfäärides).

On manomeetreid, mis näitavad rõhku inglise naeltes ruuttollile. Vahekord selle ja meetermõõdu ühiku vahel on ligikaudu järgmine: 1 atmosfäär = 1 kg ühele ruutsentimeetrile ≈ 15 inglise naela ühele ruuttollile (täpselt 14,32).

Manomeeter näitab alati tegelikku rõhku, s. t. mis on üle meid ümbritseva looduse atmosfääri surve. Järelikult: kui auru katlas pole, seisab manomeetri osuti nullil.

1) Tegelik surve manomeetri järgi = absoluutne surve — (miinus) 1 at;

2) absoluutne surve = tegelik surve manomeetri järgi + (pluss) 1 at.

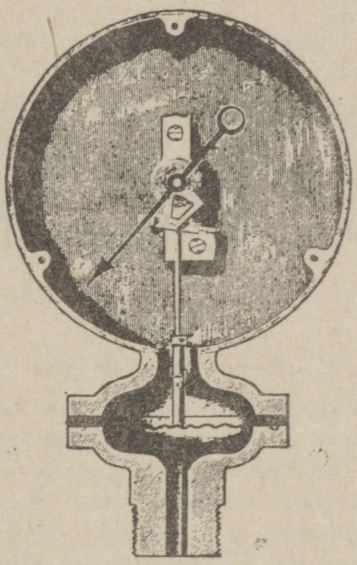
N ä i t e i d: 1) Surve katlas on 12 at/ü (kg/cm²). Millega võrdub absoluutne surve katlas?

Vastus: 12 + 1 = 13 ata (kg/cm²).

2) Absoluutne aurusurve katlas = 21 ata (kg/cm²). Milline on surve manomeetri järgi?

Vastus: 21 — 1 = 20 atü (kg/cm²).

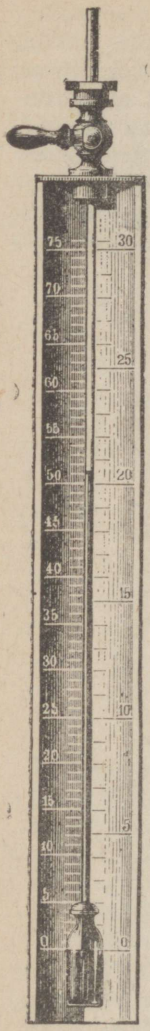
Joon. 15 on kujutatud niisuguse ehitusviisiga manomeetri seesmine mehhanism ja toru läbilõige, millel hammassektori pöördõla pikkus on soovi korral muudetav. Nimelt, sektori pöörlemistelge, samuti ka osuti pöörlemistelge võib mööda vastavat väljalõiget edasi nihutada, selleks ajutiselt lahti keerates kruvid (7) ja (9). Seejuures muutub sektori haru õla pikkus ja järelikult ka sektori ja osuti pöörlemiskaar. Kui manomeetri õõnes vedru aja jooksul nõrgeneb ja näitab aurusurvet väärasti, siis saavutatakse pöörlemistelje muutmise ja õla pikkuse reguleerimisega, et sektor ja osuti annavad skaalal õige resultaadi, vaatamata vedru nõrgenemisele.



Joon. 16.

Manomeetri õõnes toru valmistatakse kas valgevasest või erilisest vasesulamist, ovaalse põiklõikega, kusjuures läbilõike pikem telg paikneb perpendikulaarselt manomeetri pinnale, et aurusurvete summaarne vahe mõjuks toru laiale, mitte aga kitsale küljele.

Joon. 16. on näidatud lameda lainelise vedruga (membraaniga) manomeeter. Aurusurve mõjub siin lainelisele membraanile, mis on tehtud õhukesest lehtterasest või hõbetatud vasest, ja painutab selle ülespoole, pöörates sektorit, mis mõjub osutiga varustatud hammasrattale. Membraanidega manomeetreid tarvitatakse vähem kui õõnesvedrudega, sest et nende täpne mõõtepiirkond on väiksem.



Joon. 17.

6. Vaakuummeetrid

Kui aurusurve kondensaatoris ehk jahutis pärast väljumist masinast on näiteks 0,04 at, siis märgitakse survet harilikult sõnaga „vaakuum" ehk „tühjus" 96%. See väljend tähendab, et surve kondensaatoris on 1 — 0,96 = 0,04 at atmosfäärilisest survest. Kuna atmosfääriline surve, olenedes meteoroloogilistest tingimustest, kõigub, siis pole ka surve kõrgus ise kondensaatoris täpselt kindlaksmääratav. Sellepärast peetakse edaspidi igal pool silmas auru absoluutset survet aurumasinast väljumisel.

Vaakuumi ehk tühjuse mõõtmine toimub harilikult elavhõbe-vaakuummeetri (joon. 18) abil, mis koosneb alumise otsaga elavhõbedaga täidetud klaasriista pistetud ja ülaltpoolt kraaniga varustatud klaastorust. Kui ühendada kraan kondensaatoriga, siis tõuseb elavhõbe torus ja nimelt 1 at tühjuse korral kuni 73,53 cm. Kui tõus ulatub ainult 68 cm, siis on vaakuum:

$$\frac{68}{73{,}53} = 0{,}92 \text{ at}$$

ja surve kondensaatoris 0,08 at.

Vaakuummeetri skaala näitab kuni 76 cm-ni. Laevade kondensaatoreis valitseb harilikult tühjus 60—67 cm.

Kuna elavhõbe-vaakuummeeter on väga tundlik, siis seda harilikult masinate juures ei kasutata, vaid kasutatakse spiraalse või lainelise vedruga vaakuummeetrit, mis on seatud ja kontrollitud elavhõbe-vaakuummeetri järgi ja näitab tühjust kas sentimeetrites (0-76), tollides (0-28), atmosfäärides (0-1) või protsentides (0-100).

7. Surve arvutamine kolvile

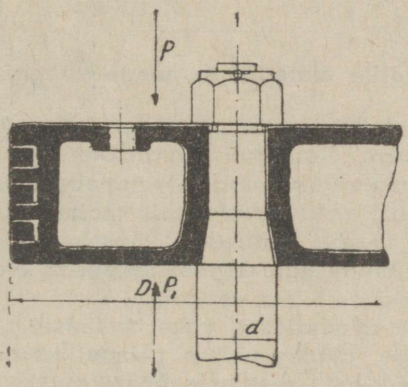
Kolvi ehitusviisi tõttu on surve tema mõlemale poolele isesugune. Kui surve kolvile pealtpoolt on P (joon. 18), altpoolt aga P_1, siis on $P > P_1$. See tuleb sellest, et auru surve all olev kolvi pind pealtpoolt on suurem kui altpoolt ja nimelt kolvivarre läbilõike pinna suuruse võrra. Aurusurve arvutamine mõlemale kolvipinnale toimub järgmiselt:

Kui märkida:
Silindri läbimõõt — D (cm), kolvivarre läbimõõt — d (cm), auru surve silindris — p (kg/cm²), siis on surve kolvile pealtpoolt

$$P = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 p \text{ (kg)},$$

altpoolt

$$P_1 = \pi\left(\frac{D^2 - d^2}{4}\right) p \text{ (kg)}.$$



Joon. 18.

Näide: Kui D = 60 cm, d = 10 cm, p = 5 kg/cm²,
siis $P = 3{,}14 \cdot 30^2 \cdot 5 = 14130$ kg

ja $P_1 = 3{,}14 \cdot \frac{3600 - 100}{4} \cdot 5 = 13737{,}5$ kg,

s. t. surve P_1 on survest P vähem 392,5 kg võrra.

ESIMENE PEATÜKK

Aurusilindrid ja nende üksikosad

8. Silindrite materjal ja nende valmistamine

Aurusilindrid valatakse parimast, vähemalt kaks korda ülessulatatud, hallist malmist. Harilikult valatakse silindreid püstasendis, ülal suure ringilise materjalivaruga — valupeaga. Seda tehakse selleks, et sulamalmist pärast valu gaasid, mis malmi hangumisel tekitavad tühemeid, konarlusi ja teisi ebaühtlusi, tõuseksid üles ja jääksid sinna mullide kujul, kogu malm aga allpool valupead oleks heade omadustega. Valupea lõigatakse hiljem maha.

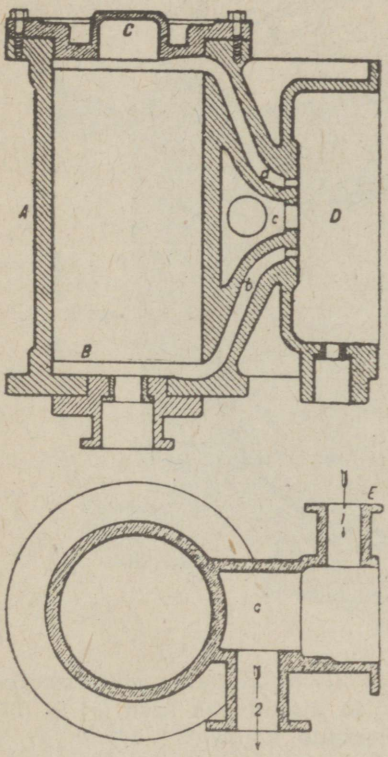
Sellele vaatamata avastatakse vahel treimisel tühemeid. Suuremad tühemid tihendatakse, ajades neisse pehmet rauda või valgemetalli, mis silutakse neetimisega; seejuures õõnestatakse tühemit enne seda igas suunas sissepoole laiendavalt. Tehakse seda selleks, et sisseneeditud metall ei hüppaks välja masina töötamisel. Ümmargused tühemid puuritakse välja ja neisse keeratakse valgemetallist tihvtid, mis siis needitakse laiaks, ühetasaseks silindri pinnaga. Kui tühemeid on väga palju ja kogu materjal on pooriline, siis tunnistatakse silinder kõlbmatuks tema nõrkuse, üksikute osakeste väljapudenemise ja pragude tekkimise ohu tõttu.

Tühemeid silindris ja teistes valuosades on lubatud keevitada kas atsetüleeniga või elektriga.

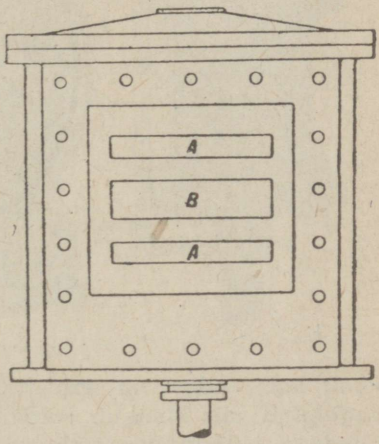
9. Silindri üksikosad

Aurusilindrite ehitus on kujutatud joon. 19 — 21. Vaatleme esmalt ühe väikese silindri ehitust (joon. 19). See koosneb silindri kerest (A) ühes p õ h j a g a (B) ja mahavõetavast k a a n e s t (C), mis on kinnitatud silindri külge tihvtidega; edasi siibrikarbist (D) ühes toruotsaga (E), mida mööda tuleb värske aur. Siibrikarp sulgub külje poolt kaanega, mida joonisel pole näidatud. Aurukanalid (a) ja (b), mida vertikaalseis masinais nimetatakse ka ülemisteks ja alumisteks, ühendavad siibrikarpi silindriga. Keskmine kanal (c) ühendab siibrikarpi töötanud

auru toruga. Avausi, milledega kanalid väljuvad siibrikarpi, nimetatakse auruakendeks. Joon. 20, mis kujutab silindrit külgvaates, mahavõetud siibrikarbiga, on auruaknad märgitud tähtedega A, B, A. Pind, millel asuvad need aknad, on lihvitud ja rihtplaadil kaabitsetud ja nimetatakse siibrikarbi peegelpinnaks. Seda mööda liugleb siiber.



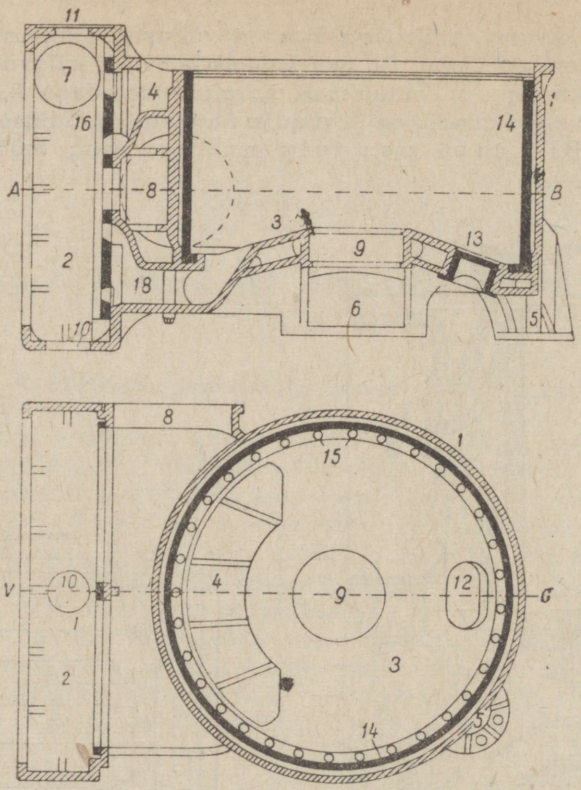
Joon. 19.



Joon. 20.

Iga silinder treitakse kogu pikkuselt ühesuguse läbimõõduga, mida nimetatakse silindri läbimõõduks ja mis on masina üheks peamõõteks.

Joon. 21 on kujutatud vertikaalses ja horisontaalses lõikes lameda siibrikarbiga laevamasina silinder. Silindri ja siibrikarbi kaaned on joonisel maha võetud. Peale joonisel 19 vaadeldud osade omab see silinder sissepandavat töösärki (14), mis on valmistatud eraldi ja asetatud silindrisse (1); see on silindripind, mida mööda



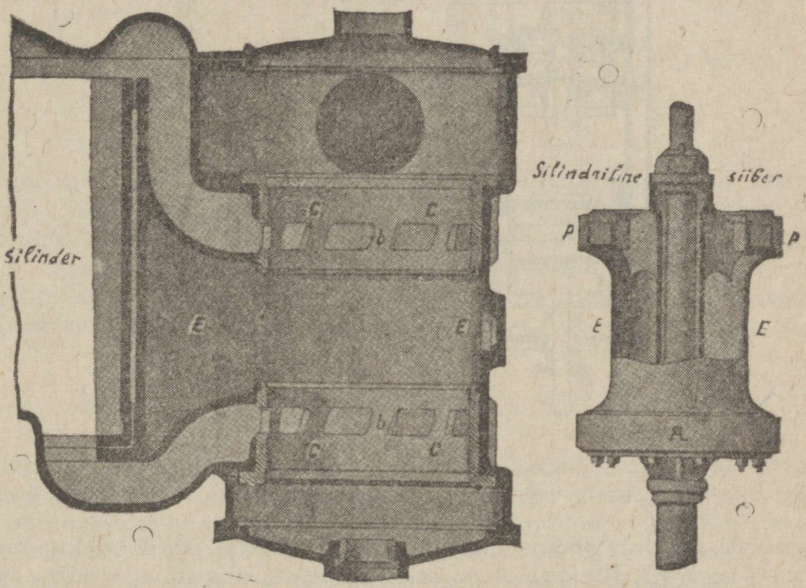
Joon. 21.

töötab kolb; edasi on näidatud joonisel 21 mahavõetav silindrikarbi peegelpind, mis kinnitub salakruvidega, ja käpad ehk toed (5) ja (6), milledega silinder kinnitub masina kolonnide külge.

Vaadeldav silinder on madalsurvesilinder ja on suuremõõteline: ta läbimõõt ulatub kuni 2 m ja enam, mille tõttu ta põhi on varustatud vaateluukidega (13), mis on suletud kaanega kruvipoltidel. Vaateluugid võimaldavad järele vaadata alumist silindriruumi ilma kolbi maha võtmata. Samasugused vaateluugid on ka silindri kaanel, silindri järelevaatamiseks kaant maha võtmata.

Aurukanalite (4) suurte mõõdete tõttu on nad, nagu näha silindri horisontaalsest läbilõikest, tugevdatud vertikaalsete ribidega. Toruava (7) on määratud auru sisselaskmiseks silindrisse, toruava (8) aga — väljalaskmiseks.

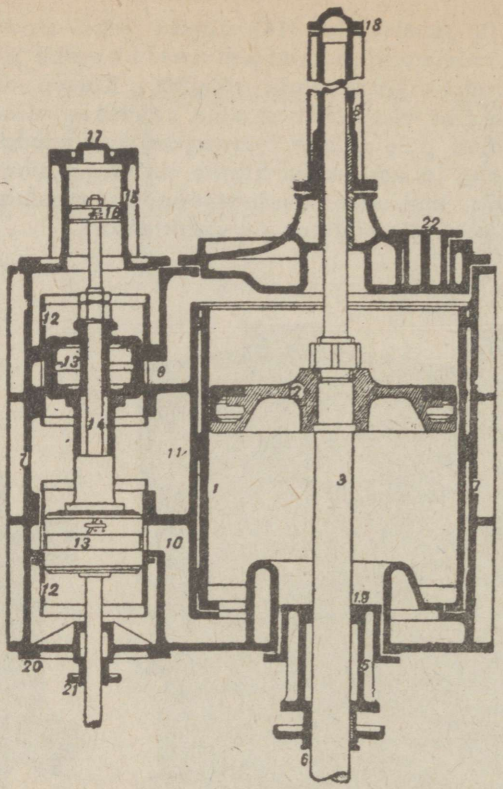
Ruum välise (1) ja sisemise (14) silindri vahel moodustab ringilise vaheruumi, mida nimetatakse aurumantliks ehk aurusärgiks, mille ülesanne on — soojendada silindrit. Katsed on näidanud, et aurusärgi kasutamine võimaldab masina võimsuse suurenemist ja ökonoomsust kütteaine põletamises. Praegusaja masinad, mis töötavad mitme paisumisega ja võrdlemisi kiirete tiirudega ning sageli ülekuumendatud auruga, kus auru kondenseerumine masina töötamisel on minimaalne, ehitatakse enamikus aurusärkideta.



Joon. 22.

Joon. 22 on näidatud vertikaalses läbilõikes siibrikarp silindrilise siibri jaoks ühes silindriga, millega ta on valatud ühiselt. Joonise paremal poolel on kujutatud osalt läbilõikes, osalt vaates ümmargune (silindriline) siiber (E), mille ehitust ja töötamisviisi vaadeldakse edaspidi.

Siibrikarp omab kaht sissepandavat muhvi (c), mis on siibri tööpindadeks. Aknad (b) neis pole mitte terved, ringilised väljalõiked, vaid üksikud avad, mis asuvad ringiliselt, ja millest aur tuleb sisse ja väljub samuti ringiliselt.



Joon. 23.

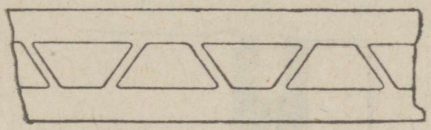
Joon. 23 kujutab samasuguse silindri läbilõiget, kuid kokkupandud kujul — kolvi ja siibriga; peale selle on kolvil silindrikaant läbiv vars.

10. Aurukanalid

Ühiselt silindriga on valatud ka nn. aurukanalid ehk aurukäigud, mis ühendavad silindrit siibrikarbiga; neid mööda aur tungib silindrisse ja väljub sellest. Aknad silindris on ülemised ja alumised. Nende akende vahel liigub silindris kolb ja sellal kui ühe akna kaudu tuleb värske aur siibrikarbist ja surub kolvile, sundides seda liikuma, väljub aur teisest aknast kolvi alt keskmisesse aknasse, mis on määratud ainult heitauru väljalaskmiseks, ja ühendub siibri abil korduvalt kord ülemise, kord alumise silindriaknaga. Kui kolb jõuab oma käigu lõpuni ja hakkab tagasi liikuma, siis tuleb aknast, mis juhtis heitauru,

juba värske aur, teisest aknast aga hakkab väljuma nüüd heitaur kolvi alt. Sel viisil iga aken osutub iga kolvikäigu puhul vahelduvalt kord auru sisselaske-, kord väljalaskeaknaks.

Väikestel masinatel ehitatakse auruaknad harilikult silindri keres eneses; suurtes masinates aga ehitatakse aknad osaliselt kaane ja osaliselt silindri põhja sisse (joon. 23). Suurte kanalite seinad kinnitatakse omavahel tugevuse mõttes veel poltidega ((17) — joon. 21), mis läbivad aurukanaleid.



Joon. 24.

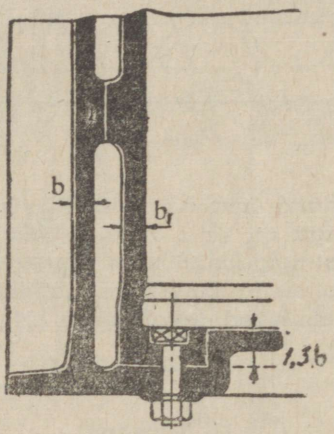
Karpsiibrite aurukanalid omavad püstküliku kuju (joon. 20). Silindrilistes siibrikarpides aga on rida aknaid, mis asetsevad ringiliselt, on eraldatud üksteisest neid kinnitavate ribidega ja on asetatud kaldu, nii et aknad laialilaotatuina kujutavad trapetseid, mis on suunatud oma alustega vaheldumisi eri külge (joon. 24), kolmnurki või parallelogramme (joon. 22).

11. Töösärk

Silindrist siibrikarpi tulev aur, puutudes kokku aurukanali, silindri ja kolvi seintega, millede temperatuur eelkäiva sisselaske, paisumise ja väljalaskeperioodi vältel on langenud allapoole silindrisse lastava auru temperatuuri, kondenseerub, s. t. muutub veeks ja sadestub kastetilkadena aurukanalite ja silindri seintele. Seda nimetatakse kondensatsiooniks. See kestab edasi kolvi liikumisega surnud-punktilt, ja kondenseeruva auru hulk silindris suureneb; sellepärast peab selliselt kaotsiläinud auru asemele sisse tulema samasugune hulk lisaauru, mille tõttu suureneb aurukulu ja väheneb masina ökonoomsus. Kondensatsioon silindris on seda suurem, mida suurem on silindri seinte temperatuuri vahe auru sisse- ja väljalaske-perioodidel; seepärast mitmekordse paisumisega aurumasinate kasutamine, tiirude arvu suurendamine, samuti aurusärkide kasutamine, vähendades seda temperatuuride vahet, vähendavad algkondensatsiooni ja teevad masina ökonoomsemaks. Edasiseks abinõuks algkondensatsiooni vähendamiseks on silindrite soojuse seestpoolt väljapoole edasiandmise takistamine. Silindri isoleerimine soojust mitteläbilaskvate materjalidega — asbesti, vildi, puuga jne. ei ole küllaldane. Kõige otstarbekam on

ümbritseda silinder kuuma auru kihiga, millega seda (silindrit) siis ka soojendatakse.

Sel otstarbel ehitatakse kaks silindrit, mis käivad üksteise sisse, vaheruumiga nende vahel, millesse lastakse auru, mis soojendab silindrit. Selline ehitusviis on näidatud joon. 21, 22 ja 23. Siin on välissilindrisse, mis on valatud ühiselt põhja ja siibrikarbiga, sisse pandud veel silindri töötav osa. Vaheruumi sisemise ja välise silindri vahel nimetatakse aurumantliks ehk aurusärgiks.



Joon. 25.

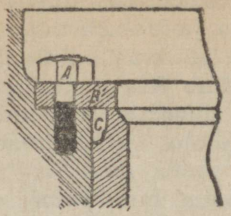
Joonistest on näha, et silindrisse pandav töösärk omab ümmargust ääriku, millega töötav osa seostub tihedalt silindri põhja treitud õnaral.

Töötav osa toetub välisele silindrile ülal ja all.

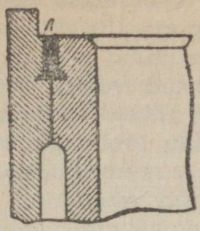
Suurtes silindrites ehitatakse veel keskmine vööde (joon. 25), mis jagab aurumantli kahte ossa — ülemisse ja alumisse; sel juhul tehakse vöötmesse mõningad augud, et aur, mida lastakse aurumantlisse, võiks vabalt voolata ümber kogu silindri pinna.

Silindrisse sissepandavaist tööpindadest on see kasu, et aja jooksul, kui silinder kulub ovaalseks, pole vajadust vahetada tervet silindrit ühes siibrikarbiga, mis oleks kulukas, vaid on küllalt vahetada sissepandav tööpind. Peale selle valatakse tööpind kõvemast, s. o. tihedamast valgemalmist, mis on hõõrdumisele vastupidavam.

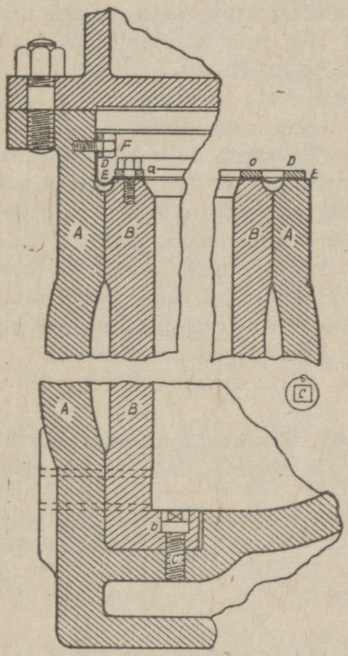
Aurusärgis peab hoidma kindlaksmääratud, ühesugust aurusurvet; silindris aga on aurusurve muutuv piirides — värske auru survest kuni



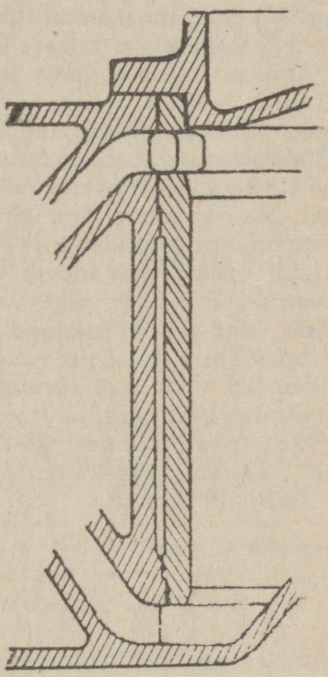
Joon. 26.



Joon. 28.



Joon. 27.



Joon. 29.

töötanud auru surveni; sellepärast on tähtis, et poleks auru läbijooksu särgist läbi välissilindri ühenduste sisesilindriga — kolvi alla, kuna auru läbijooksmine takistab kolvi liikumist ja seega ka masina tööd.

Joon. 26, 27 ja 28 on näidatud menetlused, mis tagavad särgi tihedust: joon. 26 on mõlema silindri puutekohal tehtud õnar või soon (c),

millesse asetatakse tihend; pealtpoolt pigistatakse see tihedasti kinni raudrõngaga (B), mis on kinnitatud silindrile poltide (A) abil. Joonisel 27 on kujutatud teistsugune kinnitusmenetlus: siin on silindrite ühenduskoht kaetud vetruva vasklindiga, mis kinnitub kruvipoltide (F) abil tihedasti nii sissepandavale poolele kui ka silindrile, takistades täielikult auru läbitungimist. Joonise paremal poolel on näidatud samasugune konstruktsioon auruakna puhul.

Mõlemad vaadeldud konstruktsioonid omavad seda puhet, et kinnituspoldid võivad nõrgeneda ja rikkuda tihedust; ka võivad poldid alalisest raputusest täitsa välja hüpata ja sattudes kolvikaane vahele tekitada masina ohtliku rikke. Sellepärast osutub kindlamaks menetlus, mis näidatud joon. 28. Siin on tööpinna ühenduses silindriga tehtud ringiline soon, mis omab läbilõikes pääsusaba kuju; selle soone sisse aetakse pehmest punasest vasest rõngas (A), mis haamrilöökide abil needitakse laiali selliselt, et see täidab kogu õnara.

Teisest küljest omab joon. 27 näidatud kuju paremust, et lubab sissepandavale tööpinnale soojenemisel vaba paisumist.

Sissepandava osa alumine ots (joon. 27) omab silindri keskjoone poole suunatud äärikut, mille jaoks silindri põhjas on tehtud vastav õnar. Sissepandava osa äärik kinnitub silindri põhja külge ringiliselt asetatud kruvipoltidega (c). Sissepandav osa omab poltide jaoks äärikul auke, milledesse on uputatud kruvipoltide pead, et mitte takistada kolvi liikumist. Ühendus tehakse kiti abil; see peab olema täiesti kindel ning perioodiliselt kontrollitav, sest väljahüpanud polt, sattudes kolvi ja põhja vahele, võib põhjustada masina rikkeid.

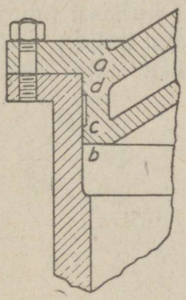
Seepärast tehakse kruvipoldid vahel läbivatena silindripõhjast, kinnitades nad mutriga (joon. 25).

Vahel ei oma silindri sissepandav tööosa allpool ümmargust äärikut, vaid tugineb välise silindripõhja alumisele äärele. Selline ehitusviis on näidatud joon. 29.

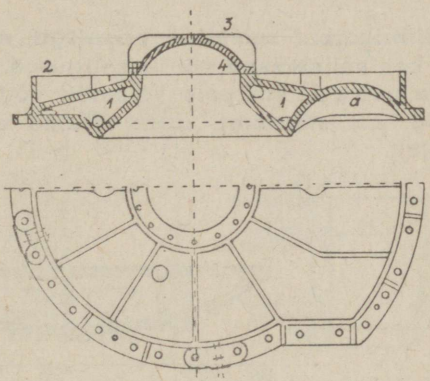
12. Silindrikaaned

Silinder sulgub ülaltpoolt kaanega, mis tugineb silindri ülemisse äärikusse sissekeeratud tikkpoltidele ja kinnitub mutritega (joon. 30). Aurutiheduse tagamiseks pannakse silindri ääriku ja kaane ääre vahele tihend, harilikult asbestpapist või klingeriidist, mis poltide pingutamisel tõmmatakse niivõrd kõvasti kinni, et muutub täiesti aurutihedaks. Silindrikaaned valatakse kas malmist või terasest. Esimesel juhul nad tehakse harilikult õõnsatena, kusjuures, nagu ka õõnsate põhjade valu puhul, tuleb jätta valatud esemeisse avad valumulla väljavõtmiseks, mis pärast suletakse lõikega varustatud korkidega.

Joon. 31 on näidatud malmist õõnes silindrikaas. Tugevuse otstarbel on see varustatud radiaalsete ribidega, mis jagavad silindrikaane seesmise ruumi üksikuteks vaheruumideks (1). Igal ribil on näha ülal ja all augud, mis on tehtud selleks, et aur, mis lastakse kaanesse soojendamiseks, ja aurust kondenseerunud vesi võiksid täita ühtlaselt kogu kaane sisemuse, voolates ühest vaheruumist teise. Läbilõike paremal poolel on näha, et kaas tõuseb loogakujuliselt ülespoole ja moodustab silindri kanali (a), mis ühendab silindrit siibrikarbiga.



Joon. 30.



Joon. 31.

Samuti nagu silindri põhja ja kolvi vahele, jäetakse ka silindri kaane ja kolvi vahele alati vaheruum, mis moodustab kahjuliku ruumi. Vertikaalsetes masinates alumine vaheruum osutub suuremaks kolvi vajumise juhul vända ja kepsulaagrite kulumise tõttu.

Kaane sisekuju vastab kolvi välisjoontele. Soojusekao vältimiseks silindrist täidetakse silindrikaane pealne ribidega varustatud ruum (2) ja (3) kas asbesti või ränilinaga ja kaetakse pealtpoolt plekiga (joon. 31).

Kui kaas oma sisemise ruumiga tungib tihedasti silindrisse, siis töötlemise kergendamiseks sobitatakse kaas silindrile kitsaste vöötmeina (ad) ja (cb) (joon. 30), muusse ossa jäetakse aga väike vaheruum.

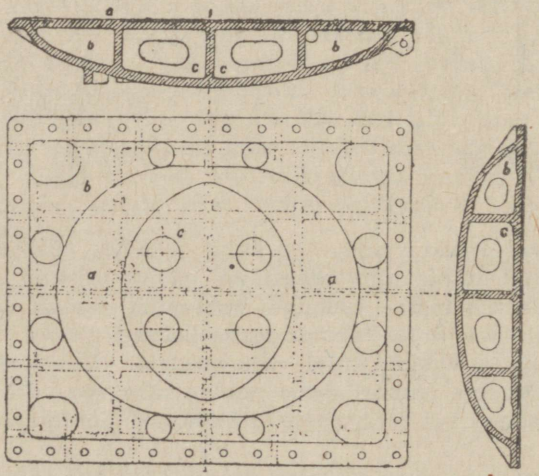
Ühekordsed kaaned valatakse samuti radiaalsete välisribidega, millede vahed täidetakse asbestvillaga, mis on kaetud terasplekist vooderdusega.

Kolvivarred tehakse vahel silindrikaasi läbivatena (joon. 23); sel juhul kas varustatakse kaas läbiva kolvivarre jaoks topendkarbiga või lastakse vars lihtsalt kaanest läbi, mis varustatakse vaid pronkskestaga (2), ilma tihendita (joon. 68).

Sageli kolvivarred kaetakse umbse kupliga (hülsiga), mis takistab auru väljapääsu silindrist. Peale selle suurtes kaantes, samuti nagu põhjades, tehakse vaateluugid (joon. 22, 23) ja avad: soojendamisauru juurde- ja ärajuhtimiseks, kaitseventiilide, läbipuhukraanide, indikaatorite jaoks jne.

13. Siibrikarpide kaaned

Siibrikarbid suletakse kaantega, mis vastavalt siibrikarbi kujule on kas nelinurksed või ümmargused. Nelinurksed kaaned tehakse kas ülemised, kui pole võimalik võtta siibrit välja küljelt, või külised, kui siibrikarp asub masina otsas ja siibrit võib välja võtta küljelt.



Joon. 32.

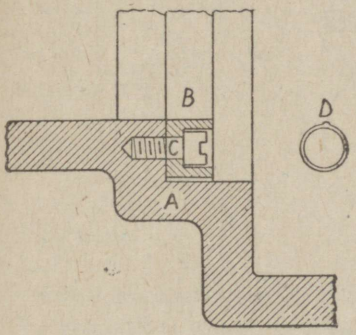
Külgkaas on kujutatud joon. 32. Kuna koormus kaanele on suur, siis on see tehtud õõnsana, keskkohale suureneva paksusega ja on varustatud tugiribidega. Siibrikaane seespool on hästi hööveldatud ja kaabitsetud pind (a) siibrikompensaatori jaoks.

Suurte siibrikarpide ülemised kaaned valatakse ühes silindritega (vt. joon. 23) nn. siibrivarte vastukaalukolbide (16) jaoks.

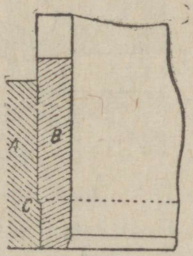
14. Siibrikarbi tööpind

Siibrikarbi peegelpind peab olema hästi vastupidav kulumisele. Sellal kui silindrid valatakse kõige sagedamini pehmest hallist malmist, tehakse peegelpind harilikult eraldi ning mahavõetavana ja valatakse kõvast valgest malmist.

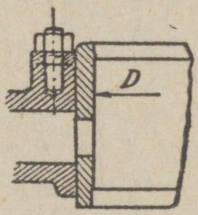
Lameda siibri peegelpinna kinnitamisviis on näidatud joon. 33. Peegelpind kinnitub silindri kerele peegelpinda uputatud kruvide (C) abil.



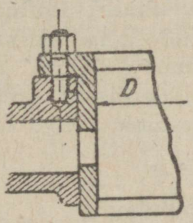
Joon. 33.



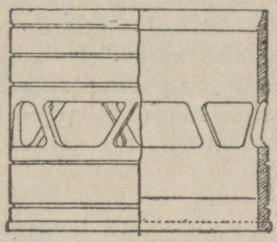
Joon. 34.



Joon. 35.



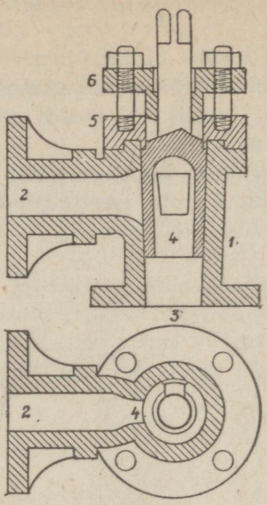
Joon. 36.



Joon. 37.

Et kruvid ei saaks lahti pöörduda, on igaüks neist kinnitatud vinttihvtiga (D), mis on sisse keeratud osalt kruvisse, osalt aga peegelpinda.

Ümmarguste siibrite tööpinnad on sissepandavad: üks ülalt, teine alt, istudes siibrikarbi treitud äärel (c) (joon. 34). Kui selline äär puudub (joon. 35), siis kinnitatakse nad pidurrõngastesse (joon. 36). Joon. 37 on kujutatud siibrikarbist väljavõetud tööpind.



Joon. 38.

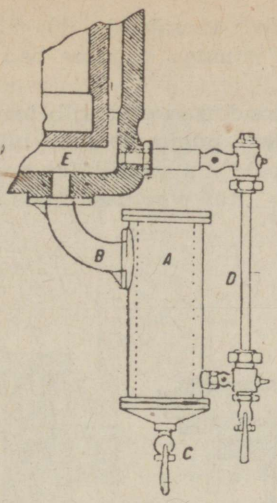
15. Läbipuhukraanid

Läbipuhukraanid asetatakse silindri põhjadele ja kaantele ning ka siibrikarpide põhjadele — vee eemaldamiseks, mis tekib auru kondenseerumisel silindris ja siibrikarbis masina soojendamisel ja käivitamisel. Joon. 38 on näidatud läbilõikes silindri läbipuhukraan; see koosneb kraani kerest (1), mis on valatud kahe äärikuga (2) ja (3), milledest esimene kinnitatakse läbipuhuava külge silindris, teine ühendub aga läbipuhutoruga; edasi — koonilisest, õõnsast, tihedasti kraani kere külge lihvitud korgist (4), kaanest (5) ja topendi vajutispuksist (6).

16. Töösärkide läbipuhumine

Aurusärkides kondenseeruv vesi tuleb puhuda välja. Selleks varustatakse silindrite töösärgid kas eriliste seadistega, mida nimetatakse *töösärkide separaatoriteks* — või juhitakse vesi neist ära erilistesse automaatsetesse veeärajuhtimisriistadesse nn. *kondenspottidesse*.

Töösärkide separaator on kujutatud joon. 39 ja märgitud tähega (A). Ta on silindriline nõu toruotsaga (B), mis on ühendatud töösärgi alumise ruumiga (E). Kui separaatorisse korjub küllaldaselt vett, mida on näha veeklaasi (D) järgi, siis võib selle vee välja puhuda separaatori all oleva kraani (C) abil.



Joon. 39.

Paljudes laevades juhitakse väljapuhutav vesi piltsi. Selline menetlus on vähe otstarbekohane, sest esiteks tekib toitevee asjatu kulu, teiseks aga vee väljapuhumisel piltsi tekib tugev müra ja kogu masinaruum täitub auruga. Läbipuhutava vee ärajuhtimine üle poordi on samuti otstarbetu, sest seejuures raisatakse magedat toitevett. Parimaks menetluseks osutub läbipuhutava vee juhtimine kondensaatorisse või soojaveekasti. Kuid sellisel juhul satub toitevee-ringvoolu vett, mis on tugevasti must õlist, millega masinat enne käivitamist ohtralt õlitatakse; seetõttu peab toitevee enne selle sattumist katlasse tingimata laskma läbi filtri.

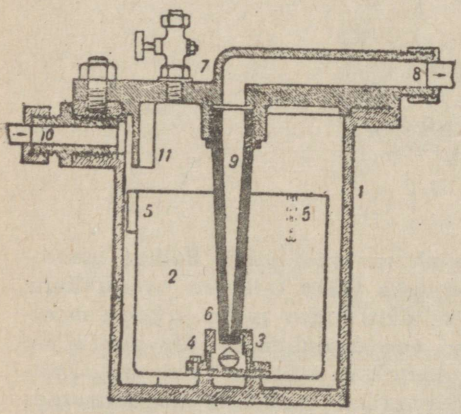
17. Kondenspotid

Aurutorude läbipuhumiseks, kuhu alati korjub kondensvett ja kus pole teisi abinõusid automaatseks läbipuhumiseks, näiteks aurusärkide ja aur-kütte puhul, seatakse üles isetöötavad läbipuhujad ehk kondenspotid. Enamalt jaolt ehitatakse need ujukitega: vee kogunemisel tõuseb ujuk ja avab läbipuhukraani.

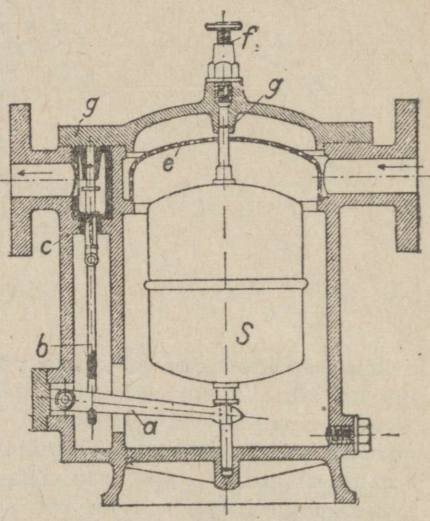
Joon. 40 on näidatud selline automaat-läbipuhumispott. See koosneb silindrilisest valatud kerest (1), milles asub kerge, pealtpoolt lahtine ujuk (2). Ujuki põhja külge on kinnitatud karp (3), mis sisaldab ventiili (4), mille kuju on altpoolt ümmargune, pealt aga kooniline. Ujuki liikumist üles-alla juhitakse kolme ribi abil (5), karbi (3) liikumist juhib aga koonus (6). Seadise külge kinnitub tihvtidel kaas (7), mis

on valatud ühiselt ärajuhtiva toruotsaga (8), millega ühineb kaanesse sissekeeratud koonus (9); viimase alumine osa (6) võib sulguda ventiiliga (4).

Torustikus kogunenud kondensvesi tungib torusse (10), põrkab vastu kilpi (11) ja langeb seadise põhja, joostes alla u j u k i (2) ü m b e r. Kui ujuk tõuseb (ujub üles), siis ventiil (4) surub end vastu koonust (6) ja suleb äravoolutoru. Kui veetase nõus tõuseb ujuki ülemise



Joon. 40.



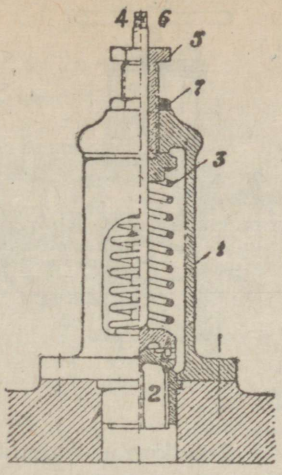
Joon. 41.

ääreni, siis hakkab ta üle jooksma ujukisse ja uputab selle; selletõttu ujuk vajub põhja, ventiil (4) vabastab koonuse (6) ja vesi hakkab eemalduma läbi koonuse (9) ja toruotsa (8).

Joonisel 41 on näidatud teistsuguse ehitusviisiga kondenspott. Kondensvesi tuleb läbi parempoolse toruotsa, läbib vaskfiltervõrgu (e) ja täidab anuma. Kui vett korjub liigselt, tõstab see ujuki (S), mis avab kangi (a) ja tõmmiku (b) abil läbipuhuventiili (c), ja vesi puhutakse välja anumast vasakpoolse toruotsa kaudu.

18. Silindrite kaitseventiilid

Liigse aururõhu tekkimise vastu kesk- või madalsurvesilindris järsu käigumuutmise puhul ja ka liigse vee korjumise juhuks varustatakse silindrid kaitseventiilidega, mis asetatakse silindrite kaantele ja põhjadele ja ka siibrikarpide põhjadele.



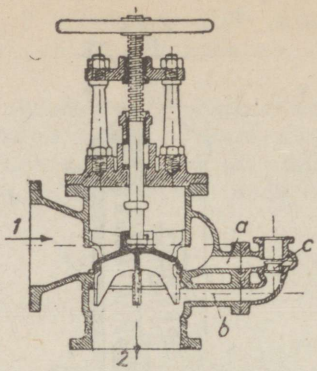
Joon. 42.

Joon. 42 kujutab silindri kaitseventiili piki-läbilõikes. Ventiili klapile (2) toetub alumine vedrutaldrik, millel asetseb spiraalvedru (3), mis on kokkusurutav samasuguse taldrikuga pealtpoolt ki. Vedru pinge reguleerimist teostatakse reguleerimiskruviga (5), mis on keeratud kuplisse (1). Viimane on kinnitatud poltidega silindrile. Kruvi (5) keeramisel ühele poole surutakse vedru kokku ja ta pinge suureneb; keeramisel teisele poole pinge nõrgeneb ja surve ventiilile väheneb. Pärast ventiili seadmist kindlale survele stopatakse reguleerimiskruvi mutriga (7). Kui auru rõhk silindris ületab rõhku, millele kaitseventiil on seatud, muljub aururõhk vedru kokku, tõstab ventiili üles ja aur tungib silindrist välja. Masinameeskonna kaitseks äkiliste põletuste eest kaetakse ventiil kupliga (1).

Kõrgsurvesilindri kaitseventiilide vedrud seatakse samale survele nagu katla kaitseventiilidki, kesk- ja madalsurve omad aga vastavale survele indikaatordiagrammide järgi.

19. Masina stopp- ja regulaatorventiilid.

Laeva masin peab omama nii käiguandmiseks kui ka seismapanemiseks (stoppamiseks) nn. s t o p p- ehk m a n ö ö v e r v e n t i i l i, mis avatakse käivitamisel ja suletakse masina seismapanemisel, ning peale selle veel r e g u l a a t o r v e n t i i l i, mida kasutatakse masinasse sisselastava auruhulga ja tiirude arvu kiireks muutmiseks, kusjuures masina stoppventiil jääb avatuks. Stoppventiile on tasakaalustatama-



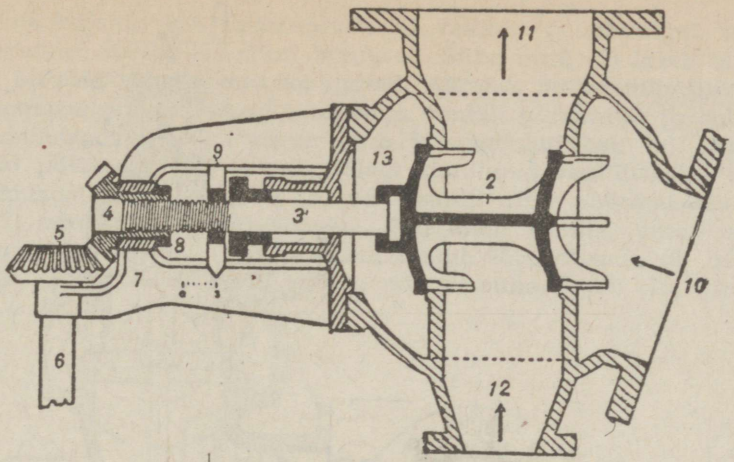
Joon. 43.

tuid ja tasakaalustatavaid. Tasakaalustatamatuid ventiile kasutatakse ainult väikestes masinates, sest suletud ventiili puhul rõhk aurutorus surub ventiilile, nii et suure ventiilipinna korral ta avamine osutub raskeks ja nõuab suurt jõudu. Joon. 43 on kujutatud säärane tasakaalustatamatu, ordinaarne ehk ühe pesaga ventiil läbilõikes. Toruots (1) on ühenduses peaaurutoruga, mida mööda aur tuleb ventiili, väljudes toruotsast (2). Kuna värske aur surub ventiilile ja raskendab selle avamist, siis on ventiilikarp seadistatud ülelaskeventiiliga (c), mille avades lastakse auru kanaleid (a) ja (b) mööda peaventiili alla ja tasakaalustatakse sel viisil surve ventiilile; sellejärele avatakse ventiil, pöörates käsiratast ja keerates välja juhtkruvi keermega varustatud osa põiktoest, mis on kinnitatud ventiilikarbi kaanele.

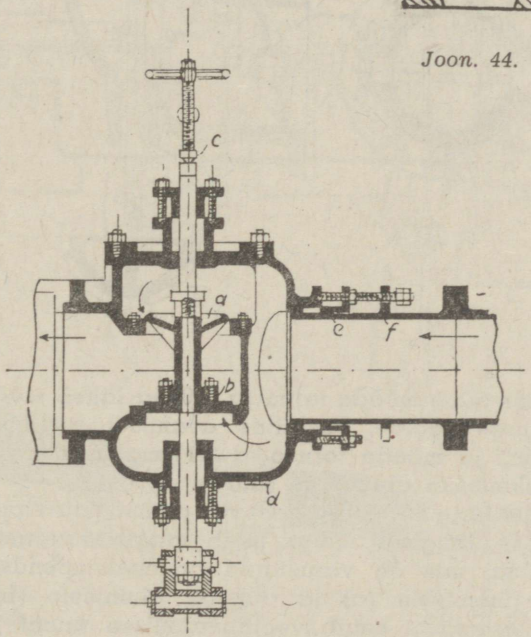
Masinates rõhuga kuni 8 at valatakse stoppventiil malmist, rõhkudel üle 8 at — pronksist ja väga kõrgetel aurusurvetel — terasest. Ventiilivars asetub vertikaalselt, harvemini horisontaalselt ja omab seadist, mis võimaldab juhtimist eemalt kangide ja ülekande-koonushammasrataste abil.

20. Kahekordne stopp- ehk manööverventiil.

Selline kahekordne ventiil on kujutatud joon. 44. Ventiilikarpi (1) on asetatud kaksikventiil (2), mis koosneb kahest ühiselt valatud ventiilist. Igal ventiilil on oma eraldiolev pesa, millele istub oma koonilise äärega. Mõlemad ventiilid omavad juhtimisribisid ja üldist varba (3), mis pöördub temas oleva lõikega (kvadraatse) muhvi (4). Viimane pöörleb koos koonushammasrattaga, mida paneb liikuma koonushammasratas (5) varval (6). Nagu näha muhvi (4) ehitusest, võib see pöörelda põiktoes (7), kuid ei saa liikuda pikuti hammasratta ääre ja mutri



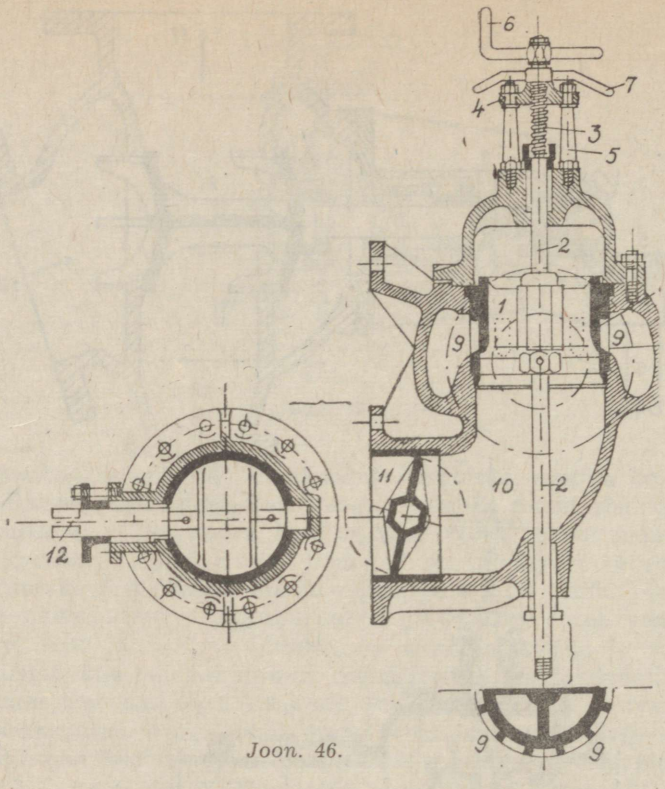
Joon. 44.



Joon. 45.

(8) tõttu ning järelikult on mutter, mille pöörlemisel varb (3) liigub pikuti, avades või sulgedes mõlemad ventiilid.

Ventiilikarp on valatud kahekordsete seintega; ruumid nende vahel, mis näidatud joonisel punktiirina, on ühendatud ventiili alumise ruu-



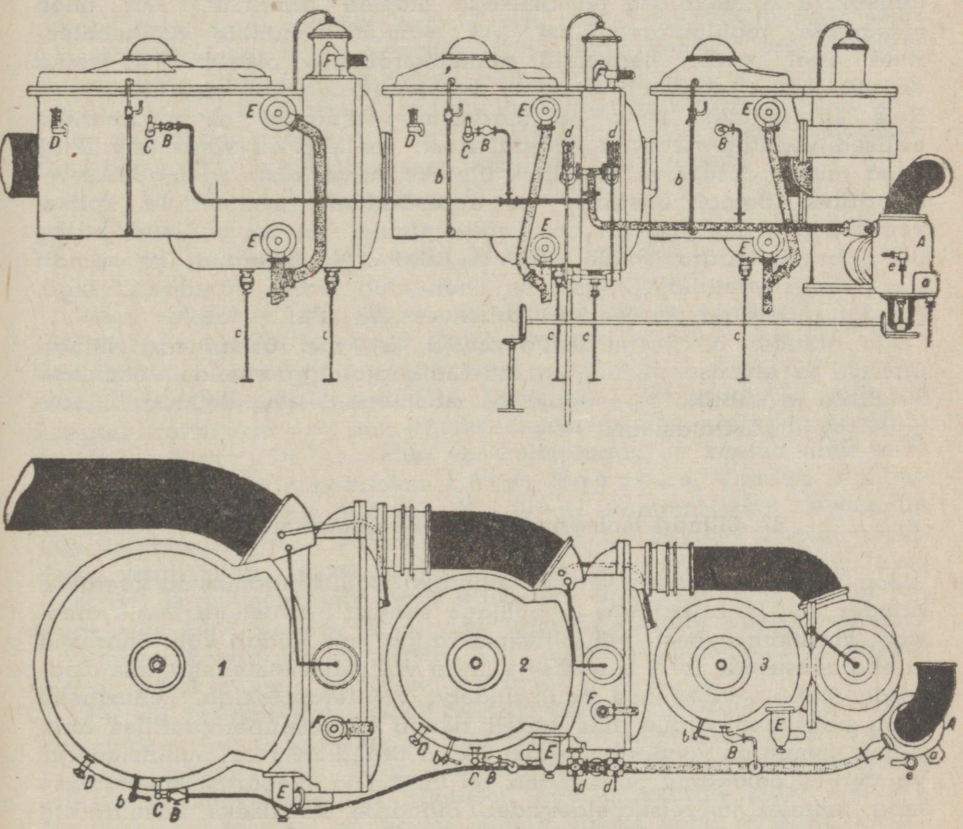
Joon. 46.

miga (10). Värske aur tuleb mööda toruotsa (10) ja läheb mööda külgruume karbi vasakusse poolde, ventiilide avamisel aga tungib aur nende vahelisse ruumi ja mööda toru otsa (11) masinasse. Toru (12) on lisaauru sisselaskmiseks abisiibrite juurde.

Joon. 45 kujutab ülalkirjeldatule sarnanevat peamasina stoppventiili, mille varb asetub vertikaalselt. Aur tuleb magistraaltorust mööda parempoolset toruotsa, mis on varustatud paisumistopendseadisega (e), siis pealtpoolt ülemisele (a) ja altpoolt alumisele (b) ventiilklapile ning nende avamisel satub ventiilivahelisse ruumi ja väljub vasakpoolsest toruotsast siibrikarpi. Ventiilikarp ühes juurdekuuluvate osadega on valatud terasest.

Ülemine, lõikega varustatud varras, mis läbib põikraua ja tugineb ventiilivarvasse (c) on ventiili seadmiseks teatavale, temale kindlaksmääratud käigule. Ventiili sulgemiseks on ventiilivarva alumine osa ühendatud seadisega, mis suundub masinisti kohale ja on määratud ventiili avamiseks või sulgemiseks manööverdamisel.

Joon. 46 kujutab ühe tasakaalustatud ventiili (1) läbilõiget, mis on konstrueeritud silindrilise siibri kujuliselt. Siibri varb (2) läbib ülal- ja allpool olevaid ventiilikarbi topendeid. Altpoolt on ventiilivarb ühendatud joonisel mittenäidatud seadisega ventiili avamiseks ja sulgemiseks juhtimispostilt, ülalt omab varb keermetatud osa (3), mis on keeratud põiktoesse (4) ja see jällegi kinnitatud ventiilikarbil olevatele sammastele (5). Hoob (6) on ventiilivarva pööramiseks, tiibratas (7) aga selle pidurdamiseks. Aur tuleb ventiili juurde mööda toruotsa (8) ja ventiili (siibri) tõusul tungib läbi akende (9) alumise toruotsa (10) juurde, milles on ette nähtud siiberventiil (11) (drossel-



Joon. 47.

ventiil). Viimase telg on juhitud läbi topendmuhvi väljapoole ja on ühendatud joonisel mittenäidatud seadisega, mis on määratud ventiili pööramiseks. See siiberventiil lubab kiiresti muuta masinasse sisselastavat auru hulka ja järelikult tiirude arvu. Ventiilikarp on valatud terasest, mõlemad ventiiliklapid — pronksist.

21. Silinderkomplekti armatuur.

Aurusilindri mantlisse võetakse kas värsket katlaauru, mis läbib erilised ventiilid, mis vähendavad ta survet, või ka auru kesksurvesiibrikarbist. Auru juhtimine aurusärkidesse on näidatud joon. 47.

Samal joonisel 47 on kujutatud külgvaates ja plaanis kogu aurutorustik ja kolmekordse paisumisega masina armatuur. Aur tuleb masinasse regulaatorventiilist (A); samale ventiilile on monteeritud veel väike lisaventiil manööverdamise otstarbel ja sama ventiili juurest suundub aurutoru kolme haruga (B) aurusärkidesse. Neis harutorudes, kesk- ja madalsurve-silindritel on monteeritud erilised ventiilid-survevähendajad. Need ventiilid on väga tarvilikud, kuna muidu aurusurve mantlites ületaks surve kesk- ja madalsurvesilindrites. Samal otstarbel on aurusärkidele monteeritud kaitseventiilid (D), mis lasevad auru välja niipea, kui surve ületab särkides lubatud määra. Peale selle on allpool monteeritud iga silindri peale kaitseventiilid (E), mis on ühendatud üldise väljalasketoruga. Siibrikarpidele on monteeritud kaitseventiilid (F).

Iga silinder omab indikaatortorusid (b), mis ühenduvad silindri ülemise ja alumise poolega ja on indikaatordiagrammide võtmiseks. Silindrite ja siibrikarpide põhja on monteeritud läbipuhukraanid varbade (c) ja käsiratastega.

22. Silindri isoleerimine ja isoleerimismaterjalid.

Soojuskadude vähendamiseks silindrist soojuskiirgamisena kaetakse silinder ühes siibrikarbiga ja põhjaga soojust halvasti juhtivate ainetega, harilikult asbest- või siliitsium-vatiga, mis täidab kõik õnarused ja ebatasasused; need kaetakse vildiga või asbestlehtedega, mis omakorda ümbritsetakse kas puuliistudega või teraplekiga. Lehtasbesti peab eelistama vildile, mis sageli rikneb kõrgetemperatuurilise auru mõjul; samuti on vooderdus teraplekiga praktilisem kui puuliistudega. Vooderdus poleeritud puulattidest on ilusam ja seepärast kasutatakse seda jahtidel ja reisijatelaevadel. Silindrite katmiseks kasutatakse pehmet teraplekki, väikeste silindrite katmiseks vahel vaskplekki, kerguse mõttes alumiiniumplekki.

TEINE PEATÜKK.

Aurumasina kolvid.

23. Kolvi ülesanne ja ehitusviis.

Kolvi ülesandeks on võtta endale auru survet silindris ja anda seda temaga ühenduses oleva kolvivarre abil edasi kepsule, muutes kolvi otsejoonelise edasi-tagasiliikumise võlli pöörlevaks liikumiseks.

Kolb koosneb kolvikehast, mis on ühendatud kolvivarrega mutri abil, kolvi- ehk tihendusrõngastest ja kolvikaanest; peale selle kasutatakse tihendusrõnga laialipigistamiseks vahel nn. tugivedrusid.

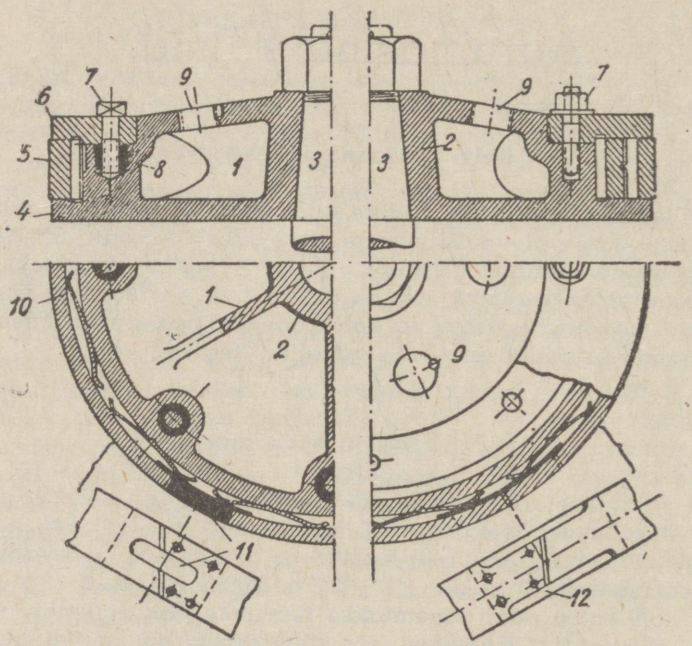
24. Kolvi keha ja selle materjal.

Kolvid valatakse kas malmist või terasest; kui aga nendelt nõutakse erilist vastupidavust ja samal ajal ka kergust, siis taotakse nad terasest. Malmist kolvid (joon. 48) valatakse õõnsatena, kuid radiaalsete, sisemiste tugendusribidega (1). Kolvi keskmine osa (2), millesse kinnitub kolvivarre pea, nimetatakse rummuks ehk muhviks. Aluäärel (4) asub rõngas (5). Tihendus- või kolvirõngas on kaetud ülalt teise rõngaga (6), mida nimetatakse kolvi kaaneks. Viimane kinnitub kruvipoltide (7) abil kolvile. (9) — on vormimisavad valumulla eemaldamiseks pärast valamist, mis suletakse lõikega ja pidurkruvidega varustatud teraskorkidega. Kõige sagedamini kruvitakse sel otstarbel korki ringiliselt kolm kruvikest, mis osalt tungivad korgi, osalt aga kolvi keresse ja sel viisil takistavad korgi väljakeerdumist.

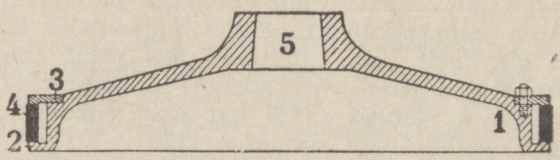
Terasest kolvid kas valatakse või taotakse umbsetena. Tugevuse mõttes antakse neile harilikult kooniline kuju.

Joon. 48 kujutab kolvi poolt vertikaalses ja horisontaalses lõikes, kusjuures mõlemad konstruktsioonid erinevad veidi teineteisest. Vasakpoolsel joonisel kolvi kaas kinnitub kruvipoltidega, mis keeratud erilistesse muhvidesse (8), viimased aga omakorda kolvi kehasse. Parempoolsel joonisel on kaane kinnitamiseks kolvi kehasse keeratud tikkpoldid, mis on varustatud mutritega (7). Kaanes on tikkpolti-

dele vastavad augud. Peale selle on parempoolsel joonisel kolvikeha ja tihendusrõnga vahel veel vabalt asetatud vaherõngas, mida nimetatakse ujuvrõngaks: selle otstarve selgub allpool. Lõpuks osutub lukkude (11) ja (12) konstruktsioon, millega on varustatud kolvirõnga otsad, ka isesuguseks.



Joon. 48.



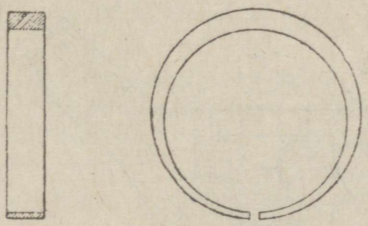
Joon. 49.

Joon. 49 on kujutatud vertikaalses lõikes terasest taotud kolb. Siin on: (1) — kolvikeha, (4) — kolvirõngas ja (3) — kolvikaas.

25. Kolvirõngas.

Kui kolb oleks malmist või terasest ketas, mis liigub silindris üles ja alla ja on juurde lihvitud silindri seintele, siis kuluks ta väga ruttu ja hakkaks läbi laskma auru, mis vähendaks masina tööd ja võimsust. Seepärast varustatakse kolb alati metall-tihendusrõngastega, mis muljuvad end tihedalt vastu silindri seinu ja täidavad seega tihendi ülesannet; kolvi keha aga treitakse seejuures diameetri järgi, mis on veidi väiksem kui silindri läbimõõt. Selle tõttu puutub silindri seintega kokku ainult tihendusrõngas.

Tihendusrõngad peavad olema materjalist, mis on pehmem kui silindrisse sissepandav tööpind. Selle tõttu kulub tööpind vähem ja



Joon. 50.

rõngad rohkem, millede vahetamine on palju odavam. Harilikult valatakse tihendusrõngad pehmest malmist, harvemini pronksist (mõnedel kiirkäigulistel masinatel ja abimehhanismidel).

Tihendusrõngad töötavad kas otsekohe omaenda pinevusega või nende ja kolvikere vahele on asetatud tugivedrud, mis oma vedrutavusega suruvad rõnga lahti.

Tihendusrõngad valatakse alati tervetena; enamasti valatakse korraga toru, mis treitakse veidi suuremana kui silindri läbimõõt ja mis siis lõigatakse rõnga laiusele vastavateks üksikosadeks, millede arv vastab kolvirõngaste arvule.

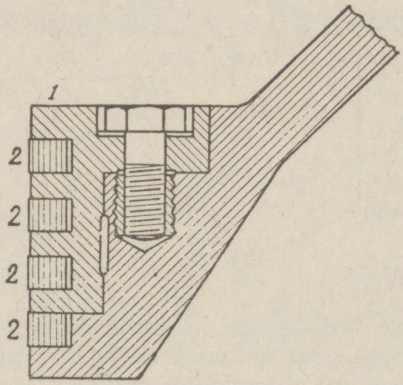
Tervest tihendusrõngast, mis on treitud läbimõõdus s u u r e m a n a kui silindri läbimõõt, lõigatakse siis välja nii suur tükk, et saavutatud rõnga läbimõõt pärast seda, kui panna rõngaotsad tihedalt kokku, võrduks silindri läbimõõduga.

Kui suruda lahtilõigatud rõnga otsad kokku, siis pigistub rõngas lahti omaenda pinevuse tagajärjel, püüdes saavutada algläbimõõtu, mille järgi ta on treitud.

Et suurendada isevetruvate tihendusrõngaste pinevust, tehakse need ebaühtlase jämedusega (joon. 50) ja nimelt — paksemana otstele diametraalselt vastupidises osas.

26. Ramsbottomi kolb.

Tugivedrudeta tihendusrõngaid kasutatakse kõrg- ja kesksurve-silindrites, eriti nn. Ramsbottomi kolviga. See omab mitut tihendusrõngast, mis on asetatud kolvi keha ringilistesse õnaratesse. Selle kolvi kasutamine põhjeneb asjaolul, et kuigi osa auru jookseb läbi esimese tihendusrõnga ja silindri seina vahelt esimese ja teise tihendusrõnga vahele, siis auru surve tema läbiminekul läbi kitsa pilu väheneb tunduvalt ja aurusurve esimese ja teise rõnga vahel osutub palju vähemaks kui kolvi pealpool. Kui nüüd osa sellest aurust võib tungida



Joon. 51.

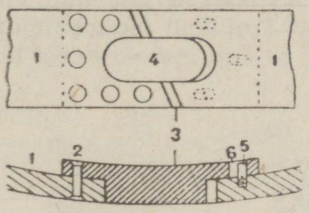
ruumi teise ja kolmanda rõnga vahel, siis ta surve muutub niivõrd väikeseks, et ta ei suuda tungida kolvi käigu vältel edasi läbi järgneva kolvirõnga.

Tihendusrõngaste arv Ramsbottomi kolvis on mitte alla kolme. Rõngad on väikese kõrgusega, harilikult läbilõikes õigenurksed ja rõngaste otsad asuvad auru läbilaske vältimise mõttes selliselt, et ühe läbilõige ei satuks teise peale.

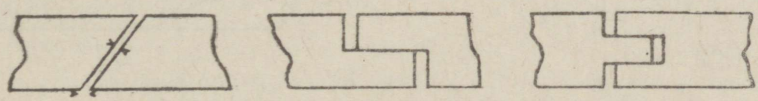
Uuemates laevamasinates asuvad rõngaste sooned mitte kolvi enese kehas, vaid erilistes sissepandavates osades, nagu see on näidatud joon. 51. Selline ehitusviis omab seda paremust, et tihendusrõngaid võib ära võtta ja vahetada ilma kolbi silindrist välja võtmata. Tuleb eemaldada ainult kolvikaas. Harilikus Ramsbottomi kolvis selline rõngaste vahetamine pole võimalik.

27. Kolvirõngaste lukud.

Kolvirõngaste lukud on selleks, et takistada auru läbivoolu tihendusrõnga läbilõike kohast. Kõrgete rõngaste jaoks on näidatud kõige sagedamini esinev lukuseadeldis joon. 52. Rõnga (1) seestpoolt on läbilõike kohale kinnitatud salaneetidega (2) pronksplaat (3), mis omab keelt (4). Läbilõike teiselt poolt on rõnga kehasse kruvitud tihvtid (5), mis asuvad lukuplaadi aukudes (6).



Joon. 52.



Joon. 53.

Läbilõike mõlemal poolel on rõngal väljalõige, mis vastab keele (4) kujule. Selle ehitusviisi puhul võib rõnga otsi välispinna kulumisel vabalt eemaldada, ilma et rikutaks ühenduse tihedust.

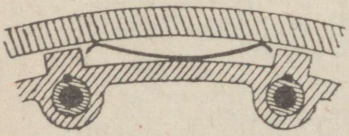
Madalaid rõngaid ei varustata eriliste lukkudega, sest auru kadu läbi mitme rõnga, mis asuvad üksteise peal, on väga väike. Joon. 53 on näidatud kolm sellist lukku madalate rõngaste jaoks. Esimene, vasakpoolne konstruktsioon omab suuremat vahet rõngaste otstel auru läbivooluks; selle vastu on niisuguse rõnga luku sobitamistöö lihtsam ja rõnga otsad murdumise vastu tugevamad.

Kolvirõngaste tihedust proovitakse auruga. Selleks asetatakse siiber selliselt, et see suleks oma äärega ühe silindri ruumidest, kas kolvi all- või pealpoololevatest, ja lastakse sellesse siis auru. Läbi lahtise läbipuhukraani hinnatakse kolvi teisel pool olevat auruhulka, mis on läbi tunginud kolvi tihendusrõngastest, ja otsustatakse selle auruhulga järgi tihenduse headuse üle.

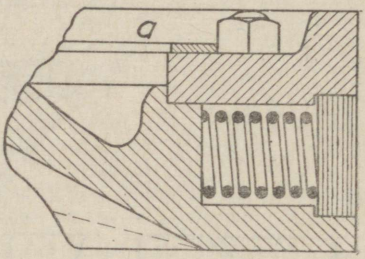
28. Tugivedrud.

Et tihendusrõngas suruks end vastu silindri seinu ja tagaks auru läbitungimatust, kasutatakse tugivedrusid, mis suruvad rõnga laiali; tugivedrud paigutatakse kolvi ja tihendusrõnga vahele. Tugivedrusid on väga mitmesuguse ehitusviisiga; neid ehitatakse kas üksikult töötavatena, kui nad oma surve edasi annavad radiaalselt, või nad on spiraalse, lainelise vedru kujulised ja mõjuvad tihendusrõnga kogu sisepinnale; oma tüübilt jagunevad nad leht-, spiraal- ja lihtvedrudeks.

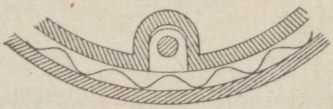
Esimest liiki vedrud on üksikud lamedad kaardupainutatud terasvedrud; kasutatakse neid harilikult malmkolbide puhul. Joon. 48 juba esinesid sellised vedrud; et nad aga ei saaks liuelda ringiliselt mööda



Joon. 54.



Joon. 55.

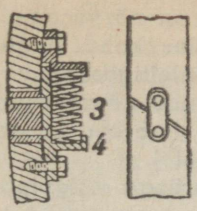


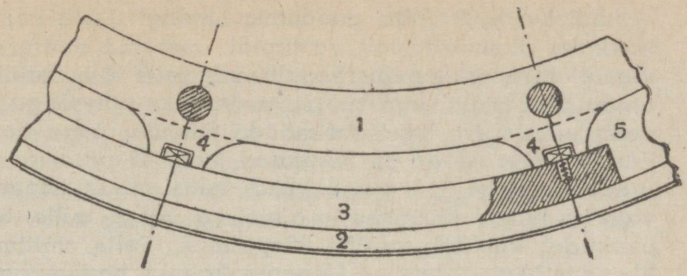
Joon. 56.

kolbi, kinnitatakse nad vahel kruvidega kolvi kere külge või asetatakse hammaste vahele, mis tehtud kolvikaane kinnituskruvidele või tikkpoltidele (joon. 54).

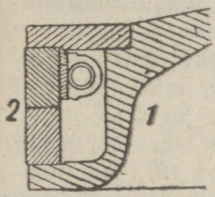
Lehtvedrude puuduseks on, et nad kaotavad kiiresti oma pinevuse ja tihendusrõngas hakkab muljuma end ebatasaselt vastu silindri seinu, mille tõttu tekib ta kiire kulumine, vahel aga ka silindri tööpinna kulumine.

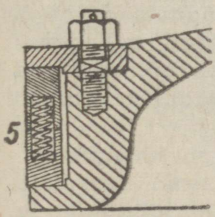
Suurt pinevust omavad üksikud spiraalvedrud. Osa kolvi põiklõikest sellise vedruga on kujutatud joon. 55. Kuna iga spiraalvedru võtab ringiliselt enda alla palju vähem ruumi kui lehtvedru, siis mahub spiraalvedrusid kolvi sama läbimõõdu puhul rohkem; järelikult suru-



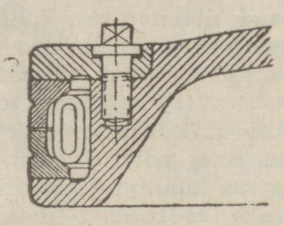


Joon. 57.

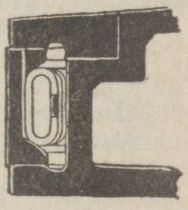




Joon. 58.



Joon. 59.



Joon. 60

takse tihendusrõngas radiaalselt ühtlaselt laiali. Veel paremini töötavad lainelised, pidevad vedrud, mis litsuvad tihendusrõnga laiali mööda tervet ringjoont; selline vedru omab lamedat lainesarnast või spiraalset kuju ja on keeratud rõngasse sellises läbimõõdus, et ta mahuks täpselt kolvi keha ja tihendusrõnga vahele. Need vedrud tehakse kas tervetena või kahest osast. Nende paremus seisneb selles, et nad suruvad tihendusrõngast ühetaolisemalt. Osa horisontaalsest kolvilõikest sellise vedruga lainekujulisest lindist on kujutatud joon. 56.

29. Ujuvrõngad.

Et saavutada tihendusrõnga täiesti ühetaolist tihendust üksikute spiraal- või lintvedrude abil, kasutatakse erilist vaherõngast (3) (joon 57), mis mahutatakse tihendusrõnga (2) ja kolvikeha (1) vahele. Seda nimetatakse ujuvrõngaks, sest ta ei kinnitu millegi külge ja hoidub kohal vaid tugivedrude (3) abil, mis mahutatakse tihendus- ja ujuvrõnga vahele. Niipea kui muutub mõne üksiku vedru pinevus, kajastub see otsekohe ujuvrõnga asendis.

Juhul kui ujuvrõnga puudumisel mingi üksik vedru on nõrgenenud, hakkaks diametraalselt vastupidi asetatud vedru selles kohas tugevamalt suruma tihendusrõngale, mis selle tõttu kuluks üleliigselt; ujuvrõnga olemasolul aga see surve anduks ujuvrõnga kaudu nõrgenenud vedrule ja surve tasakaal mööda tihendusrõnga ringi seab end uuesti jalule. Sama seade on kujutatud joon. 48 paremal poolel.

Kolvi kauase töö puhul kulub mitte ainult tihendusrõnga külgpind, vaid ka kitsad ülemised ja alumised ääred, mille tõttu masina surnudpunktidel kuuldub alalist kloppimist. Selle vältimiseks kasutatakse tihendusrõngast, mis on lõigatud kaheks horisontaalseks osaks —ülemiseks ja alumiseks — sellist ehitusviisi vedrudega, mis muljuvad neid mitte ainult vastu silindri seinu, vaid ka alla ja üles, kolvi alumise ääre ja kolvikaane vastu. Selline ehitusviis on kujutatud joon. 58, kus näeme osa kolvist kahe tihendusrõngaga (2), mis asuvad teineteise peal. Joonise ülemine osa kujutab tihendusrõnga lukku; see on varustatud spiraalvedruga (3), mis veab rõngaotsad laiali. Mõlemas rõngas on ehitatud ühtlaselt mööda ringi pesad, milledesse on mahutatud spiraalvedrud (5) (alumine joonis), mis võimaldavad ülemise rõnga alalist tihedat kokkupuutumist kolvi kaanega, samuti alumise rõnga kokkupuutumist kolvi äärega all.

Viimistletum ehitusviis on kujutatud joon. 59. Siin on tihendusrõngas lõigatud kaheks osaks, seespool aga on tehtud temas kallakud õlad (all ja ülal). Spiraalne lintvedru omab elliptilist läbilõiget ja püüdes laiali paisuda ta surub mitte ainult küljele, vaid ka kallakõlgadele, surudes laiali mõlemad tihendusrõnga pooled, mitte ainult silindri seinte vastu, vaid ka üles ja alla — kolvi kaane ja alusääre vastu. Selle ehitusviisi uuemates seadmetes (joon. 60) tehakse eraldiolevana vaid tihendusrõnga ülemine tugiäär, et oleks võimalik selle osa eemaldamisel asetada oma kohale tugivedru.

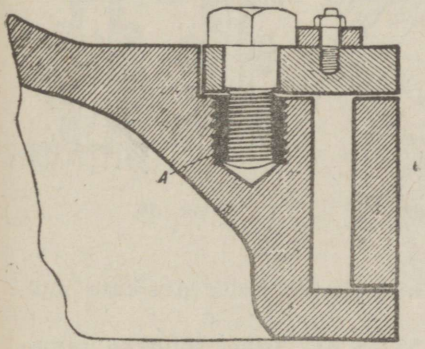
30. Kolvikaas.

Et tihendusrõngas ei saaks kolvilt maha hüpata ega kukuks välja vedrud, kaetakse rõngas ja vedrud ülalt kolvikaanega, mis lasub kolvikehal ja kinnitub viimasele kruvipoltidega. Vahel kasutatakse kruvipoltide asemel lõikega varustatud tikkpolte. Kruvipolte või tikkpolte, mis kinnitavad kaant, on malmist kolvi puhul parem sisse keerata mitte otsekohe kolvikehasse, vaid erilistesse kolvikehasse asetatud pronksmuhvidesse (A — joon. 61), kuna roostetunud ja kinnikeenud kruvid ja tikkpoldid lahtikeeramisel sageli murduvad.

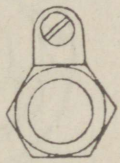
On väga tähtis, et masina töö ajal ükski kolvikaane polt ega mutter lahti ei keerduks, kuna sellest võib tekkida masina avarii. Selle vältimiseks varustatakse iga poldi pea või mutter erilise pidur-

plaadiga või kaitstakse kõik poltide pead või mutrid lahtikeerdumise eest ühe üldise pidurrõngaga.

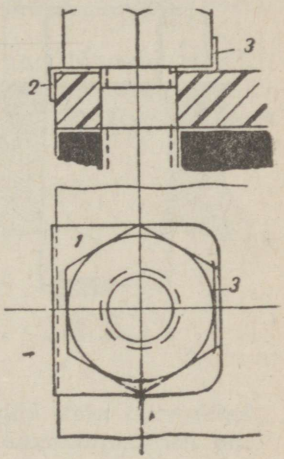
Esimene viis on näidatud joon. 62, 63 ja 64. Esimesel neist muljub pidurplaat vastu poldi pea kanti ja kinnitub kolvi keha külge kruviga. Joon. 63 omab pidurplaat L-kuju. Ta asetatakse mutri alla, täites seibi osa ja peale selle on ta vasakpoolne ots allapoole maha keeratud, muljudes kolvikaane ääre vastu; ülemine äär aga on keeratud ülespoole ja muljub vastu mutri kanti, takistades mutril sel viisil lahti



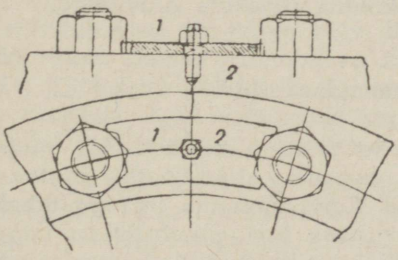
Joon. 61.



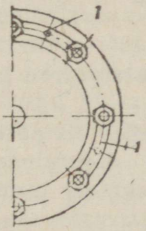
Joon. 62.

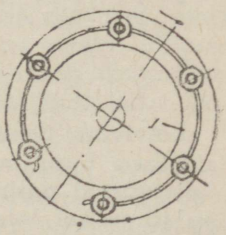


Joon. 63.



Joon. 64.

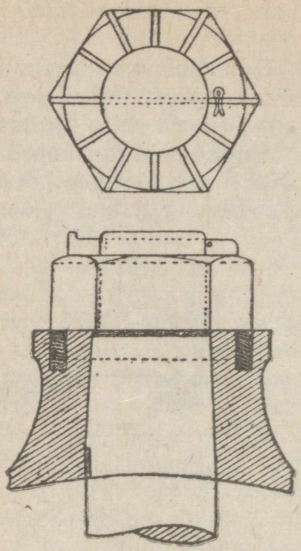




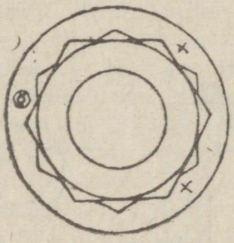
Joon. 65.

keerdumist. Joon. 64 asetub pidurplaat (1) kahe naabruses-oleva mutri vahel, mida ta pidurdab, ja peale selle kinnitub ta ise kolvikaane külge kruviga (2).

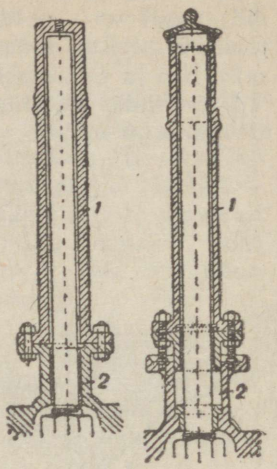
Joon. 65 on kujutatud pidurseade, mida kasutatakse tikkpoltidega kinnitatava kolvikaane puhul. Kõikidest tikkpoltidest ja mutritest läbipuuritud aukudest on läbi pistetud jämedast traadist rõngas (1).



Joon. 66.



Joon. 67.



Joon. 68.

Selle viisi nõrk külg seisneb selles, et pole võimalik üksikute mutrite lisapingutamine.

Pidurrõngas on näidatud joonistel 55 ja 61. Vahel tehakse pidurrõngasse nurgelised väljalõiked, milledesse mahub oma kahe kandiga poldipea. Pidurrõngas kinnitub kohale üksikute kruvidega.

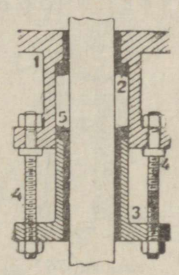
31. Kolvivarred ja tihenduskarbid.

Kolvivars ühendab kolbi ristpeaga ja tema ülesandeks on silindrisoleva auru survejõu üleandmine kepsule. Nüüdisajal taotakse kolvivarred parimast pehmest terasest. Kolvi ühendus varrega tehakse järgmisel viisil: kolvivarre ots treitakse kas silindrilisena vähemas läbimõõdus kui kolvivars ise, või kooniliselt; sellele otsale asetatakse kolb ja kinnitatakse pealtpoolt mutriga. Joon. 23 ja 48 on näidatud mõlemad varre ühendused kolviga. Vahel kasutatakse aga nende kahe viisi kombinatsiooni (joon. 18). Kui kolvivarre ots treitakse koonilisena, siis on soovitav varustada vars rõngalise osaga, millele istub kolb, muidu selle rõngalise kolvivarre osa puudumisel püüab kolvivars masina töötamisel inertsjõu mõjul ikka enam ja enam sisse tungida kolvisse, mõjudes kui kiil, ja ta võib lõpuks kolvi lõhki ajada. Kooniline ühendusviis esineb sagedamini kui silindriline.

Kolvi mutter kinnitub lahtikeerdumise vältimiseks kas kiiluga või erilise pidurplaadiga. Esimene viis on näidatud joon. 66. Nagu sellest näha, omab mutri ülemine pind kahtteistkümmend radiaalset kanalit pidurkiilu jaoks ja sel viisil jääb kolvivarre otsa läbiv kiil alati muutmatusse asendisse, mutri aga võib kinni vajutada nurga võrra, mis moodustab $^1/_{12}$ tervest ringist, s. o. 30°.

Pidurplaat on näidatud joon. 67. Nagu näha, on see ümmargune seib kaheteistkümne väljalõikega; nendesse väljalõigetesse mahutub mutter ja võib sel viisil kas kinni või lahti pigistuda nurkade võrra, mis on jagatavad kolmekümnega.

Kolvivarred tehakse sageli läbivatena, s. t. nad läbivad silindrikaane; nende kolvivarte puuduseks on, et nende jaoks on nõutav tihenduspuks silindri kaanes, kuid teisest küljest kõrvaldub kolvi



Joon. 69.

viltukiilumise oht, kuna kolvi liikumist juhitakse mitte ainult alt, vaid ka ülalt. Sellise läbijooksva kolvivarre ehitusviis on näidatud joon. 68. Tihenduskarbi äärik (2) teise variatsiooni puhul omab ümmargust vaheruumi, mis moodustab kupi, kuhu kallatakse õli. Kallakatel jõumasinatel tehakse kolvivarred alati läbivatena.

T i h e n d u s k a r b i d ehitatakse silindri selles osas, kus teda läbistab vars. Ta koosneb (joon. 69) kerest (1), sissepandavast rõngast — põhipuksist (2), kaanest ehk vajutispuksist (3) ja tikkpoltidest (4), mis on varustatud mutritega. Suurtes masinates valatakse tihenduspuksi kere eraldi põhjast. Tihenduspuksi kaas valatakse harilikult pronksist; kui ta on malmist, siis omab ta sissepandavat pronksmuhvi (5). Kui kolvivarre mõlemad pead on tehtud äärikutega, siis koosnevad sissepandav rõngas (2) ja muhv (5) kahest poolest.

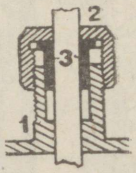
Tihenduspuksi kere õõnsusse pannakse tihend, mida vajutatakse kaanega, mille tõttu ta muljub end tihedalt vastu kolvivart. Et see muljumine osutuks täiuslikumaks, omavad kaas ja põhipuks (sissepandav rõngas) kallakust varre poole. Muhvide sisemine läbimõõt

peab olema suurem kui varre oma, et lubada varrele väikest külgliikumist.

Tihenduspuksi tikkpoltide arv on kas 2, 3, 4 või enam. Kõikide tikkpoltide mutreid peab pingutama ühetaoliselt, muidu tekib muhvi kiivumine.

Väikeste varte jaoks kasutatakse vahel tihenduspukse, mille ehitus on näidatud joon. 70. Mutter (2) keerdub kere (1) lõike peale ja vajutab puksi (3).

Kasutatakse asbest-, patent- ja metalltihendit. Asbesttihend valmistatakse asbestniitidest ja ta omab ümmargust või kvadraatset läbilõiget. See tihend talub hästi kõrget temperatuuri. Väikeste tihenduskarpide jaoks põimitakse tihend käsitsi asbestniidist. Kasutamisel lõigatakse tihend tükkideks varre mõõdete järgi ja immutatakse hästi naftarasvaga või silindriõli ja grafiidi

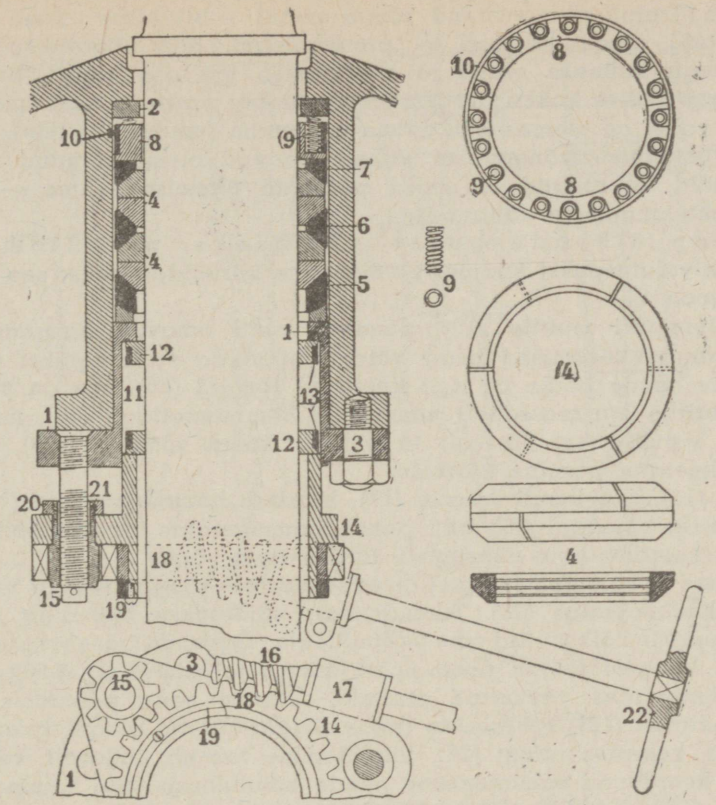


Joon. 70.

seguga. Tihendi esimesed keerud lükatakse tihenduskarbi põhjani puupulkadega, siis aga kasutatakse iga järgmise ringi pingutamiseks vajutispuksi. Üksikute tihendusrõngaste otsad asetatakse alati selliselt, et nad ei ühtiks. Topendi uuestipakkimisel peab asetama uued rõngad karbi põhja poole. Vanade, väljavõetute seast valitakse siis kõlblikud välja, immutatakse need uuesti õlis ja nad kõlbavad jälle kohalepanemiseks. Aja puudusel võib tihendi vahetamisel piirduda ainult mõne uue keeru juurdeasetamisega.

Patenttihend koosneb asbestniitidest, milledesse on sisse põimitud valgemetallist traat. Vahel omab tihend vasest südamikku. Hea topendi niidid on grafiidiga hästi läbi immutatud.

Metalltihend koosneb valgemetallrõngastest. Sellise tihendi ehitus on näidatud joon. 71. Selle metalne osa asetseb muhvi (1) ja pronksrõnga (2) vahel. Muhv (1) on surutud tihedalt tihenduskarbi kere vastu tikkpoltide (3) mutrite abil. Kaks paari valgemetallrõngaid (4) asuvad kolme pronksrõnga (5, 6 ja 7) vahel. Iga valgemetallrõngas (4) koosneb kolmest osast ja omab sellel pinnal sooni, millega ta puudutab vart. Nende rõngaste välispinnal on kallakad ääred (v. joon. paremal pool). Pronksrõngad on tehtud kahest osast ja



Joon. 71.

omavad sisemisi kallakpindu, milledega nad muljuvad end rõngaste (4) kallakute vastu ja püüavad viimaseid nihutada vastu vart.

Ülemise rõnga (7) peal asetseb pronksrõngas (8) ühes avadega vedrude (9) jaoks. See rõngas koosneb samuti kahest osast, mis on kokku tõmmatud terasrõnga (10) abil. Sellise abinõu otstarve on pingutada alaliselt metalltihendit selle kulumise määral. Vedrud (9), tuginedes rõngasse (2), suruvad kogu aja rõngast (8) allapoole ja lahti; see surve aga kandub üle pronksrõngastele (6), (7) ja (8), mis mõjutavad rõngaid (4), nagu oli mainitud ülalpool. Muhv (1) omab soont (11), mis on täidetud asbesttihendiga. Tihend asetseb kahest poolest koosnevate pronksrõngaste (12) vahel, mis tõmmatakse kokku terasrõngastega (13). Asbesttihendi pingutamine toimub vajutispuksiga (14) mutrite (15) abil.

Ex bibl. [illegible]

Iga valgemetallrõngas peab olema enne kohaleasetamist hästi sobitatud. Treipingil ületreitud rõnga puhul sobitatakse: lame osa — rihtplaadil, kooniline osa — pronksrõngal. Siis lõigatakse rõngas rauasaega kolmeks osaks ja sobitatakse iga osa eraldi. Sobitatud osad asetatakse kokku pronksrõngale ümber varre ja veendutakse, et nende vahel on olemas küllaldane vaheruum (umbes $1^1/_2$ mm).

Iga valgemetallrõngapaari vahele peavad olema pandud väiksed tikkpoldid, et rõngad ei saaks pöörelda üksteise suhtes — nende otste ühtelangemise vältimiseks.

Seade tihenduspuksi ühtlaseks pingutamiseks tehakse vajutuspuksi kiivumise võimaluse kõrvaldamiseks; see on näidatud joon. 71.

Vajutuspuksi mutrite (15) alumised osad omavad hammasrataste kuju. Nende keskmised osad võivad pöörelda vabalt puksi avades, ülemiste osade peale on aga keeratud rõngad (20), mis on stopatud (21). Mutrite hammasrattad hambuvad hammasrattaga (18), mis asub vabalt vajutispuksi äärikul; ta hoidub kohal rõngaga (19), mis on peale keeratud samale äärikule.

Tigu (16), mis lasub laagris (17), hambub hammasrattaga (18). Teo keeramisel käsiratta (22) abil paneb hammasratas liikuma kõik puksi mutrid, keerates neid ühesuguse tiirude arvu võrra.

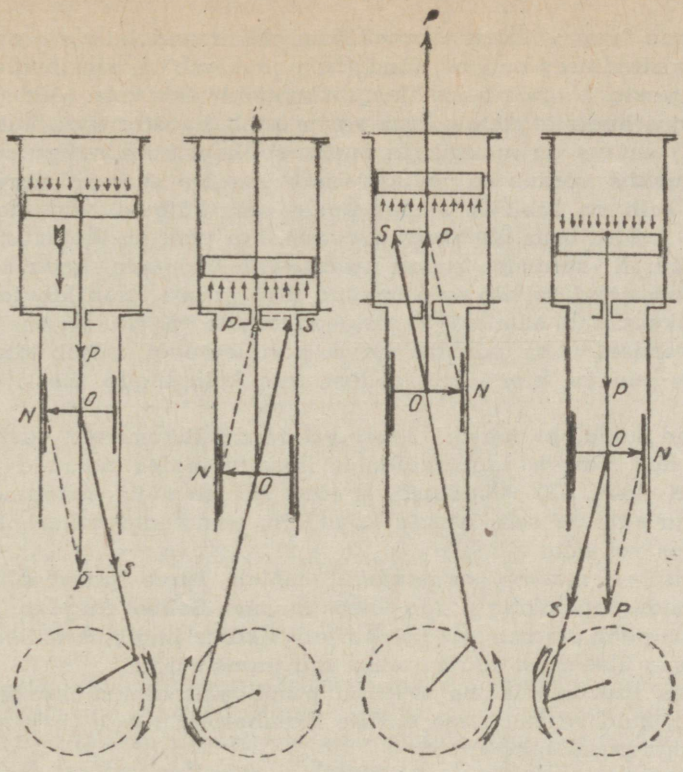
Seadme kohalemonteerimiseks vabastatakse rõngas (19) ja võetakse maha hammasratas (18). Tihenduskarp täidetakse tihendiga ja keeratakse peale kõik mutrid oma tikkpoltidele. Õgvendatakse vajutuspuksi, mõõtes kaugusi neljalt poolt puksi ääriku ja muhvi (1) ääriku vahel ning pingutades vastavaid mutreid. Pärast seda pannakse peale hammasratas (18), keeratakse peale rõngas (19) ja pingutatakse vajutispuksi, keerates ratast (22). Pingutamine toimub ühtlaselt, sest kõik mutrid keerduvad samasuguselt nende hambumise tõttu hammasrattaga (19).

Kui tihenduspuks ei oma seadeldist ühtlaseks pingutamiseks, siis enne vajutispuksi pingutamist peab selle seadma nii, nagu oli seletatud eespool, siis aga pingutatakse kõik mutrid kordamööda ühesuguse tiirude arvu võrra.

Kepsumehhanism.

32. Kepsu ja liuglejat mõjutavad jõud.

Kolvivarre sirgjooneline liikumine muudetakse kepsu ehk vändaja ja vända abil tiirlevaks võlli liikumiseks. Seejuures peab kolvivarre enese liikumine olema täpselt otsejooneline, mille otstarbel ehitatakse



Joon. 72. *Joon. 73.*

kolvivarre otsa külge nn. ristpea liuglejaga, mis liigub eriliste juhtpindade või paralleelide vahel.

Joon. 72 ja 73 on kujutatud vertikaalse aurumasina ülekandemehhanismi skeemid. Oletame, et võlli pöördumine toimub kellaosuti liikumise suunas, mis vastab masina edasikäigule. Nimetame auru keskmise surve kolvile kogu tema käigu ajal p_i (kg/cm²). Siis aurusurve kogu kolvipinnale on:

$$P = p_i \frac{\pi D^2}{4} \text{ (kg)},$$

kus D on silindri (kolvi) läbimõõt cm-tes.

Jõudu P võib ümber rakendada tema mõju suunas punkti (O), s. t. ristpea ja kepsupea ülemisse tsentrisse. Selles punktis lahutame jõu mehaanika seaduste järgi kaheks komponendiks: üheks (S), mis on suunatud piki kepsu, ja teiseks (N), mis on suunatud punktist (O) liugleja peegelpinnale. Jõud (S) surub väntajale, jõud (N) aga liugleja

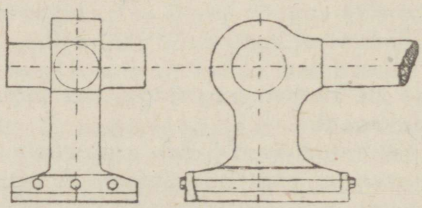
juhtpindade vastu. Kolvi tagasiliikumisel suundub auru survejõud kolvile vastupidises suunas, jõud (N) aga surub ka siin liugleja juhtpindade vastu. Nagu näeme: kasulikku tööd teeb vaid jõud (S), jõud (N) surudes liugleja juhtpindade vastu aitab kaasa nende kulumisele.

Jõu (N) suurus on muutlik ja suureneb kepsu kallakuga: ülemises surnud-punktis võrdub ta nulliga; maksimaalse suuruse saavutab ta siis, kui kolb on läbinud umbes poole oma käigust, vänt aga pöördunud 90° võrra oma ülemisest asendist. Kui vänt on ületanud surnud-punkti, jõu (N) surumise suund paralleelile ei muutu, kuna seejuures auru surumisjõud kolvile on suunatud üles ja see tuleb lahutada juba kepsu pikendatud suunale ja ristpea samale teljele. Näeme, et masina tiirlemisel ühes suunas surve paralleelilegi mõjub alati ühes ja samas suunas, olenemata sellest, kas kolb liigub üles- või allapoole.

Oletame nüüd, et masin tiirleb kellaosuti liikumisele vastupidises suunas, mis vastab tagasikäigule. Konstrueerides samade jõudude kolmnurki (joon. 73) veendume, et jõud (N) on nüüd suunatud vastupidiselt ja säilitab selle suuna kogu aja, olenemata sellest, kas kolb liigub üles või alla.

Nii siis — masina edasikäigul mõjub surve paralleelile alati ühes suunas, tagasikäigul aga teises suunas. Sellest järgneb, et laeva aurumasin peab omama iga ristpea jaoks kahte liuglejat, milledest üks täidab oma ülesannet edasi-, teine aga tagasikäigul.

Kergetes laevamasinates tehakse paralleelid ainult üheküljelistena (joon. 74), kuid varustatakse eriliste klamberpindadega (b joon. 77) — tagasikäigu-paralleelidega.



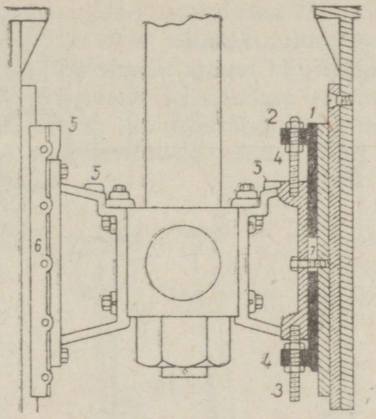
Joon. 74.

33. Ristpead.

Masina osa, mille külge on ühendatud kolvivars ja keps ja mis liigub juhtivates paralleelides, nimetatakse ristpeaks.

Ristpead erinevad nii nendega ühendatud liuglejate arvult kui ka ühendusviisilt kolvivarre ja liuglejaga. Ühendusviisilt väntajaga (kepsuga) on ristpäid väntaja laagriga ja ilma (joon. 75, 76 ja 77). Ristpeaga ühendatud liuglejate arv võib olla üks, kaks või neli.

Ristpea on masina osa, mis kannatab maksimaalselt tõmbe- ja survejõudude all, kuna temale on koondatud kogu surve kolvile; sellepärast tehakse ristpead tugevamast materjalist, nimelt taotakse välja terasest. Liugleja tald tehakse terasest või malmist, vahel ka pronksist, ja valatakse harilikult üle valgemetalliga.

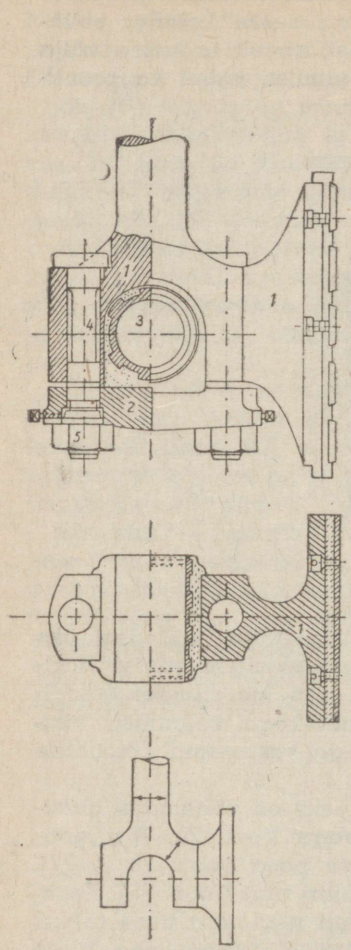


Joon. 75.

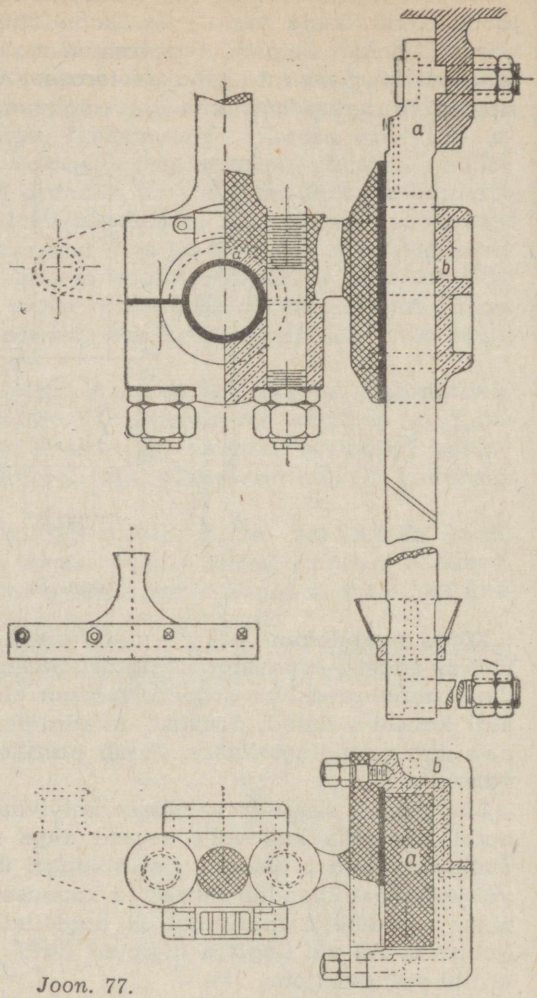
Kõige sagedamini esineb ehitusviis kahe liuglejaga, milledest üks töötab edasi-, teine tagasikäigule. Selline konstruktsioon vastab hariliku kaubalaevastiku propellermasina tüübile, kus iga silinder hoidub ülal kahest valatud, õõnsast, kvadraatse läbilõikega kolonnist, ristpea aga oma liuglejatega liigub paralleelidega varustatud kolonnide vahel.

Mis puutub ristpea ühendusse kolvivarrega, siis on vähematel masinatel kolvivars kas välja taotud ühes ristpeaga (joon 74, 76), moodustades ühtlasi väntaja kaela laagri ülemise pesa (joon. 76 ja 77), või kolvivars ühendub ristpeaga koonuse ja mutri abil (joon. 75). Keskmiste mõõdetega masinatel on liuglejad taotud ristpeaga ühes tükkis (joon. 76, 77) või liugleja tugipind (tald) kinnitatud ristpea keha külge eraldi poltidel (joon. 75).

Ristpea konstruktsioon kahe liuglejaga on kujutatud joon. 75. Selleks et võiks alati reguleerida liuglejate survet paralleelide vastu, varustatakse suurematel masinatel, liugleja kiilvajutisseadmega, mis on kujutatud samal joonisel (75). Ristpea ja edasikäigu-liugleja vahel, mis kannatab kõige enam hõõrdumiskulumise all, on kaks kiilu (1), mis joonisel on näidatud mustadena. Mutrid (2) ja (3) on kiilude pingutamiseks. Mutrid (4) on pidurmutrid. Õlad (5) on varustatud aukudega aasade sissekeeramiseks liugleja lahtivõtmisel. Plaadid (6), mis on kinnitatud taldade külge, takistavad liugleja külgliikumist.



Joon. 76.

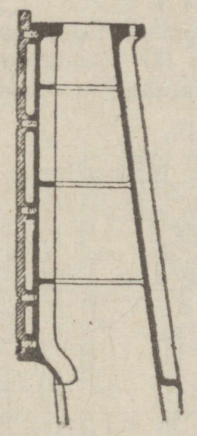


Joon. 77.

Ristpea ühe liuglejaga on kujutatud joon. 76. Siin omab kolvivars kahvlisarnast pead, mis on välja taotud ühes kolvivarrega. Sellesse peasse on mahutatud kepsu kaela horisontaalne laager (3). Kaas (2) kinnitab seda laagrit kahe poldi (4) abil, mis pannakse sisse ülaltpoolt. Mutri (5) osa, mis on uputatud laagri kaanesse, omab silindrilist kuju, soonega keskel. Soon on selleks, et pidurkruvi pidurdaks pingutatud mutri ükskõik missugusele nurgale pööramisel. Mutri väljaulatuv osa omab harilikult kuuekandilist kuju.

Liugleja tugitald on pronksist ja kinnitub uputatud peadega poltide abil.

Joon. 77 on kujutatud ühekülgne liugleja kergemat tüüpi. Tema peaerinevus seisneb selles, et paralleel (a) on lame terasest laud, mis on mõlemalt poolt ümber haaratud liuglejast (b). Liugleja koosneb kahest osast: 1) mis töötab edasikäigule, on välja taotud terasest ühiselt ristpeaga; ta liuglev pind on valatud üle valge metalliga; 2) selle osa külge kinnitub poltide abil vändakujuline tagumine osa (b), mis haarab tihedalt paralleeli kolmest muust küljest; sel viisil on paralleel nii-öelda läbi pistetud liuglejast ja viimane ei saa kuidagi täiesti ära kalduda oma otsejoonelisest liikumissuunast. Selle liugleja puuduseks on asjaolu, et teda ei saa paralleelilt maha võtta lahti võtmata.



Joon. 78.

34. Paralleelid.

Paralleelideks nimetatakse kas malmist või terasest laudu, mis on liuglejatele juhtpindadeks. Kuna iga masina silinder võib omada kas nelja, kahte või ühte paralleeli, siis sellest oleneb ka paralleelide mitmesugune ehitusviis.

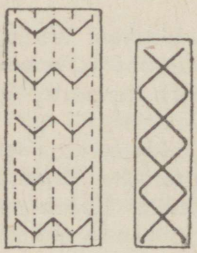
Paralleelid kinnituvad kruvipoltidega kolonnidele, kas eri tükkidena (joon. 78) või moodustades nendega ühe terviku. Esimesel juhul, nagu näha joon. 78, kinnitub paralleel kolonnile ümarate peitpeakruvidega. Paralleelid peavad olema ehitatud ja nende asend kontrollitud selliselt, et nende pinnad oleksid täpselt paralleelsed silindri ja kolvivarre telgedega, muidu hakkab liugleja nendes kas kinni kiilnema või töötama kloppimistega. Paralleelide hea seisukorra kontroll on

mehaaniku tõsisemaid ja hädavajalikumaid ülesandeid. Paralleeli tööpind hööveldatakse ja tasandatakse kaabitsemise teel ja sellesse pinda raiutakse poolümmargused õlisooned, mis omavad harilikult kas ristuvate sirg- või poolümarate joonte kuju (joon. 79).

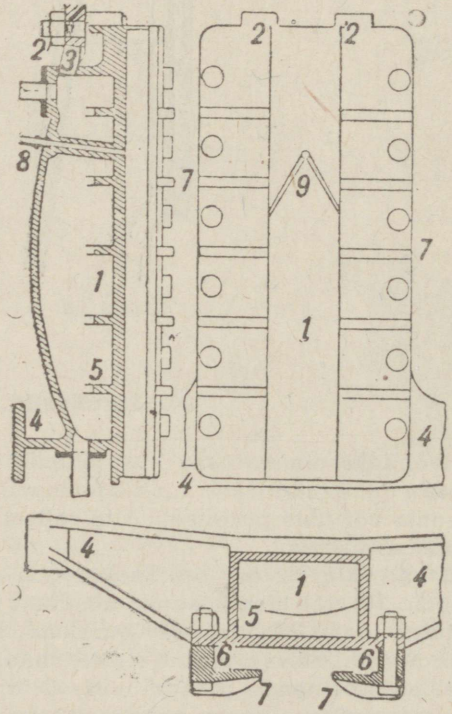
Puuduliku määrimise või halva järelevalve puhul võivad paralleelid tugevasti soojeneda, mille tõttu võib sulada valgemetall, millega on üle valatud liuglejad. Sellepärast tehakse kiirkäiguliste masinate paralleelid sageli õõnsatena ja nende siseruumis (1) (joon. 80) tsirkuleerib läbivoolav vesi, mis kaitseb neid äkilisest soojenemisest. Samal joonisel tähendab: (7) — juhtpinnad tagasikäiguks, (9) — õlisooned, (8) — õli juurdevool.

35. Kepsud.

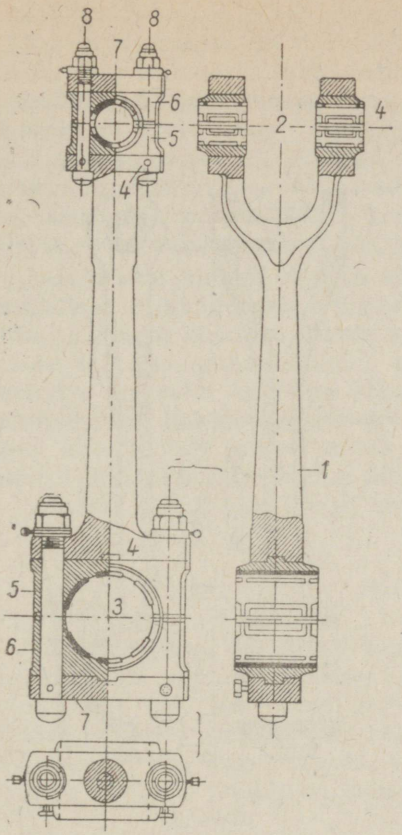
Keps (väntaja) koosneb järgmistest osadest (joon. 81): 1) kepsu keha, 2) kepsu pea ja vändalaager (3). Vändalaager haarab vända kaela; ülemine pea tehakse kahvlikujuline ja olenedes ristpea ehitusest, kas



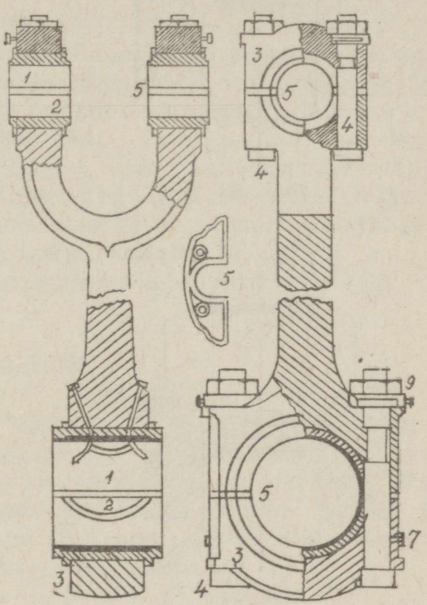
Joon. 79.



Joon. 80.



Joon. 81.

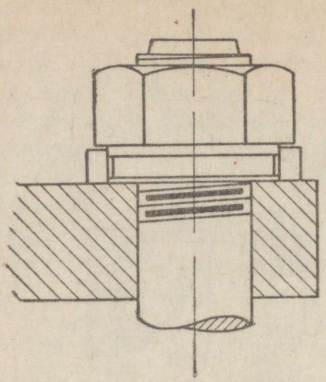


Joon 82.

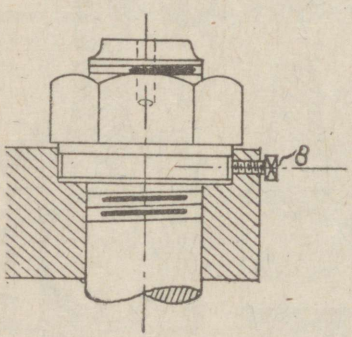
pealaagritega (joon. 81) või nendeta, kuid siis põikkaelaga (joon. 85). Teist liiki ehitusviis on lihtsam selles suhtes, et siis on kepsu ülemises ühenduses vaid üks laager. Kahe ülemise laagri korral on rohkem võimalusi väntaja viltukiivumiseks. Kepsud taotakse terasest. Kepsuvarb omab enamasti koonilist kuju, harvem silindrilist.

Joon. 82 on näidatud kepsulaagrid kahest pronksist sissepandavast poolest (1) ja (2), mis on valatud üle valgemetalliga. Laagri kinnitamine toimub kaanega (3) kahe pingutuspoldi (4) abil. Laagripoolte vahele asetatakse pronksvahelehed (5).

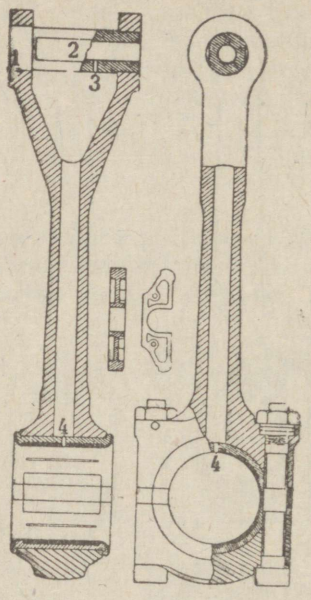
Vahelehtede otstarve on võimaldada laagripoolte tarvilist pingutamisastet. Sisepoolte metalli kulumisel hõõrdumise tõttu peab vähendama vahelehtede paksust; seda saavutatakse nende peenemaksviilimise teel. Vahelehtede õigesti kohaleseadmiseks varustatakse nad



Joon. 83



Joon. 84.



Joon. 85.

väikeste tikkpoltidega. Sageli tehakse vahelehed mitmest osast, s. t. et paksu vahelehe peale asetatakse veel mitu õhukest valgevaskplekist lehte erisuguses paksuses. Sel juhul lõtku vähendamiseks laagris on küllalt eemaldada vastava paksusega vaheleht.

Laagrite ülevalamist valgemetalliga toimetatakse nende sobitamise kergendamiseks. Peale selle laagri kuumenemisel sulab valgemetall enne, kui kiilneb kinni ristpea tapp. Õlitamise otstarbel raiutakse valgemetalli kanalid, millede kaudu tuleb õli määrimiseks. Kanalite kuju ja asetus on näidatud vända laagril.

Laagrite pingutuspoldid passitakse oma pesadele tihedalt. Osal oma pikkusest omavad nad vähemat läbimõõtu selleks, et oleks võimalik neid kergemini kohale passida. Poldid tungivad osalt pronkslaagripooltesse, et takistada ümmarguste laagripoolte pöörlemist. Poldi pea seadistatakse ninaga, mis takistab poldi pöörlemist mutri pealekeeramisel. Poltide pead tehakse ümmargustena.

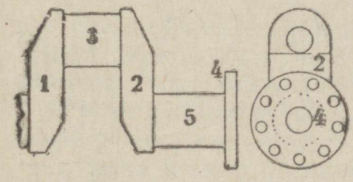
Kui poldi mutter on ära võetud, siis hoiab polti veel kohal väike kruvi (7). Poltide mutrid omavad alati pidureid. Pidur, mis asub vändalaagri mutri juures (joon. 83), koosneb rõngast, millesse on keeratud kruvi. See kruvi tungib õnarasse, mis on treitud mutri silindrilisse ossa. Et rõngas ei saaks liikuda, omab ta tikkpolti, mis astub vastavasse õõnsusse kepsu peas. Kepsu pealaagri piduriks on kruvi (8), mis mahutub mutri uputatud osa soonesse (joon. 84). Peale selle varustatakse polte ka veel plintidega.

Joon. 85 on kujutatud keps kaelaga. Enne kaela paigutamist kepsu kahvlisse soojendatakse viimast, mille tõttu pärast jahtumist saavutub tihe ja kindel ühendus. Peale selle on kael varustatud veel tikkpoltidega (1), mis takistab kaela pöörlemist. Vasakpoolne auk kepsu kahvlis on veidi suurema läbimõõduga kui parempoolne, kaela hõlpsamaks kohaleasetamiseks. Kaela küljeosad on maha lõigatud, sest kael töötab laagris ainult oma ülemise ja alumise osaga. Pealaagri õlitamine toimub läbi õõnsa kaela, kanalite (3) kaudu.

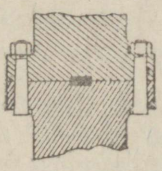
Väntvõll õlitub läbi õõnsa kepsu keha ja kanaleid (4) mööda.

36. Väntvõll.

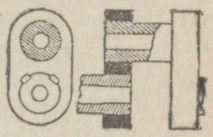
Väntvõll (joon. 86) lasub oma kaeltega (5) masinaraami laagrites ja koosneb mitmest vändast. Igal vändal on kaks palet (1 ja 2) ning kael (3). Väikestes masinates valmistatakse väntvõll ühest tükist. Suurtes masinates koosneb ta alati mitmest osast, mis sisaldavad kas ühte või kahte vänta. Võlli iga osa ühineb naaberosaga ääriku (4) abil; poldid on silindrilised või koonilised.



Joon. 86.



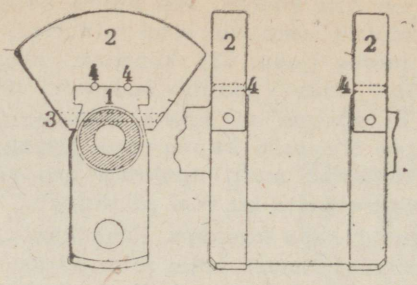
Joon. 87.



Joon. 88

Võll taotakse valuterasest; kasutatakse selleks ka nikkelterast. Sageli valmistatakse võllid kerguse mõttes ka õõnsatena, s. t. pärast võlli valmistamist puuritakse osa temast välja. Samaks otstarbeks on harilikult vända palgete otsad ka kallakalt maha lõigatud.

Võllid ühendatakse omavahel äärikutega. Ühenduspoldid on pesadele hästi sobitatud ja peavad olema nummerdatud. Vahel pannakse ühendatavate võlliosade vahele kiil (joon. 87). Selle kiilu otstarve on vähendada pingeid, mis tekivad ääriku poltides.



Joon. 89.

Sageli väntade palged taotakse välja üksikult (joon. 88) ja pannakse kohale (kokku) kuumas olekus. Võlli ühenduskohtadesse paigutatakse kiilud. Vända kael pidurdatakse salajaste kruvidega. Võlli ja kael on ühenduskohtadel harilikult suurema läbimõõduga.

Kiirelt pöörlevates masinates on liikuvate osade (vända, kepsu, kolvivarre ja kolvi) tasakaalustamiseks tarvilikud nn. t a s a k a a l u d või v a s t u k a a l u d. Nad on välja taotud ühes võlliga või valmistatud eraldi. Viimasel juhul peavad nad kinnituma tugevasti võlli külge.

Joon. 89 omab vända pale T-kujulist osa (1), mille peale asetatakse vastukaalutükk (2), mis kinnitatakse tikkpoltide (3) ja (4) abil. Nende tikkpoltide otsad needitakse pärast vastukaalutükkide kohaleseadmist.

KOLMAS PEATÜKK.

Võllistik ja selle laagrid; sõupropellerid.

37. Üldist.

Aurulaeva masina võllistik koosneb mitmest osast, ja nimelt: väntvõllist (v. p. 36, lk. 50), tugivõllist, vahevõllist ja saba-, sõu- ehk propellervõllist.

Võllide valmistamiseks võetakse sitkest Siemens-Martin'i terasest valutükid, millest taotakse välja võlli üksikud osad. Vahel need valutükid väljudes ahjust veel poolvedelas olekus pressitakse täiendavalt kokku, et saavutada sitkemat terast. Pehmest terasest võllide puhul on laagrid harilikult üle valatud valgemetalliga, sest vastasel korral võlli kaelad kuluvad ruttu. Kiirkäiguliste reisijatelaevade väntvõllid valatakse nikkelterasest, mille tugevus on palju kõrgem.

38. Tugivõll.

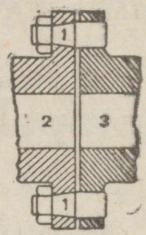
Tugivõll järgneb masina väntvõllile. Ta valmistatakse terasest ja omab pinnal rõngalisi väljaastmeid (tugirõngaid), milledega võll tugineb tugilaagrisse.

Tugivõlli ühendus väntvõlliga tehakse sellisena, et võiks võlle kergesti teineteisest eraldada. See osutub vajalikuks, kui soovitakse näiteks kahe masina puhul kasutada käiguks ainult ühte. Siis teise masina võllid eraldatakse, et tugivõlli pöörlemisel (vee survest propellerile) masin ei pöörduks ilmaaegu. Seepärast nimetataksegi muhvi, mis ühendab neid võlle — eraldusmuhviks.

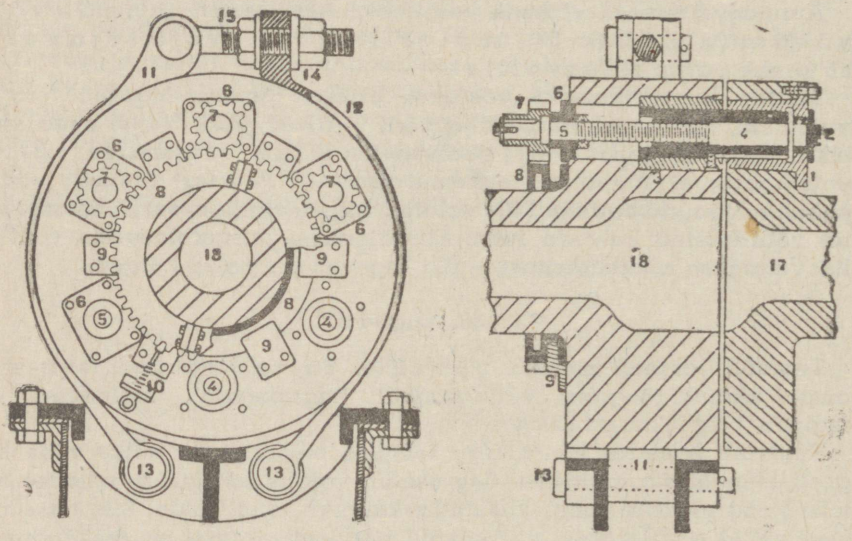
Lihtsama kujuga eraldusmuhv on näidatud joon. 90. Nagu sellest näha, on koonilised ühenduspoldid kinnitatud vaid tugivõlli (2) muhvis, nende silindrilised pead aga mahutuvad väntvõlli (3) muhvi.

Mõlema ääriku vahele jäetakse vaheruum, mis lubab tugivõllile väikest liikumist. Selline ehitusviis on tarvilik, sest ilma selleta tugilaagri kulumisel tugivõll nihutaks enesega ka väntvõlli. See aga põhjustaks masinaosade väärasetust ning tekiks kõikide masinalaagrite kuumenemine.

Lahutatud võllide ühendamiseks käigul on p i d u r. See koosneb kahest painutatud lindist, mis haarab ümber vänt- ja tugivõlli äärikud. Vahel vooderdatakse piduri pind p o k k p u u-plaatidega. Piduri lahti- ja kinni- pigistamine toimub ülalt linte ühendava poldiga. Lintide alumised otsad pöörlevad telgedel, mis on kinnitatud masina vundamendile.



Joon. 90.



Joon. 91.

Joon. 91 on näidatud suure masina eraldusmuhv. Väntvõlli muhv (17) omab kuut ava, mis on vooderdatud pronkspuksidega (1), millede välised avad on suletud korkidega (2). Vastavad avad tugivõlli muhvis (18) omavad samuti pronkspukse (3).

Võllide ühendamiseks on terasmuhvid (4), mis võivad liikuda edasi ja tagasi varbade (5) abil. Varbade parempoolsed otsad omavad lõiget

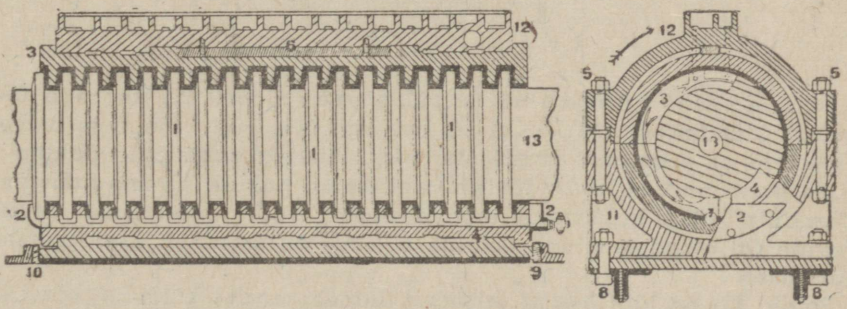
vasakpoolsed aga pöörlevad plaatides (6), mis on kinnitatud tugivõlli muhvi külge.

Et oleks võimalik kiiresti ühendada muhve, siis kõik terasmuhvid (4) liiguvad üheaegselt. Selleks otstarbeks on varbade (5) külge kinnitatud kiiludel hammasrattad (7), mis hambuvad vabalt tugivõllile asetatud hammasrattaga (8). See koosneb kahest osast, mis on omavahel kinnitatud poltidega. Hammasratta kohalhoidmiseks on plaadid (10). Seadme keeramine toimub käristi abil, mis asetatakse ükskõik millise hammasratta (7) kaelale.

Samal joonisel on näidatud ka pidur. Selle mõlemad pooled (11) ja (12) võivad pöörelda telgede (13) ümber. Piduri kinnipigistamine toimub mutriga (14), vabastamine — mutriga (15). Vabastatud asendis tuginevad piduri lindid nurkraudadesse, mis asuvad mõlemal pool muhvi.

39. Tugilaager.

Selle ülesanne on võtta endale sõupropellerist tekkinud surve ning üle anda see laeva kerele. Selleks otstarbeks peab laagri vundament olema konstrueeritud eriti tugevana. Laagri enda ülesanne on ainult võtta vastu surve propellerilt. Tugilaagreid on kolme liiki.



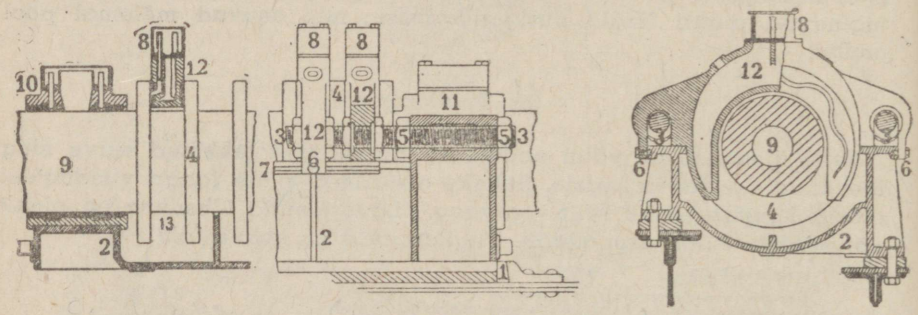
Joon. 92.

Penn'i süsteemi tugilaager (joon. 92) koosneb kahest sissepandavast poolest (4) ja (3), mis asetsevad laagri keres (11) ja kaanes (12). Kaas kinnitub kere külge poltidega (5). Laagripoolte pöörlemist takistab kiil (6).

Laagripoolte sisemine pind omab rõngasuurdeid, mis on üle valatud valgemetalliga. Pindadel, millede vastu hõõrduvad tugivõlli (13) rõngad (1), on tehtud sooned õli jaoks (v. parempoolset joonist). Kaane pealmine osa moodustab õlitoosi, millest õli voolab kaane sügavikusse tahtide või kraanide abil. Neist sügavikest tungib õli edasi mööda kanaleid laagri hõõrduvatele pindadele.

Alumises laagripooles on puuritud kanal (7), mis ühendab kõik uurded õlikarpidega (2). Võlli pöörlemisel haaratakse õli kanalist kaasa ja ta tõuseb mööda uurdeid võlli pöörlemise suunas. Laagripoolte ümber tsirkuleerib ülepoordi-vesi laagri jahutamiseks.

Laagripoolte kulumisel võib nihutada laagrit tagasipoole kiiluga (9). Selleks otstarbeks lõdvendatakse poltide (8) mutrid, millede avad laagrikeres on tehtud o v a a l s e t e n a, tõmmatakse väljapoole kiil (10) ja vajutatakse tarvilisel määral sisse kiil (9). Pärast seda kinnitatakse kiil (10) kohale. Kiilud tuginevad t u g e d e s s e, mis on needitud vundamendi külge. Penn'i tugilaager on suure lihtsusega, kuid ta puuduseks on sobitamise tülikus.



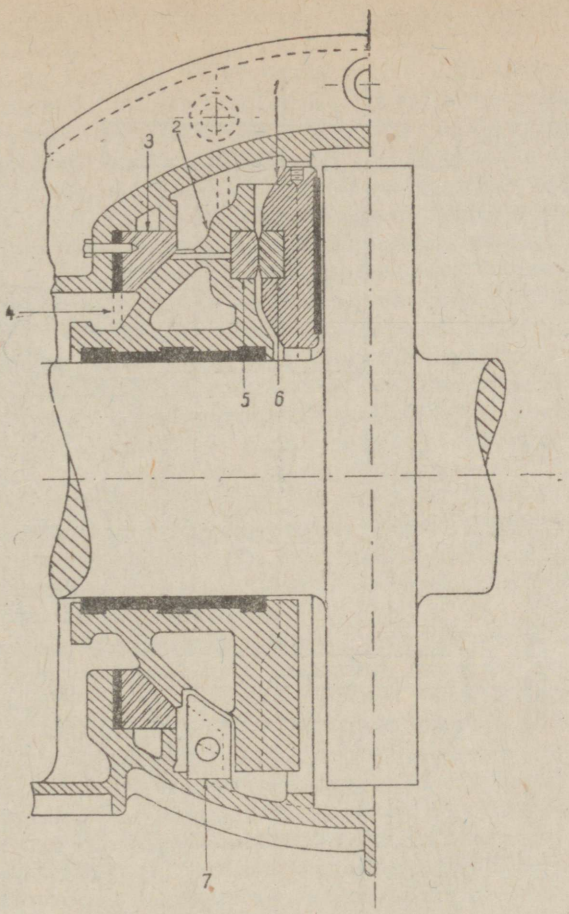
Joon. 93.

M a u d s l e y' s ü s t e e m i t u g i l a a g e r (joon. 93) koosneb üksikutest klambritest (12), mis on asetatud tugivõlli rõngaste vahele. Klambrid on reastatud kohale terasest lõikega varustatud poldile (3) kahe paari mutrite abil. Mutritele abiks on poldid (6), mis takistavad klambritel välja kukkumast oma asendist võlli pöörlemise suunas. Poltide (b) otsad tungivad soonde (7), mis on freesitud kere ülemisse äärikusse.

Poldid (3) on läbi lastud erilistest, kandelaagrite külgedel olevatest muhvidest (10) ja (11) ja kinnituvad nendele kahe mutri (5) abil. Avad klambrites poltide (3) jaoks on lõigatud pinnani, millega klambrid lamavad laagrikere ülemisel äärikul. See konstruktsioon võimaldab klambreid kergesti maha võtta.

Klambrid valatakse malmist või terasest ja vooderdatakse valgemetalliga. Klambrid tehakse õõnsatena ja neist voolab läbi ülepoordi jahutamisvesi. Pealpool on klambritele kinnitatud õlitoosid (8). Õli tilgub nendest mööda kanaleid klambrite hõõrduvatele pindadele, milledesse on raiutud uurded. Klambrite pealt tilgub õli laagrikere künasse, mille tagajärjel tugivõlli (9) rõngad (4) ujuvad kogu aja õlis.

Laagrikeres on luugid küna puhastamiseks. Õli jahutamiseks on künasse asetatud erilised torud, mida mööda tsirkuleerib jahutusvesi.

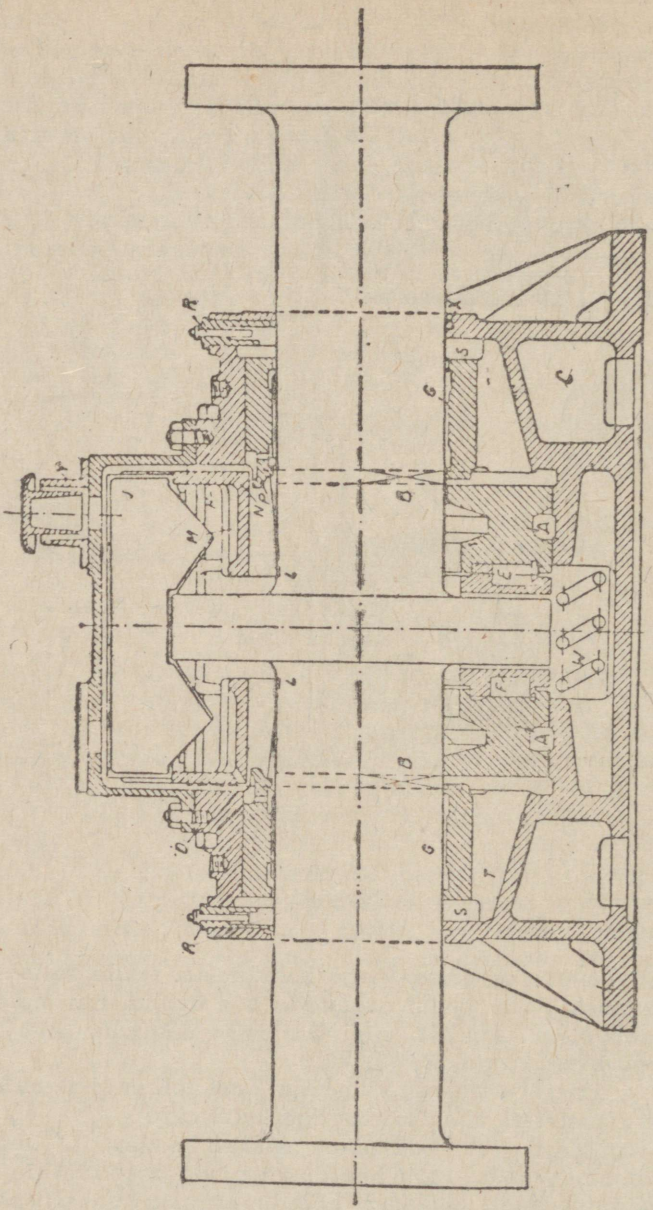


Joon. 94.

Selle laagri hüveks on tema kerge sobitamine. Peale selle on võimalus ühe klambri rikke puhul asendada see uuega. Kui masina töö vältel soojeneb mõni klamber, siis võib seda nihutada mutrite abil, mis kinnitavad klambrit poltide (3) külge.

M i c h e l l ' i t u g i l a a g e r. Viimastel aastatel on hakatud kasutama Michell'i süsteemi ühe tugirõngaga tugilaagrit.

Michell'i tugilaagri töö põhimõte seisneb selles, et tugirõnga metalli hõõrdumine vastu laagri hõõrduvat pinda asendatakse elastse õlikihi sisehõõrdumisega mõlema hõõrdumispinna vahel; see kiht takistab hõõrdepindade vahetut kokkupuutumist ja kulumist.



Joon. 95.

Joon. 94 on kujutatud lõikes laagri vasak pool, mis võtab endale tugisurve edasikäigul.

Kogu laager on kera- või silindrikujuline õliga täidetud karp. Laagri vahetuks hõõrdumispinnaks osutub mitu (viiest kuni kaheksani) üksikut isetsentreeruvat pronkssegmenti (1), mis on üle valatud valgemetalliga ja asetatud pronkslaagrikeres (2) olevatesse vastavatesse pesadesse; viimases, s. t. laagri keres (2) on ehitatud võlli kandelaager, mis on üle valatud valgemetalliga. Segmentide (1) ja laagri (2) vahel puudub vahetu kokkupuutumine; mõlemasse on asetatud karastatud terasest tükid (5 ja 6), mis omavad puutekohas kumerat pinda, nii et kokkupuutumine toimub teoreetiliselt ainult ühes punktis. Selle tõttu segment (1) võib kergelt võnkuda ja asetuda nii, et tema hõõrdumispinna ja tugirõnga vahele tekib alati ruum neid eraldava õlikihi jaoks. Viimane tekib selle tõttu, et tsentraalne tugirõngas ujub pöörlemisel õlis ja haarab seda hõõrdumispindadega. Õlikiht lubab hõõrdumispindu koormata ligikaudu 10 korda suurema survega kui hariliku tugilaagri puhul (30 kg 1 cm^2 peale 3 kg asemel). Laager tuleb väiksemõõteline ja hõõrdekadu osutub siin palju väiksemaks.

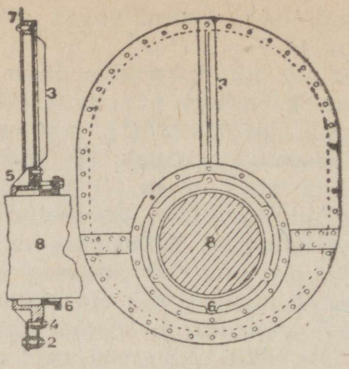
Laagri pikiasend tsentreerub esiteks poolkeraliste rõngaste (3) abil, milledele toetub laager (2), mis võib seetõttu kergelt ära kalduda horisontaalsest asendist, teiseks — vasest sättimisvahelehtedega (4), umbes 12 mm paksuses.

Kõik laagri hõõrduvad osad töötavad õlis. Laagri sisemus osutub õlivanniks: õli kallatakse sinna sedavõrd, et selle tasapind oleks veidi madalamal tugivõlli alumisest äärest. Masina töötamisel haaratakse õli alt võlli tugirõngast, tõstetakse üles ja lööb siin vastu vertikaalset, alt väljalõigatud kaksnurkse hambaga metall-lehte (J) (joon. 95). Sellest lehest kinnipeetuna langeb õli alla. Suurem osa sellest langeb toe segmentidele ja moodustab nende ja võlli tugirõnga vahel õlikihi. Väike osa õlist langeb sügavikesse (m), voolab sealt mööda avasid (N) kanalitesse (P), milledest mööda avasid, mis on puuritud tugilaagrite ülemistes segmentides, satub hõõrdumispindade määrimiseks.

Et õli ei jookseks laagritest välja, on nende otstesse võllil seatud õli tagasiviskavad kilbid (R), õli tagasihoidmiseks, mis jookseb alla mööda avasid (S) ja mööda kallakaid seinu (T) tagasi laagri (A) põhjale. Kuigi hõõrdumistöö tugipindadel on väga väike, on laager varustatud siiski õlijahutava madustikuga (W), mida mööda tsirkuleerib jahutusvesi.

40. Vahevõllid.

Tugivõllile järgnevad vahevõllid, mis läbivad masinaruumi otsas olevaid vaheruume — tunneleid. Nende laagrid sarnanevad raamlaagritega. Sageli nende kaaned ei oma vooderdust ega puudutagi



Joon. 96.

võlli. See on lubatav, sest laagritel tuleb ainult võlli kaalu ülal hoida, võlli kanda.

Võllide läbimisel vaheseintest tehakse vaheseinte tihenduskarbid (joon. 96), et vaheseinte tihedus ei kannataks. Vaheseinast (7) lõigatakse välja auk sellises suuruses, et võiks vabalt sisse panna võlli (8) koos oma äärikuga.

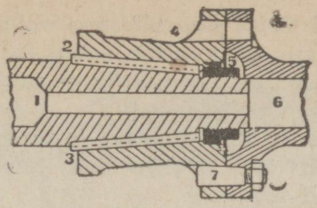
Ava suletakse poltidel (2) oleva kaanega (1). See kaas on kokku needitud kahest osast ja omab kinnitist, mis koosneb kahekordse T kujulisest rauast. Kaane külge on keeratud poltidega (4) tihenduskarp (5). Selle tihendit pingutatakse vajutispuksiga (6).

41. Täävvõll ja täävtoru.

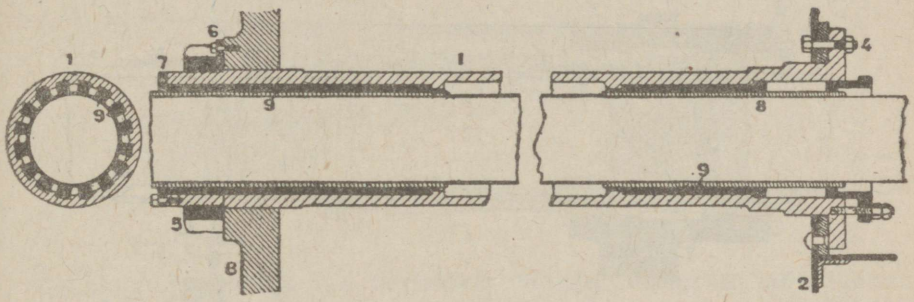
Seda osa võllistikust, mis väljub laeva kerest, nimetatakse täävvõlliks. Võlli kaitseb ülepoordi-veest sööbimisest vooderdus, milleks on võllile kogu selle pikkuses, milles ta puutub kokku veega, asetatud pronkstoru. Vooderdus asetatakse võllile harilikult kuumalt ja kinnitatakse salapea-kruvidega. Vooderduse osade üksikud kokkupuutumiskohad joodetakse hoolsalt tinaga.

Vahel kasutatakse pronks-vooderduse asemel erilist kummisegu, mis katab tihedalt kogu võllipinna. Neile võlliosadele, milledega ta lasub laagrites, asetatakse pronksmuhvid suuremas jämeduses, kui muu osa vooderdust. Muhvide pealetõmbamine toimub kuumendatud olekus, mille tõttu nad jahutamisel istuvad tihedalt võllile. Peale selle kinnitatakse nad veel pidur-kruvidega.

Et oleks võimalik võtta välja täävvõlli väljaspoole laeva, tehakse ta ühendusmuhv vahevõlliga lahtivõetavana. Joon. 97 on näidatud täävvõlli (1) ühendusmuhv (4). Muhvi kinnitamine toimub mutriga (5); peale selle on veel kaks kiilu (2 ja 3).



Joon. 97.



Joon. 98.

Võllid ühenduvad kooniliste poltidega. Võllide telgede õigeks ühtelangemiseks tungib võlli (1) ots osaliselt võlli (6) sisemisse, täpselt treitud õõnsusse. **Täävvõlli väline ots lõpeb koonusega, millele** asetub sõupropeller.

Täävvõll läbib laevakeret täävtorus. Joon. 98 on näidatud lihtsaimat tüüpi toru (1). Ta asub ahtri vaheseina (2) ja ahtertäävi (3) vahel. Toru pannakse sisse seestpoolt laeva ja kinnitatakse vaheseina (2) külge poltidega (4). Toru vastaspoolsele laeva kerest väljuvale lõikega varustatud otsale on keeratud mutter (5), mis pidurdatakse poltidega (6).

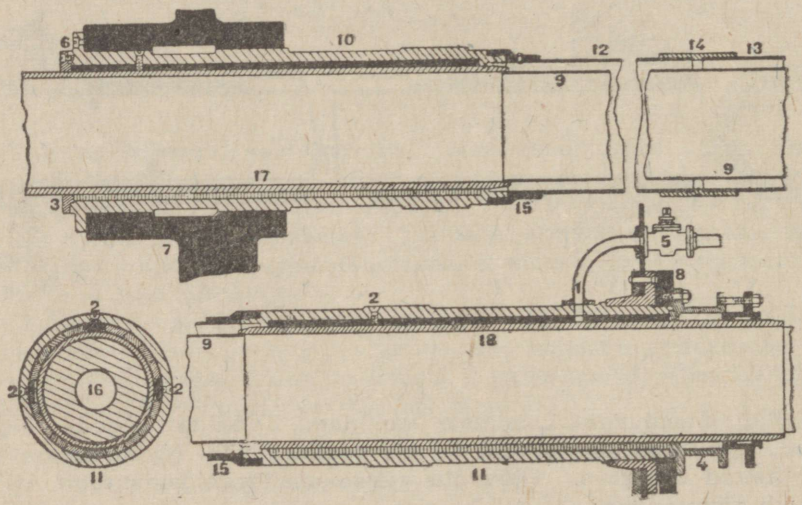
Toru mõlemasse otsa on ehitatud laagrid. Need koosnevad pokk-puu-plaatidest (9), mis asetatakse toru kere sisselõigetesse. Plaadid hoiduvad kohal rõngastega (7 ja 8). Plaatide vahet läbib toru sisemuses ülepoordi-vesi ja määrib laagreid õli asemel. Vee võib lasta välja laeva läbi tääv-topendi, mis on ehitatud seesmise toru (1) otsas. Selle topendseadme mutrid lõdvendatakse masina töö ajal sedavõrd, et sellest väljuv vesi ei oleks kuum.

Et mutter (5) ei saaks lahti keerduda, kui propellerile keerdub mõni tross, siis varustatakse mutter lõikega masina pöörlemise suunas edasikäigul.

Joon. 99 on näidatud veidi keerulisema ehitusviisiga täävtoru. See koosneb neljast osast, mis on valatud pronksist. Kaks neist (10 ja 11) on jämedad, teised kaks aga (12 ja 13) — peenikesed. Osa (10) kinnitub ahtertäävi (7) külge poltidega (6).

Osad (12 ja 13) on needitud ühisele toruotsale (14); nende osade otstele aga on needitud rõngad (15). Toru keskmiste osade ühendus äärmistega on näidatud lõikes.

Toru pannakse sisse väljastpoolt laeva ja kinnitatakse ääriku (8) abil, mis keerdub osa (11) eesotsale. Laagrite pokkpuu-plaadid hoi-

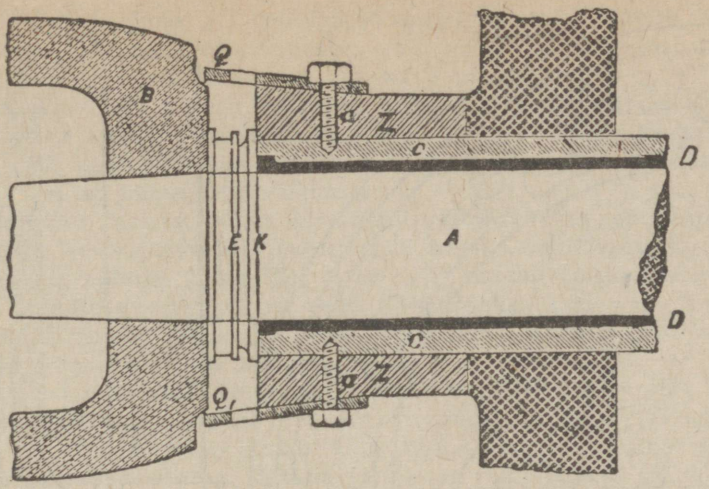


Joon. 99

duvad kohal kolmel pronkskruvil (2) olevate plaatidega. Plaatide väljakukkumist takistab väljaspool olev rõngas (3) ja seestpoolt laeva täävtoru tihenduspuks (4).

Täävvõllil on pokkpuu-laagrite kohtades kaks vooderdust (17 ja 18): osa võllist on aga kaetud kummisulatisega (9). Vee temperatuuri prooviks on kraaniga (5) varustatud toru (1).

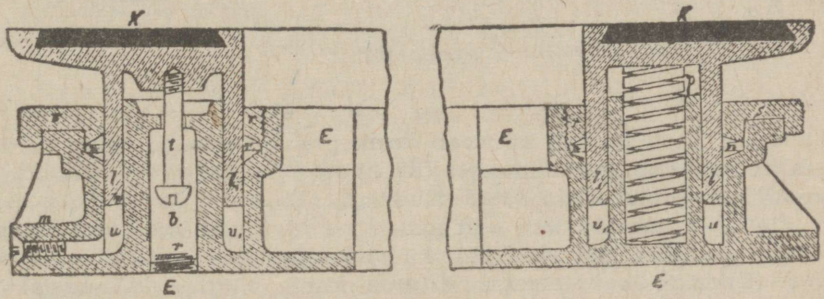
Õlimäärdega täävtorud (Cedervall'i patent). Sageli osutub täävvõlli laagrite kulumise põhjuseks ülepoordivesi, mis tsirkuleerib hariliku ehitusviisiga täävtorus. Terasosade puudulikust katmisest pronksvoodriga sööbib merevesi neisse ja mudase vee puhul kulutab tugevasti laagri pokkpuust sisepooli ning võlli pronksist vooderdusi. Seepärast ehitatakse laevades, mis sõidavad alaliselt mudases vees, näiteks jõelaevades või sadama vedurlaevades, täävtorud, milledel on pokkpuu-sisemuhvide asemel valgemetalliga



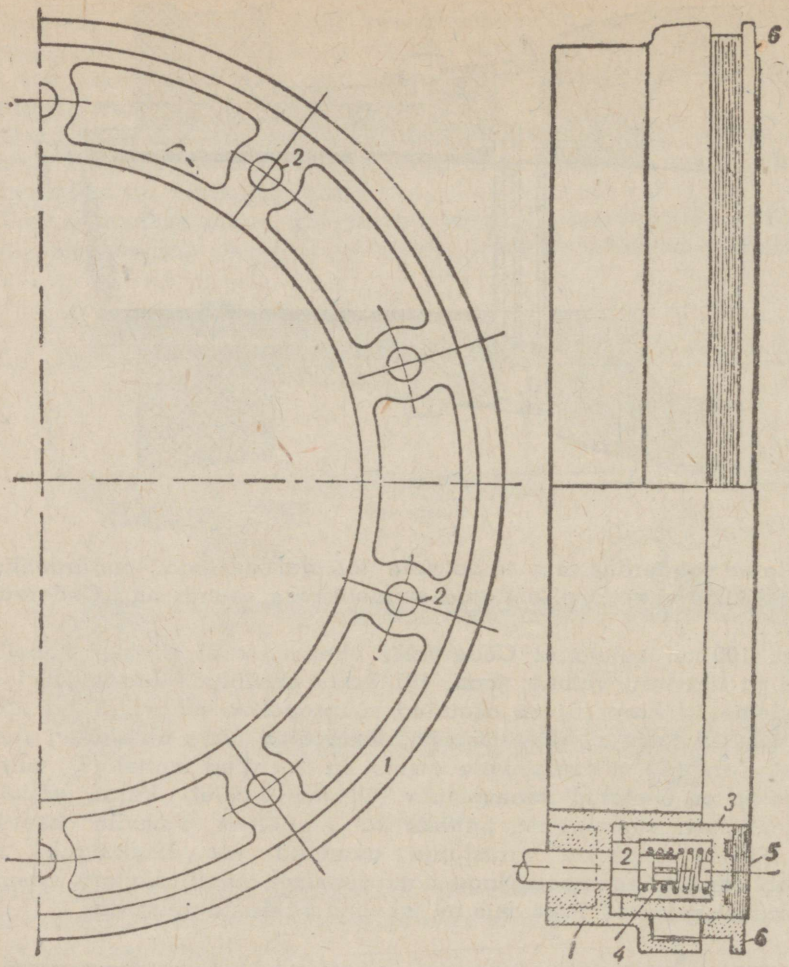
Joon. 100.

ülevalatud vooderdus, mis täidetakse töö ajal seestpoolt määrdeõliga. Üheks sellise viisi järgi ehitatud seadeldiseks osutub nn. „Cedervall'i patent".

Joon. 100 on kujutatud Cedervall'i tihenduskarbi asetus propelleri muhvi ja täävtoru vahele, joon. 101 karbi läbilõige. Vaadeldes joon. 100 näeme, et karp (E) on asetatud sõupropelleri muhvi (B) ja täävtoru (C) ahtriotsa vahele, mis sel juhul ulatub välja ahtertäävi sternpostist. Toru (C) väljaulatuvale otsale on keeratud mutter (Z), millele omakorda on asetatud koonusmuhv (Q), mis kaitseb karpi välistest mehaanilistest vigastustest, näiteks kui propelleri muhvile keerdub tross. Kaitsekoonus on varustatud avadega vee läbikäiguks, mis jahutab karpi väljastpoolt. Nagu näha joonisel, omab täävtoru sisemist vooderdust valgemetallist, mis on joonisel näidatud mustana.



Joon. 101.



Joon. 102.

Täävtoru tihenduskarp koosneb karbi pronkskerest ja täävtoru otsa vastu hõõrduvast pronkskaanest (K) (joon. 101), mis on üle valatud valgemetalliga (joonisel näidatud mustana). Et kaas end suruks alaliselt tihedalt vastu täävtoru ega laseks sellesse vett, on karbi keresse asetatud erilistes pesades (P) kuusteistkümmend spiraal-tugivedru.

Kaas (K) omab ühes temaga valatud kahte ringilist väljaastet (1) ja (1_1), mis tuginevad karbi rõngalistesse õnaratesse (u) ja (u_1) ja

mis tihenduvad väljast- ja seestpoolt topenditega (r). Kaane väljaasted peavad liikuma karbi õnaratest vaid kerge hõõrdumisega ning seepärast ei pea topendid olema tugevasti pingutatud.

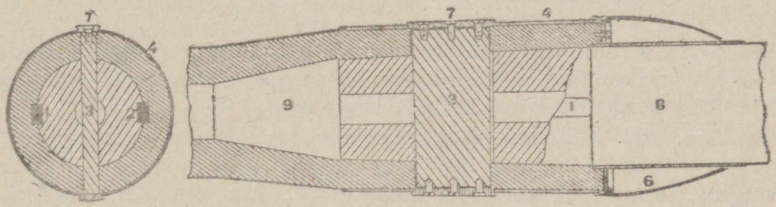
Neli pidurkruvi (t), mis on keeratud kaanesse (K), sunnivad viimast pöörlema ühes karbiga, mille tõttu ei kulu tihend. Enne kokkumonteerimist peab kaas (K) olema hästi sobitatud (kaabitsetud) täävtoru otsale, et vesi ei imbuks täävtorusse.

Karbi kohalepanemist tuleb toimetada mahavõetud sõupropelleri muhvi puhul. Kokkupanemisel asetatakse karpi esmalt spiraalvedrud, siis pannakse kohale kaas (K), avade (E) kaudu aga keeratakse kaanesse poldikesed (t); pärast seda tihendatakse kaas, siis kinnitatakse karp joonisel mitte näidatud poltidega sõupropelleri muhvi külge ning pannakse ühes sellega kohale.

Joon. 102 on kujutatud veidi lihtsamat ehitusviisi Cedervall'i tihenduskarp jäälõhkujalt „Jermak'ilt": see kinnitub poltidega (2) sõupropelleri muhvi külge. Karp omab ühte tihenduskarpi vajutusrõngaga (6), mis on sisse keeratud lõikele, (4) — on tugivedrud, (5) — rõngasse (6) valatud valgemetall.

42. Sõuvõll.

Et vesi võiks sattuda propelleri juurde vabamalt, peab propeller asuma võimalikult eemal oma väljumiskohast laeva kerest. Seepärast pikendatakse täävvõlli, ühendades ta sõuvõlliga, millele asetatakse propeller. Nende võllide ühendus teostatakse väljaspool laevakeret asuva muhvi abil.

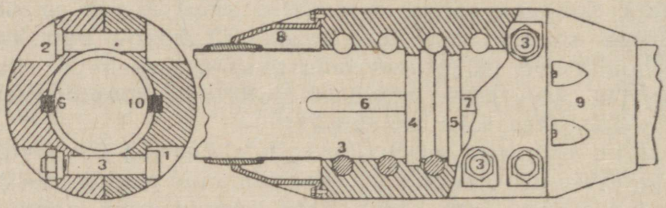


Joon. 103.

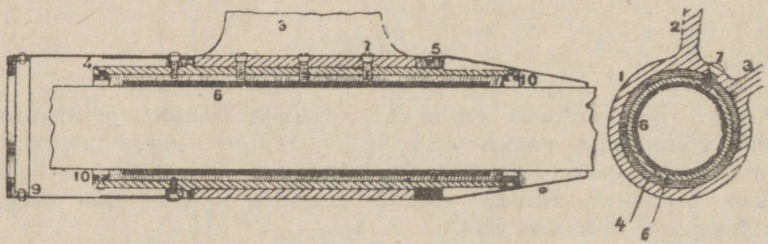
Joon. 103 on näidatud täävvõll (8), mis lõpeb koonusega, millele on asetatud sõuvõlli laiendatud osa (9). Võllide omavaheline ühendus teostub kahe pikikiiluga (1 ja 2) ning ühe põikkiiluga (3). Muhv on kaetud pronks-vooderdusega (4). Sõuvõlli eesotsa külge on kinnitatud mantel (6), et kõrvaldada vee üleskeemist muhvi kohal laeva liikumise ajal.

Avad muhvi vooderduses, millede läbi tungib kiil, on kaetud kruvidega kinnitatavate kaantega. Kaante alla on valatud kummisulatis, et takistada vee sattumist ühendusse. Sama kummisulatisega on kaetud ka võllide (8 ja 9) välispinnad.

Joon. 104 on näidatud teistsuguse ehitusega muhv. Tääv- ja sõuvõlli ots on ühendatud muhvi abil, mis koosneb kahest osast (1 ja 2). Mõlemad muhvi osad kinnituvad poltidega (3).



Joon. 104.



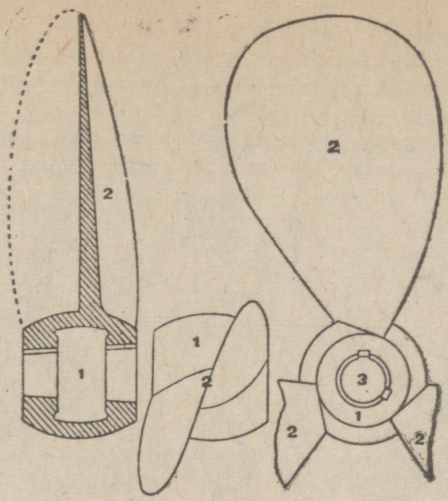
Joon. 105.

Võllide otsad omavad väljatreitud õnaraid ja pesasid kiilude (6, 10, 7 ja 11) jaoks. Muhvi külge on mõlemast otsast kinnitatud mantlid (8 ja 9) — vee üleskeemise vältimiseks.

Sõuvõllide otsi hoiavad ülal propellerite lähedal asuvad kronsteinid.

Kronstein (joon. 105) koosneb muhvist (1), mis on välja taotud ühiselt harudega (2) ja (3). Harude otsad on kinni needitud laeva kere külge; nende ees- ja tagapoolsed servad on tehtud teravatena — takistuse vähendamiseks laeva liikumisel.

Kronsteini muhvi on pandud hülss (4), mis on kinnitatud mutriga (5). Selles hülsis (4) asetseb pronksmuhv (6), mis on vooderdatud valgemetalliga või pokkpuu-plaatidega. Muhv (6) kinnitub kronsteini külge kruvidega (7), hülsi (4) külge aga kruvidega kinnitatavate rõngastega (10). Kronsteini muhvi otsale on kinnitatud mantlid (8) ja (9). Mantel (9) jätkub kuni sõupropellerini.



Joon. 106.

43. Sõupropeller.

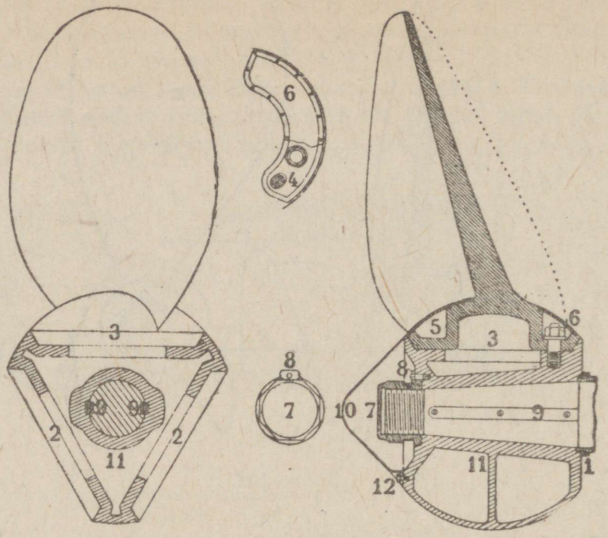
Sõupropeller koosneb (joon. 106) muhvist (1) ja tiibadest (2). Muhvi on tehtud kooniline ava (3), millega ta asub sõuvõlli otsale ja kinnitub seal mutriga. Peale selle on muhvi raiutud pesad kiilude jaoks.

Propelleri tiibade arv on harilikult kolm, kuid on propellereid ka nelja ja harvemini kahe tiivaga. Tiivad asuvad kallakalt muhvi teljele, moodustades kruvijoone. Seetõttu nad ka keerduvad vette ja tuginedes sellele nihutavad laeva edasi.

Väikeste propellerite tiivad valatakse ühiselt muhviga, kasutades materjalina malmi, terast ja pronksi. Suurte propellerite tiivad valmistatakse eraldi muhvist ja nad kinnituvad sellele kruvipoltide abil. Tiibade valmistamiseks kasutatakse ka pronksi, muhvide jaoks aga pronksi või terast.

Joon. 107 on näidatud propeller mahavõetavate tiibadega. Ta muhv (11) on tehtud õõnsana ja omab väljalõikeid, milledes on treitud uurded tiibade äärikute (3) mahutamiseks. Avad (4) tiibades kruvipoltide jaoks on tehtud ovaalsetena, mis võimaldab tiibade keeramist juhul, kui on vaja muuta propelleri sammu. Pärast mutrite kinnitamist suletakse õnarad (5) kaantega (6) kruvidel. Äärikute välispind on tehtud sellisena, et muhv kokkupanduna omaks kera kuju.

Propeller kinnitub võllile umbse mutriga (7), mida pidurdatakse plaadiga (8). Kiilud (9) kinnituvad võlli külge salapeakruvidega. Pä-



Joon. 107.

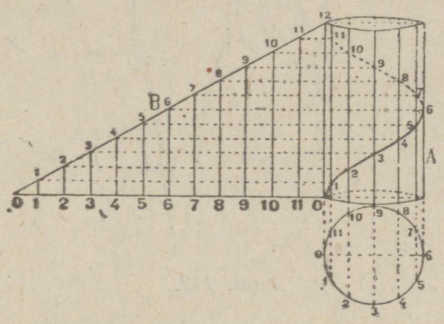
rast propelleri mutri kinnitamist kaetakse see kupliga (10), mis kinnitub muhvi külge kruvidega (12). Enne kupli kohale asetamist täidetakse see rasvaga. Et vesi ei saaks sattuda muhvi eesotsa ja vooderduse vahele, valatakse see koht kinni kummisulatisega.

Propelleri läbimõõduks nimetatakse seda ringi, mille moodustab liikumisel tiiva välisäär. Propelleri sammuks nimetatakse kaugust, mille võrra propelleri iga punkt oleks nihkunud edasi võlli ühe tiiruga, kui propeller ei keerleks vees, vaid mingis tahkes kehas. Läbimõõtu, sammu ja tiibade arvu nimetatakse propelleri elementideks.

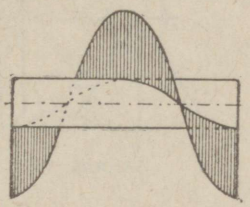
44. Kruvijoon ja kruvipind.

Võtame silindri (A) (joon. 108) ja asetame ta moodustaja vastu täisnurkse kolmnurga (B). Selle kolmnurga kõrgus (0—12) võrdugu silindri (A) kõrgusega, ta alus aga (00) silindri ümbermõõduga. Mähkides selle kolmnurga ümber silindri märgib kolmnurga hüpotenuus silindri pinnal joone, mida nimetatakse kruvijooneks. Samal joonisel on näidatud kruvijoone konstrueerimisviis.

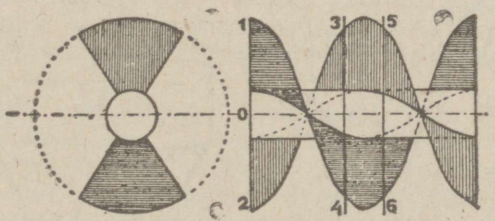
Võttes sirgjoone ja hakates selle üht otsa liigutama mööda silindri telge, teist aga mööda silindripinnal asuvat kruvijoont, saame kruvipinna. Joon. 109 kujutatud pinda nimetatakse täieliseks kruvipinnaks, sest selle algus ja lõpp asuvad ühel ja samal silindri külgjoonel. Propelleri moodustamiseks võetakse mitte täieline kruvipind, vaid ainult osa sellest.



Joon. 108.



Joon. 109.



Joon. 110.

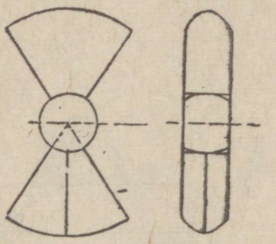
Joon. 110 on näidatud kahekäiguline kruvipind. Siin on teine kruvijoon täiesti sarnane esimesega, alates vaid asendist (0—2), mis on vastupidine esimese pinna algusele.

Kahetiivalise sõupropelleri kujundamiseks lõigatakse kahekäigulisest pinnast välja kahe püstpinna (3—4) ja (5—6) abil teatav osa täielistest kruvipindadest. Kolmetiivalise propelleri saamiseks tuleb võtta kolmekäiguline kruvipind.

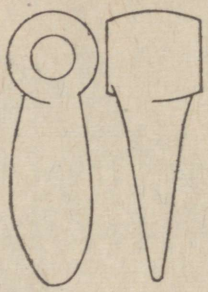
Osa propelleri sammust, mis oli võetud ühe tiiva moodustamiseks, nimetatakse tiiva pikkuseks; propelleri pikkus võrdub tiibade pikkusega, korrutatud nende arvuga.

45. Tüüpilisemaid propellereid.

Joon. 111 on näidatud matemaatilise sõupropelleri kujundamisviis. See propeller on vähe kõlblik kiirelt pöörlevatele masinatele, sest tiibade otsad on väga laiad, mille tõttu kaob palju masina tööd propelleri hõõrdumisel vastu vett. Peale selle tekitavad muhvi juures

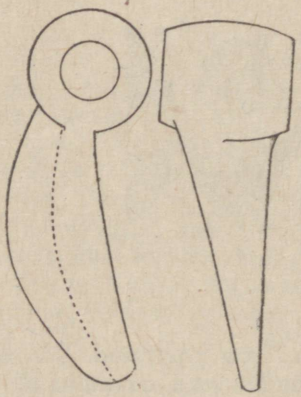


Joon. 111.

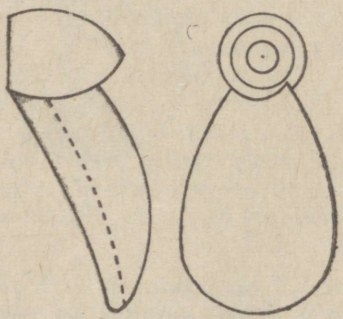


Joon. 112.

asuvad tiibade osad kasutult veekeeriseid. Seetõttu hakati kasutama teist süsteemi propellereid, kusjuures veekeeriste vältimise otstarbel tehakse muhvide läbimõõt võrdlemisi suur.



Joon. 113.

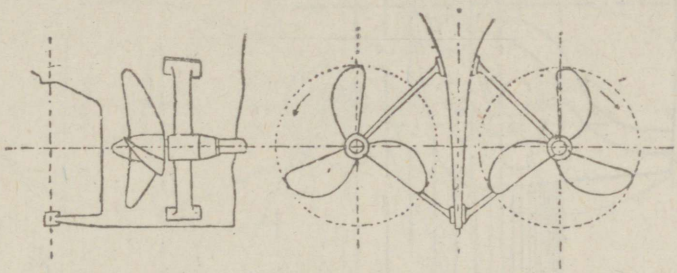


Joon. 114.

Propellerite erinevus seisneb kruvijoone moodustamises ehk tiibade väljalõikamisviisis kruvipinnast. Joon. 112 näidatud propeller on välja lõigatud harilikust kruvipinnast selliselt, et tiibadel on ellipsi kuju. Joon. 113. kujutatud propeller on välja lõigatud selliselt, et tiiva keskmine joon on kõverjoon. Seetõttu tiib käändub tahapoole, mis parandab propelleri töötingimusi vees. Joon. 114 kujutatud propeller omab

tahapoole käänatud tiibu ning kumeraid edasikäigu jaoks. See Tornikroft'i tüüpi propeller töötab väga hästi ja on eelistatav kiirkäigulistes laevades.

Väikestel laevadel tehakse propellerid alati kolmetiivalistena. Kõrvutiasuvad propellerid tehakse alati erineva tiirlemissuunaga seestpoolt väljapoole. Nii näiteks on joon. 115 kujutatud kahepropellerilise laeva propelleritest üks parempoolse, teine vasakpoolse käiguga. On selge, et vastavalt propelleritele peavad samas suunas tiirlema ka masinad.



Joon. 115.

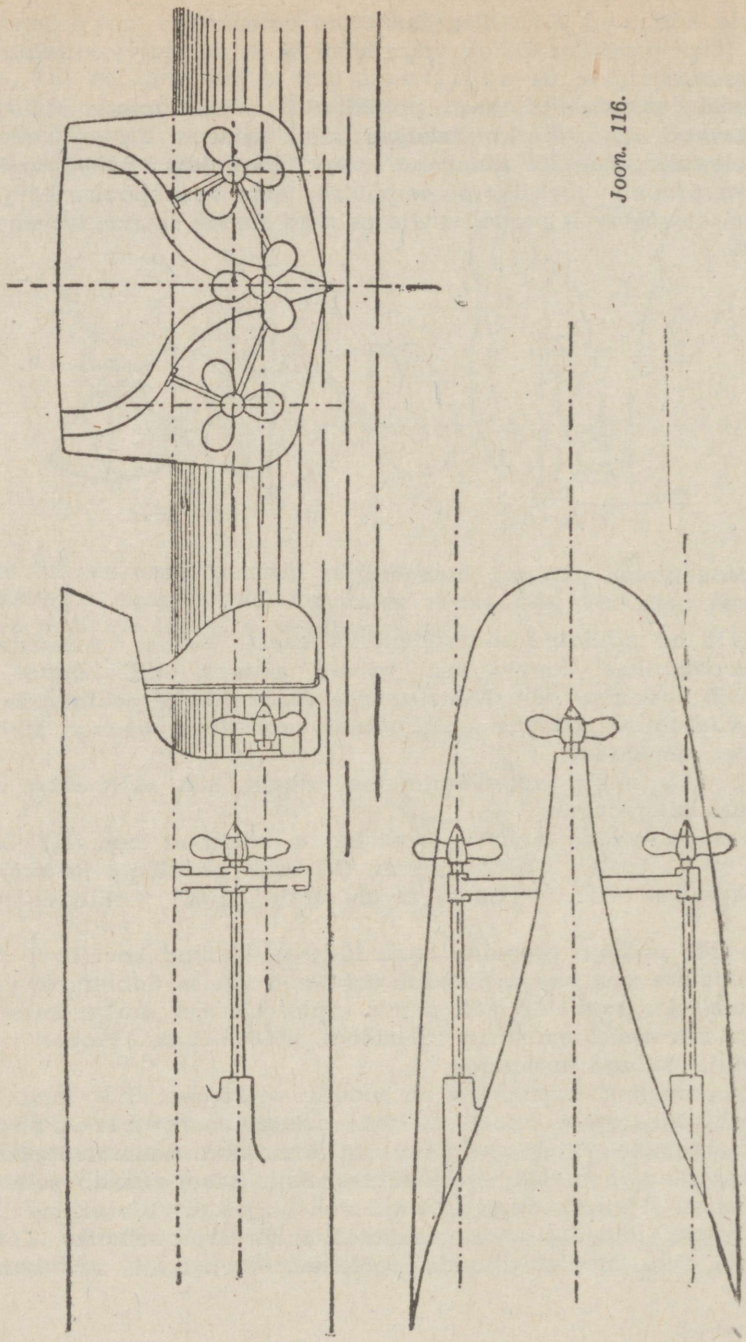
Joon. 116 on näidatud sõupropellerite asetus kolme aurumasinaga kolmepropellerilisel laeval, mis esineb suurtes jäälõhkujates. Sel juhul asub keskmine võll diametraalses pinnas, kaks poordivõlli aga sellest ühesugusel kaugusel. Äärmised propellerid peavad tiirlema erinevates suundades.

Mis puutub nelja propelleriga laevadesse, siis ehitatakse need ainult turbiinlaevadena.

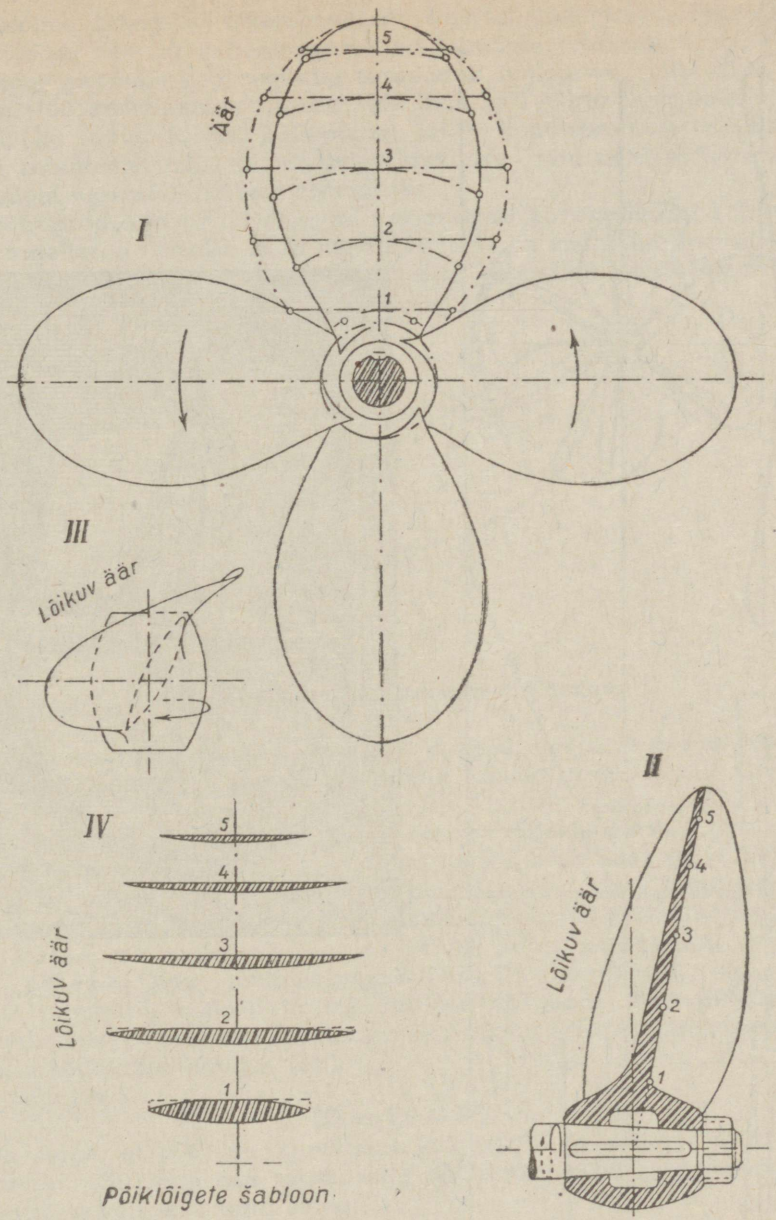
Terve neljatiivaline malmist propeller on näidatud joon. 117. Sellel kujutab (I) propelleri vaadet tagant, (II) selle põiklõiget ja kinnitust täävvõlli külge, (III) — vaadet tiivale ülalt ja (IV) — tiibade põiklõiget.

Muhv (M), millega propeller istub täävvõlli treitud koonilisel otsal, omab koonilist ava, mis on tihedalt sobitatud võllile. Sobitatava pinna vähendamiseks puudutab võll muhvi ainult otstega, muhvi keskmine osa aga, mis omab suuremat läbimõõtu, jääb vabaks. Propeller kinnitub võllile kiiluga ja mutriga.

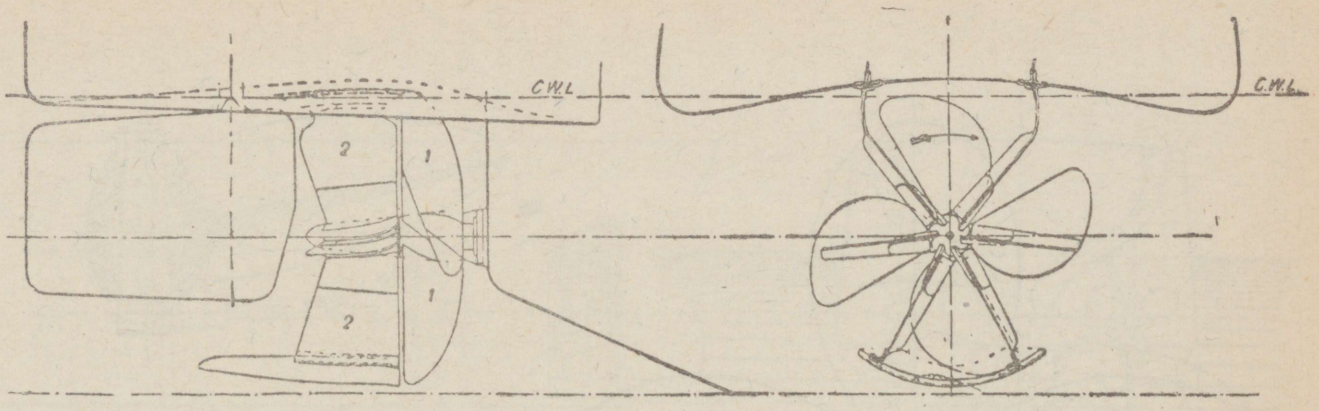
Laeva propelleri kasukraad on madal — kõigest 65% kuni 75%. Üheks abinõuks selle suurendamiseks osutub nn. kontrapropelleri kasutamine. Kontrapropeller on kujutatud joon. 118 piki- ja põiklõikes ning joon. 119 — üldvaates. Selle idee seisneb selles, et sõupropelleri (1) taha, tema ja rooli vahele, asetatakse eriline liikumatu tiivasaparaat (2), mida nimetatakse kontrapropelleriks. Kontrapropelleri tõttu muutub tiibade poolt eemalevisatava vee korratu,



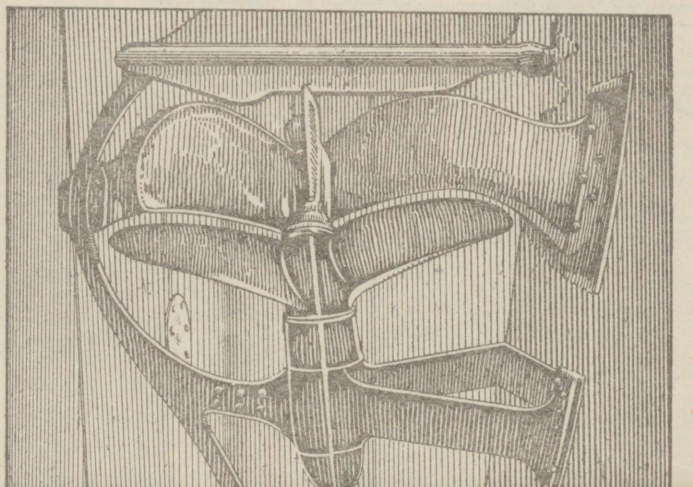
Joon. 116.


I
Äär
5
4
3
2
1
III
Lõikuv äär
II
Lõikuv äär
5
4
3
2
1
IV
Lõikuv äär
5
4
3
2
1
Põiklõigete šabloon

Joon. 117.



Joon. 118.

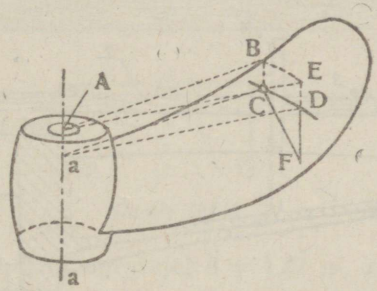


Joon. 119.

keeriseline liikumine otsejooneliseks veejoa liikumiseks. Peale selle moodustab vee surve kontrapropelleri tiibadele reaktsiooni, mille projektsioon propellervõlli suunale suurendab tugisurvet, mille tõttu propelleri töö kasulikkus suureneb 10% kuni 15% võrra ning sellele vastavalt ka laeva kiirus. Sellepärast leiab kontrapropeller nüüdisajal suurt kasutamist mitte ainult uutes laevades, vaid neid ehitatakse ka vanadele laevadele kiiruse tõstmiseks.

Kontrapropelleri tiivad omavad samasugust kõverjoonelist kuju nagu sõupropellerite tiivadki, kuid nende kõverus on suunatud vastupidiselt.

Kontrapropeller joon. 118 neljatiivalise propelleri puhul omab kuut tiiba.



Joon. 120

46. Sõupropelleri sammu mõõtmine.

Sageli on tarvilik mõõta propelleri sammu, mis pole teada või mille kohta andmed on kadunud. Harilikult kasutatakse selleks kaudseid viise.

1. Propeller asetatakse muhviga horisontaalsele pinnale (joon. 120), muhvi avasse aetakse puust kork ja leides selle keskpunkti (A) tõmmatakse sellest muhvi lamedale pinnale ring ning jagatakse see võrdseteks osadeks, näiteks kaheteistkümneks. Siis võetakse joonlaud, asetatakse see muhvile nii, et ta läbiks korgi keskpunkti ja ühtiks ühe joonega. Olgu joonlaua suund (AB). Punkt (B) võetakse umbes keset propelleri pikkust ja mõõdetakse püstjoone (BC) pikkus kuni tiivani. Siis pööratakse joonlauda ühe jaotuse võrra, asendisse (AE) ning mõõdetakse kaugus (EF).

Siinjuures

$$DE = EF - BC.$$

On selge, et (CF) on kruvijoone lõik, (DF) on sellele vastav osa sammust, (CD) aga osa raadiusega (AC) tõmmatud ringjoonest. Selle tõttu võib kirjutada suhte:

$$\frac{DF}{\text{samm}} = \frac{CD}{\text{ringi pikkus}}$$

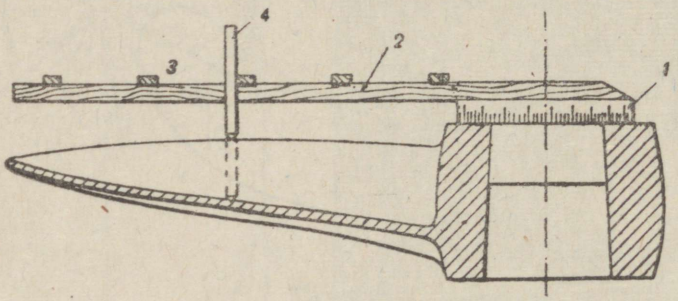
Käesoleval juhul moodustab (CD) ühe kaheteistkümnendiku ($^1/_{12}$) ringist, järelikult on:

$$samm = 12 \cdot DF.$$

Näide: $DF = 0{,}4$ m, siis on

$$samm = 12 \cdot 0{,}4 = 4{,}8 \text{ m}.$$

Selline mõõtmisviis kõlbab ainult alalise sammuga propelleri puhul. Sammu täpsemaks määramiseks peab mõõtma mitmel kaarel, mis on tõmmatud muhvi keskpunktist erinevate raadiustega.



Joon. 121.

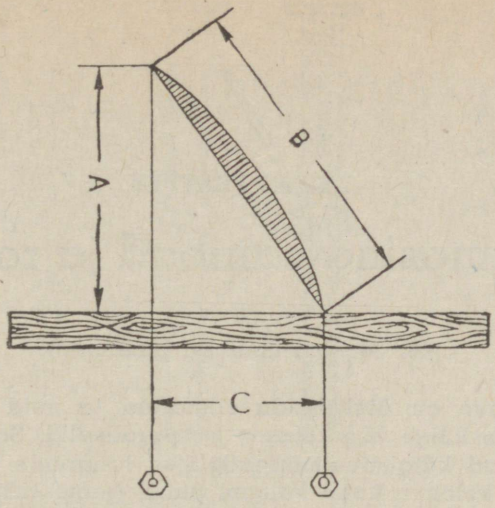
Seade selleks otstarbeks on kujutatud joon. 121. See koosneb puust kettast (1), millele asetatakse teljelolev puust joonlaud (2), mis on suunatud mööda raadiust. Põiki joonlauda on raadiuse kindlatel osadel kinnitatud liistud (3), millede külge najatatakse vertikaalne varb (4) kauguste (EF) mõõtmiseks.

2) Kui propeller asub võllil ja seda maha võtta pole võimalik, siis keeratakse propellerit ja pannakse üks tiibadest horisontaalsesse asendisse. Tiiva mõlemast äärest lastakse alla niidid raskustega (võivad olla mutrid), asetatakse joonlaud (AC) horisontaalselt tiiva alla ja mõõdetakse kaugus (A) ja (C) vahel. Saadud kolmnurk osutub samaks, mis joon. 120, kuid ümberpöördud kujul, s. t. joon (C) kujutab osa sammust, mis vastab tiivale (B), joon (A) aga — vastavale ringjoone osale. Mõõdetakse ringi raadius, mis võrdub kaugusele võlli keskpunktist kuni (B)-ni; olgu see võrdne (B)-ga, siis on:

$$\frac{samm}{C} = \frac{\pi \cdot 2 \cdot R}{A},$$

kust:

$$samm = \frac{6.28 \cdot R \; C}{A}.$$



Joonis 121-a.

N ä i d e: Olgu mõõtmise tagajärjel R = 1,22 m, kõrgus (A) = 0,91 m ja alus C = 0 61 m, siis on:

$$\text{samm} = \frac{6{,}28 \cdot 1{,}22 \cdot 0{,}61}{0{,}91} = 5{,}1 \text{ m}.$$

Viimane sammu määramisviis on selle poolest parem, et lubab mõõta sammu raadiuse järgi; mõõtmist peab aga toimima seejuures mitu korda — isesugustel kaugustel propelleri võllist.

47. Sõupropelleri libisemine.

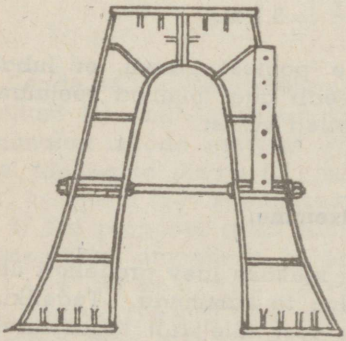
Kui propeller pöörleks kõvas kehas, siis nihkuks laev propelleri ühe tiiruga edasi suuruse võrra, mis on võrdne ta sammuga. Tegelikult aga, propelleri töötamisel vees, ei anna vesi täielikult tagasisurvet propelleri tiibadele, vaid osa veest aetakse tiibadest eemale, mille tõttu laev ühe tiiruga läbistab suuruse, mis on vähem kui propelleri samm. Mõlema nimetatud suuruse vahet kutsutakse propelleri libisemiseks, mida väljendatakse harilikult protsentides.

NELJAS PEATÜKK.

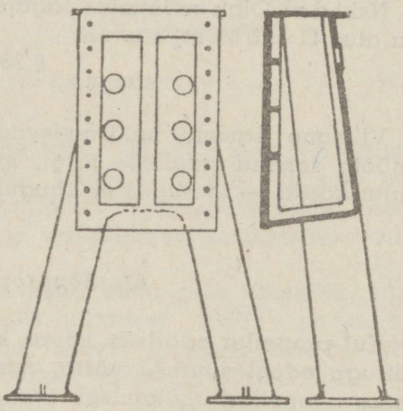
Aurumasina sambad ja raamid.

48. Masina sambad (kolonnid).

Nende otstarve on ülal hoida silindreid ja neid siduda masinaraamiga; nende külge kinnitatakse ka paralleelid. Sageli on kolonnide küljes käpad käigumuutmisseadeldise laagritele. Igal silindril on kas 2, 3 või 4 kolonni. Kahe kolonni puhul (joon. 122) valatakse need kas terasest või malmist ja mahutatakse põiki masinavõlli.



Joon. 122.

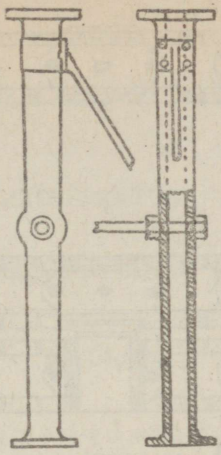


Joon. 123.

Paralleel kinnitatakse sel juhul kahe naabrusesoleva kolonni vahele.

Kolme samba puhul (joon. 123) on tagumine kolonn soliidne malm- või terasvalu, mis hargneb allapoole. Temaga ühtlasi on valatud lisaosa paralleeli kinnitamiseks. Mõlemad eeskolonnid tehakse terasest, taotud silindrikujulisteks.

Nelja kolonni puhul (joon. 124) tehakse need ühesugustena, taotud terasest, õõnsatena ja silindrikujulistena.

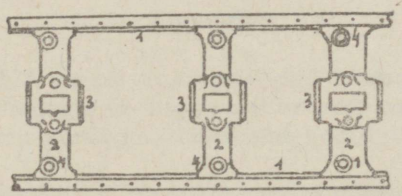


Joon. 124.

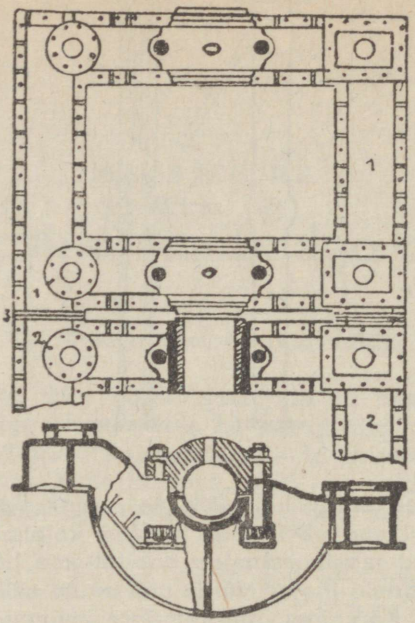
Kolonnid seotakse omavahel põik- ja kallak-sidemetega (joon. 122 ja 124). Sidemete ühenduskohtades tehakse kolonnid jämedamad. Kolonni kinnituspoldid masinaraamiga sobitatakse hästi. Ülemises äärikus on kinnituspoltidele jäetud väike vaheruum selleks, et võimaldada silindritel paisuda. Kõrvalasuvate silindrite kolonnid kinnitatakse omavahel samuti sidemetega. Vahel paigutatakse sidemed mitte kolonnide, vaid silindrite vahele; seejuures arvestatakse, et silindrid võiksid vabalt paisuda.

49. Masinaraam.

Masinaraam on aluseks kogu masinale. Ta valatakse kas malmist või terasest. Vähemate masinate raam valatakse tervelt, suurtele — üksikute osadena. Raamile kinnitatakse masina kolonnid. Joon. 125 on näidatud väikese masina raam. See koosneb kahest teraskandjast (1), millede külge on kinnitatud poltide abil põikplaadid (2). Need põikplaadid tehakse harilikult T-kujulistena; nendesse mahutuvad raamlaagrid (3) ja neile kinnitatakse sambad, mis hoiavad silindreid ülal.



Joon. 125.



Joon. 126.

Joon. 126 on näidatud terasest raam, mis on valatud nii mitmest osast, kui palju on silindreid. Raami üksikud osad ühenduvad omavahel äärikute abil poltidega.

Raam kinnitatakse masina vundamendile, mis omakorda on needitud laeva kere külge. Vundamendi polte peab aeg-ajalt järele vaatama ja pingutama nende kinnitusmutreid, sest need võivad masina raputustest kergesti lahti põruda.

Väikestes masinates sobitatakse raam vundamendile, suuremates asetatakse raami ja vundamendi vahele pokkpuust ja malmist vahetükid.

VIIES PEATÜKK.

Siiber-aurujaotuse seadmed.

50. Üldist.

Siibreid võib jaotada:

1) konstruktsioonilt — lamedad ehk karpsiibrid ja silindrilised ehk ümmargused;

2) auru sisselaske-süsteemi järgi: välise ja sisemise auru sisselaskega;

3) auru katkestamisviisilt: siibrid alalise ja siibrid muutuva aurukatkestusega.

Silindriliste siibrite hüve seisneb selles, et nad on tasakaalustatud, s. t. aur surub kõikidele nende osadele võrdse jõuga. Lamedate siibrite puhul aga sellal, kui siibri sisemine ruum on ühendatud töötanud auruga, surub siibri peale väljastpoolt värske aur, tekib survete vahe, mis vajutab siibri suure jõuga vastu peegelpinda ja suurendab siibri kulumist. Sellepärast ehitatakse nüüdisaja masinates kõrgsurve-siibrid harilikult silindrilised.

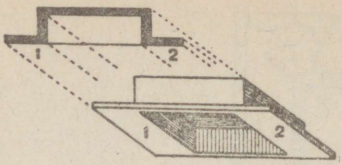
Kahekordse aurusisselaskega siibriteks (Penn'i, Trikk'i ja teised) nimetatakse selliseid, mis teostavad kahekordse aurusisselaske kolvikäigu alguses.

Harilikult ehitatakse siibrid alalise aurukatkestusega, kuid on olemas ka siibreid vahelduva aurukatkestusega (Meyer, Rieder jm.), mida võib muuta käsitsi masina töö ajal selle võimsuse suurendamise või vähendamise otstarbel.

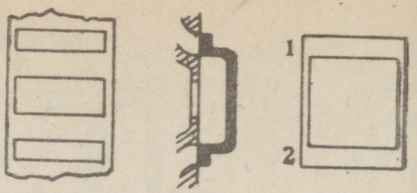
51. Karpsiiber.

Karpsiiber (joon. 127) omab ümberpöördud äärtega (1) ja (2) varustatud karbi kuju, milledega ta liugub siiberkarbi peegelpinnal. Siiber surutakse sellele auru survega. Mõlemad hõõrduvad pinnad saaberdatakse üksteisele.

Oma liikumisel mööda siiberkarbi peegelpinda teostab siiber silindrikanalite ühendamist: ühe silindrikanali ühendamist siibrikarbi



Joon 127.



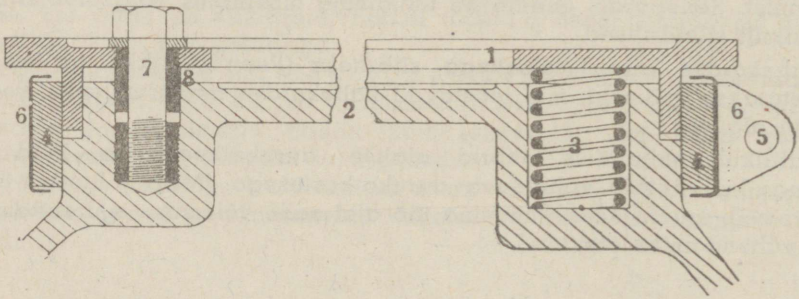
Joon. 128.

ruumiga, teise silindrikanali ühendamist keskmise aknaga. Seejuures avanevad nad vahelduvalt kas auru sisselaskeks (siibrikarbist) või selle väljalaskeks (läbi siibri õõnsuse keskmisse aknasse).

Siibri ääred (1) ja (2), mis on kujutatud joon. 128, võrduvad peegelpinna akende laiusega; sellist siibrit nimetatakse normaal-siibriks. Ääri auru sisselaskmiseks nimetatakse välisteks ehk auru sisselaske äärteks, ääri auru väljalaskmiseks aga — sisemisteks ehk auru väljalaske äärteks.

52. Kompensaator.

Kompensaator ehitatakse karpsiibri seljapoolsele küljele. Ta ülesanne on vähendada aurusurvet siibrile, mis suurtes masinates muljub siibrit väga tugevasti oma peegelpinnale.



Joon. 129.

Kompensaator (joon. 129) koosneb rõngast (1), mis liugleb mööda siibri pinnale paralleelselt asuvat lamedat seina; rõngas mahub siibri selja kühmule (2). Siibri selja pesades asetsevad vedrud (3), mis suruvad rõnga siibrist eemale vastu siibrikarbi seina. Seetõttu nende pindade vahel ei toimu auru läbilaset.

Kompensaatorrõnga sisemine ruum ühendub läbi siibrikarbi seina erilise toru kaudu kondensaatoriga. Kompensaatoriga varustatud siiber surutakse peegelpinnale palju vähema jõuga, sest pind, mille võtab enda alla kompensaator, ei ole siibrikarbis oleva auru surve all.

Et aur siibrikarbist ei tungiks rõnga (1) sisse, on rõnga alumise ääre juures kummist rõngas (4), mis pigistub kinni klambriga (6) poldi (5) abil. Muhvi (8) ülesandeks on hoida rõngast (1) keerlemast; selliseid muhve on kaks.

Siibri sissepanemiseks siibrikarpi on kaks polti (7). Kui poldid on sisse keeratud, siis pigistavad nad kokku vedru (3) ja tõmbavad rõnga siibri selja juurde. See asjaolu lubabki siibri sissepanemist siibrikarpi ühes kompensaatoriga. Pärast seda, kui siiber lükatakse pooleni siibrikarpi, keeratakse poldid lahti ja nihutatakse siiber vabalt oma kohale.

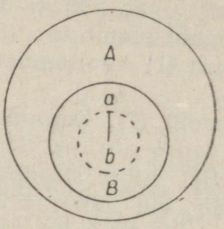
53. Aurujaotuse ja ekstsenterseadme põhimõtteid.

Kui ühe ringi (A) sisse on asetatud teine (B) (joon. 130) nii, et nende keskpunktid (a) ja (b) ei asu koos, siis selliseid ringe nimetatakse ekstsentriliseks. Võtame kaks metallsõõri ehk ketast (A) ja (B) ning teeme suuremasse (A) ekstsentriliselt ümmarguse väljalõike nii, et sellesse tihedalt mahuks väiksem ketas (B). Suurt ringi (A), mis on asetatud väikesele (B) selliselt, et nende keskpunktid ei asuks ühes punktis, nimetatakse ekstsentrikuks, kaugus aga tsentrite (a) ja (b) vahel nimetatakse ekstsentritsiteediks (ekstsentrilisuseks).

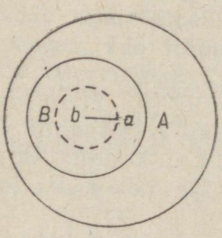
Hakkame nüüd keerama ketast (B); temaga ühes hakkab keerlema ka ketas (A). Joon. 130 asub ekstsentrik äärmises ülemises asendis, sõõri (A) keskpunkt on sel momendil samuti äärmises ülemises asendis ja ekstsentrilisus kujundab vertikaalse joone (ab).

Kui joon (ab) pöördub paremale ja võtab horisontaalse asendi (joon. 131), siis keerab ekstsentrik ennast samuti paremale. Kui joon (ab) tuleb alumisse asendisse, laskub ekstsentrik samuti alla; edasi, ketta pöörlemisel tõuseb ekstsentrik ühes joonega (ab) ja lõpuks võtab äärmise ülemise asendi.

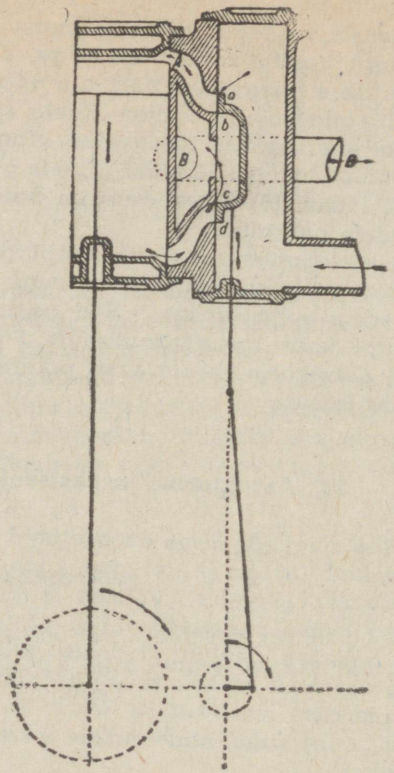
Sama on lugu, kui ekstsentrik asetada mitte kettale, vaid võllile, ja nõnda, et ketta ja võlli tsentrid ei ühtuks. Siis võlli pöörlemisel hakkab temale asetatud ekstsentrik mitte ainult pöörlema ühes võlliga, vaid ühel ja samal ajal ka tõusma ja vajuma, järgnedes tsentri (a) liikumisele: kui tsenter on oma pöörlemisel tõstetud üles, on tõstetud üles ka ekstsentrik; kui tsenter on lastud alla, on lastud alla ka ekstsentrik. Pannes ekstsentrikule ümber rehvi, mis haarab teda tihedalt ja milles ekstsentrik võib pöörelda, ja ühendades rehvi tõmmiku abil siibrivarrega — siis ekstsentrik pööreldes rehvis ning samal ajal tõustes



Joon. 130.



Joon. 131.



Joon. 132.

võllil, hakkab üles tõstma ja alla laskma rehvi. Rehv aga olles ühendatud siibriga, hakkab tõstma ja alla laskma siibrit ja sel viisil teostama aurujaotust, s. o. laskma auru kolvi peale, kui kolb on silindris ülal, ja kolvi alla, kui see asub all.

Joon. 132 on näha, et ekstsentriku ja sellega seotud siibri liikumise uurimiseks on küllalt jälgida ekstsentrilisuse liikumist: kui ekstsentrilisus on ülemises asendis, siis asub ekstsentrik ja siiber ülemises asendis; kui ekstsentrilisus laskub alla — laskub alla ka siiber jne.

KUUES PEATÜKK.

Aurujaotus.

54. Aurujaotus normaalsiibriga.

Oletame, et mööda siibrikarbi peegelpinda liigub kõige lihtsama ehitusega siiber, nimelt karpsiiber, mis on joon. 132 kujutatud lõikes, joon. 133 aga vaates. Siiber liigub oma öönsa küljega mööda siibrikarbi peegelpinda selliselt, et ühendab kord peegelpinna alumise, kord ülemise akna keskmise aknaga, mis on määratud heitauru väljalaskmiseks, avades samal ajal vastupidise akna värske auru sisselaskmiseks. Siibri väliseid ääri (a ja d) nimetatakse sisselaskeäärteks, sisemisi aga (b ja c) — väljalaskeäärteks. Siibri laiu külgi, mis liiguvad mööda peegelpinda, nimetatakse siibri jaotusväljadeks. Nagu näha joon. 132, on jaotusväljade laius võrdne aurukanalite akende kõrgusega; sellist siibrit nimetatakse liht- ehk normaalsiibriks, erinevalt ülekatetega siibrist. Nende mõlema siibri töötamise vahe selgub kohe.

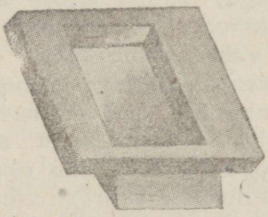
Ehkki laevamasinates vänt ja ekstsentrik asuvad samal võllil, on joonisel nende koostöö selgitamiseks oletatud, et nad asuvad eri võllidel ja teevad sõltumatuid ringe: üks — raadiusega, mis võrdub vända raadiusega, teine aga raadiusega, mis võrdub ekstsentrilisusega. Joonisest selgub, et kolvikäik võrdub kahekordse vända raadiusega, siibrikäik aga võrdub kahekordse ekstsentrilisusega.

Jälgime normaalse karpsiibri tööd masina ühe tiiru vältel. Oletame, et kolb asub ülemises surnud-punktis (joon. 132) just aurukanali ülemise akna all. Auru sisselase pole veel alanud, tähendab siiber peab asuma selliselt, et aur ei satuks ülemisse aurukanalisse ega väljuks ka alumisest; selleks peab aga siiber asuma keskmises asendis ja sulgema oma jaotusäärtega nii ülemise kui ka alumise akna. Siiber asub keskmises asendis, siis kui ekstsentrilisus asub keskmises seisundis, nagu see on näha joonisel.

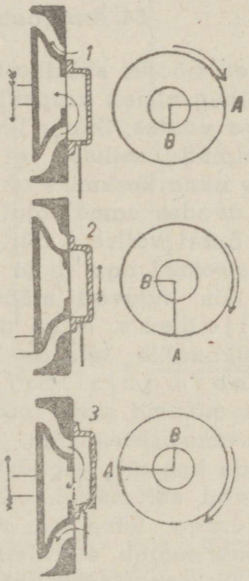
Kuid ekstsentrilisus võib asuda kahes keskmises seisundis — vasakus ja paremas. Et siiber võiks nihutada kolvi allapoole, peab ta ise minema allapoole ja järelikult vända ja ekstsentrilisuse pöörlemisel kellaosuti liikumise suunas peab ekstsentrilisus asuma parempoolses keskmises asendis. Siit järgneb, et:

1) vända ja ekstsentrilisuse vahel peab olema täisnurk;
2) ekstsentrilisus liigub vända e e s.

Vaatleme nüüd siibri ja kolvi ühist liikumist. Võll ja ekstsentrik pöörlevad kellaosuti liikumise suunas, kolb liigub alla, siiber samuti. Oletame, et võll ja ekstsentrik pöördusid väga väikese nurga võrra. Kohe avab siiber ülemises aknas a (joon. 132) pilu, kuhu satub värske aur, mis hakkab suruma kolvile. Allpool aga avab siiber oma sisemise äärega pilu, millesse hakkab voolama kolvi all olev aur siibri alla, kust ta läheb edasi keskmisse kanalisse ja sealt heitaurutorusse (B).



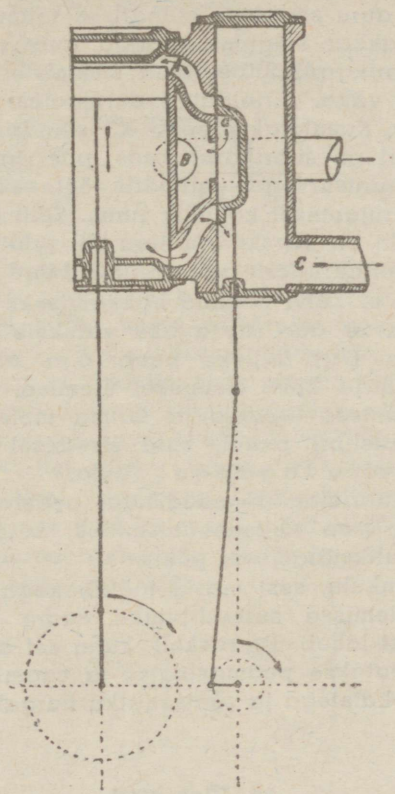
Joon. 133.



Joon. 134.

Kui kolb on jõudnud keskmisse asendisse (joon. 134), siis asub vänt (A) horisontaalselt, ekstsentrilisus (B) aga on vertikaalses seisakus, s. o. alumises surnud-punktis. Siiber on oma alumises asendis ja ülemine aken on avatud täielikult sisselaskeks, alumine aga täielikult väljalaskeks. Järelikult kolvi keskmises asendis sünnib ühelt poolt auru täieline sisselase, teiselt poolt aga täieline väljalase. Edasi kolb jätkab laskumist: ekstsentrik ületades oma surnud-punkti, liigub edasi ja hakkab tõusma. Temaga koos hakkab tõusma ka siiber ja sulgema aknaid. Kui vänt jõuab alumisele surnud-punktile (joon. 134, 2), asub ekstsentrik horisontaalses asendis ja siiber suleb aknad; auru sisselaskmine ja ka väljalaskmine

katkevad. Edasi kolb liigub ülespoole, ekstsentrik jätkab liikumist üles, viies siibri keskmisest asendist samuti üles. Alumine aken avaneb ja sellesse tungib aur kolvi alla, ülemise akna aga ühendab siiber oma sisemise ruumi abil keskmise aknaga, mille kaudu heitaur väljub.



Joon. 135.

Kui kolb võtab ülesliikumisel keskmise asendi, on vänt keset oma käiku, ekstsentrik aga oma ülemisel surnud-punktil ja siiber äärmises ülemises seisakus (joon 134, 3), s. t. aken on altpoolt avatud täielikult auru sisselaskmiseks, ülaltpoolt aga väljalaskmiseks. Edasi ekstsentrilisus ületab ülemise surnud-punkti ja hakkab liikuma allapoole, temaga ühes laskub ka siiber; aknad hakkavad sulguma, kolb jätkab liikumist ülespoole. Kui kolb tuleb ülemisse surnud-punkti, võtab ekstsentrilisus horisontaalse asendi, siiber on käigu keskel ja suleb kanalid, võttes uuesti asendi, mis on kujutatud joon. 132. Siis

algab uuesti auru sisselase ülalt. Nii siis, liht-aurujaotusel toimub kolvi käigu ajal kogu aeg kolvi ühelt poolelt sisse-, teiselt — väljalase.

Vahel ehitatakse siibreid, milledes värske aur lastakse siibri sisse (siibri alla), heitaur aga ümbritseb siibrit; siis on selge, et osad muutuvad: värske auru sisselase silindrisse toimub siis, kui üks äärmistest akendest hakkab sulguma siibriga, auru väljalase aga toimub kanalitest otse siibrikarpi. Siiber oma sisemiste äärtega laseb auru sisse, välistega — välja. Kirjeldatud aurujaotust nimetatakse sisemiseks aurujaotuseks. Kasutatakse seda KS silindris silindersiibrite juures, mille tagajärjel on siibrikarbi kaas, põhi ja tihenduspuks koormatud madalama aurusurvega — silindris töötanud auruga. Samuti väheneb sisemisel aurujaotusel kahjulik ruum. Selline ehitusviis on kujutatud joon. 135; siin on värske-aurutoru (B) juhitud silindri keskmise auruakna juurde, heitauru-toru aga on ühendatud siibrikarbiga.

Joonisest nähtub, et kolvi liikuma hakkamiseks peab siiber algama liikumist ülespoole, et äär (a) avaks värskele aurule juurdepääsu ülemisse kanalisse (A); selleks peab aga ekstsentrilisus asuma vända taga. Vända ja kolvi asumisel ülemisel surnud-punktil peab siiber asuma keskmises asendis ja katma mõlemad aknad. Sellest järgneb, et normaalsiibri puhul, kuid sisemisel aurujaotusel, liigub ekstsentrilisus 90° võrra t a g a p o o l vänta.

Normaal- või lihtaurujaotust nüüdisajal peamasinates ei tarvitata, kuid sageli esineb see abimehhanismides, kuid siiski mitte alati, kuna see pole kasulik järgmistel põhjustel:

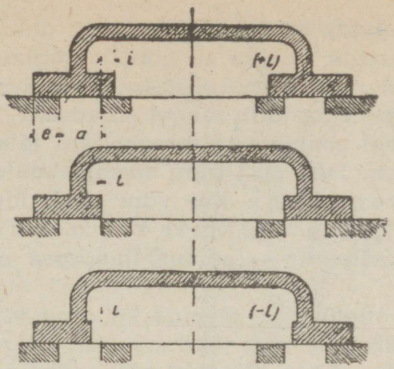
1) liiga suur aurukulu, sest masin töötab kogu aeg paisumiseta;
2) kolb tuleb ülemisse surnud-punkti suure kiiruse ja löögiga, surnud-punktist läheb üle raskelt, kuna sel ajal ei ole sisselaset.

Sellepärast kasutatakse peamasinates ja enamikus abimehhanismides aurujaotust ülekatetega ja ekstsentriku nurgalise ettejõudmise ehk ettetõtuga.

55. Ülekatted.

Ülekateteks nimetatakse siibriäärte osi, mis katavad auruaknaid siibri keskmise asendi puhul, kusjuures v ä l i s t e k s nimetatakse neid, mis katavad auruakende väliseid ääri, s i s e m i s t e k s aga neid, mis katavad sisemisi ääri. Ülekatetega siiber on kujutatud joon. 136; siin tähendab (e) — väliseid ülekatteid, (i) — sisemisi. Viimaseid pole sageli olemas (i=o) (joon. 137) või need ehitatakse negatiivsetena (joon. 138), s. t. siiber oma keskmises asendis ühendab oma sisemise õõnsusega mõlemad, värske- ja heitaururuumi.

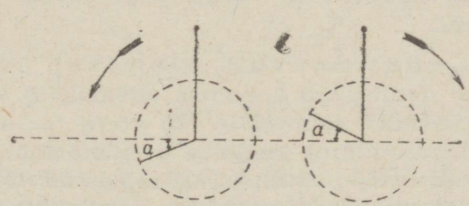
Kui ülekatetega siiber nihkub oma keskmisest asendist ja hakkab liikuma allapoole, kusjuures nurk vända ja ekstsentrilisuse vahel on



Joon. 137.

Joon. 138.

täisnurk, siis auru sisselaskmist ei toimu, sest siibri ülekate suleb auruakna. Tähendab, seade peab ehitatama selliselt, et kolvi siirdel oma surnud-punktist siiber enam ei asuks oma keskmises asendis, vaid oleks sellest sedavõrd nihkunud allapoole, et ülemise ülekatte ääer tuleks auruaknani ja hakkaks seda avama. Selleks peab ekstsentrilisus olema kolvi möödumisel surnud-punktist mitte keskmises (horisontaalses) asendis, vaid niivõrd allpool, et siiber läheks allapoole oma keskmisest asendist välise ülekatte võrra; selleks aga on vajalik suurendada nurka vända ja ekstsentrilisuse vahel. Ülekateteta siibri puhul on see nurk täisnurk, võrdub 90°, ülekatetega siibri puhul aga nurk suureneb teatava teravnurga α võrra, mida nimetatakse ettetõtunurgaks (joon. 139).



Joon. 139.

Joon. 140.

Et kolvi liikumine ja võlli pöördumine oleksid pidevad ja ühtlased, on vaja, et kolvi tuleku momendil ülemisse surnud-punkti aken auru sisselaskmiseks oleks juba avatud teatava suuruse võrra; kui aga siiber sel momendil alles algab akna avamist, siis võib kolvi liikumine jääda seisma; järelikult peab siiber auru sisselaskeakna avama varem, kui kolb tuleb surnud-punkti. Seda nähet nimetatakse ettejõudmiseks ehk ettetõtuks ning seda suurust, mille võrra on avatud aken auru sisselaskmiseks, nimetatakse sisselaske **lineaarseks ettetõtuks.**

Öeldu kuulub välise aurujaotuse kohta; kui aga aurujaotus on sisemine, siis osutub ettetõtunurk teiseks ja nimelt: nägime juba, et normaalsiibri puhul sisemisel aurujaotusel ekstsentrilisus liigub tagapool vänta. Kui siiber on ülekatetega, jääb reegel samaseks, kuid nurk vända ja ekstsentrilisuse vahel osutub väiksemaks, kui täisnurk, ja nimelt ettetõtunurga α võrra (joon. 140), sest auru sisselaskeülekatted asuvad sisemisel aurujaotusel seespool. Kui vänt asub ülemises surnudpunktis, siis peab siiber asuma keskmisest asendist kõrgemal, ja nimelt sisselaskeülekate — (miinus) lineaarse ettetõtu suuruse võrra.

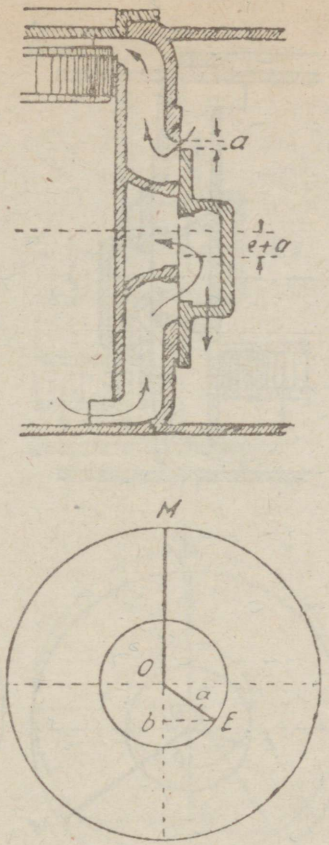
Peale auru sisselaske ettetõtu on olemas ka auru väljalaske ettetõtt; see on siis, kui kolb pole veel jõudnud oma käigu lõpuni, siiber aga avas juba aurule väljapääsu silindrist käigu alguse poolelt.

56. Aurujaotus ülekatetega siibri abil.

Vaatleme kolvi ja ülekatetega siibri ühist liikumist vertikaalses masinas, mis on kujutatud joon. 141—148, kus siibri igale asendile vastavalt on kujutatud vända ja ekstsentrilisuse vastav nurgaline asend, kusjuures suure ringi raadius vastab vända raadiusele, väikese ringi raadius aga — ekstsentrilisusele. Vända pöörlemine toimub kellaosuti liikumise suunas. Uurime nende jooniste järgi, mis toimub vertikaalse aurumasina silindri kolvipealses ja kolvialuses ruumis ühe kolvikäigu vältel, mis vastab vända pööramisele ülemisest surnudpunktist alumiseni.

1) Kolb ja vänt asuvad ülemisel surnud-punktil (joon. 141). Siiber avab akna lineaarse ettetõtu (α) võrra ja on nihkunud keskmisest asendist suuruse ($e+\alpha$) võrra (e=sisselaske ülekatte pikkus). See tingimus määrab kindlaks ka ettetõtunurga suuruse. Nurga määramiseks asetame ekstsentrilisuse keskpunktist (O) allapoole suuruse $ob=e+\alpha$ võrra, ja punktist (b) tõmbame perpendikulaari joonele (ob) kuni lõikumiseni ringiga punktis (E) — saame ekstsentrilisuse vastava nurgalise asendi ja ka nurgalise ettetõtu. Siiber liigub samas suunas nagu kolbki; ülaltpoolt kolbi toimub auru sisselase, altpoolt aga — väljalase.

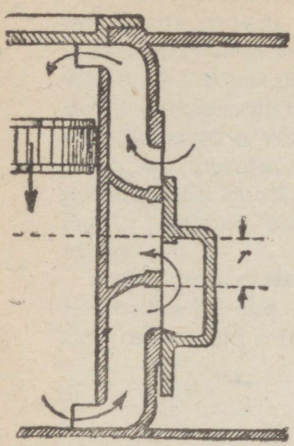
2) Auru maksimaalse sisselaske ja väljalaske asend (joon. 142). Ekstsentrilisus ja siiber asuvad äärmises alumises asendis ja siiber on nihkunud oma keskmisest asendist ekstsentrilisuse suuruse (r) võrra. Järelikult on nii ülemine kui ka alumine aken avatud maksimaalse suuruse võrra ja toimub auru täississelase ülemisse silindripoolde ja täisväljalase alumisest silindripoolest.

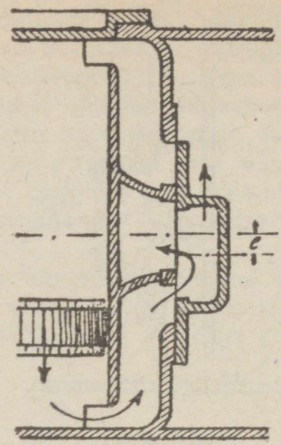


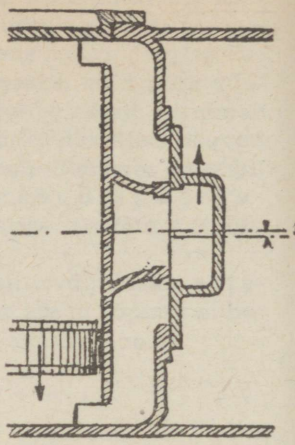
Joon. 141.

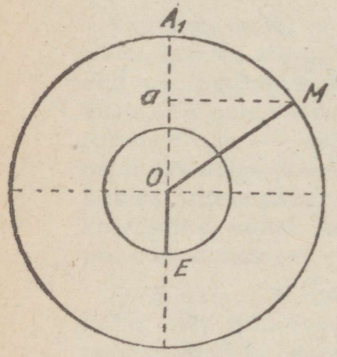
3) Auru katkestusmoment (joon. 143). Kohe pärast auru täielise sisse- ja väljalaske momenti läheb ekstsentrilisus üle oma äärmisest alumisest asendist ja hakkab liikuma ülespoole, temaga koos ka siiber, vähendades auru sisse- ja väljalaset, kolb aga jätkab liikumist allapoole. Kui siiber liikudes üles joondub oma välise äärega ülemise akna äärega, algab katkestusmoment, mis on kujutatud joonisel, ja auru paisumine ülemises silindriruumis; väljalase aga jätkub. Auru silindrisse enam ei tule, kuid aur, mis oli jäänud silindrisse, hakkab paisuma ja suurenedes mahult suruma kolvile, mis jätkab liikumist allapoole. Näeme, et katkestusmoment algab siis, kui siiber ei ole jõudnud oma keskmisse asendisse välise ülekatte suuruse (e) võrra.

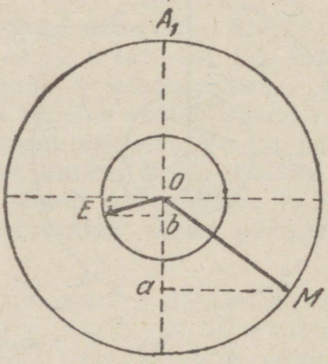
4) Auru kokkusurumismoment (joon. 144). Kolvi edaspidisel liikumisel allapoole, siibri liikumisel aga ülespoole, jätkub peal-

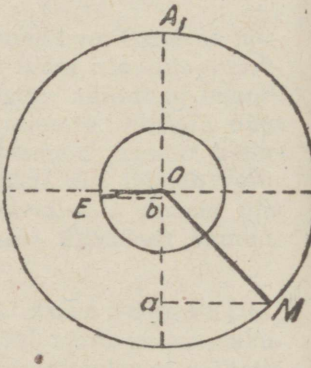






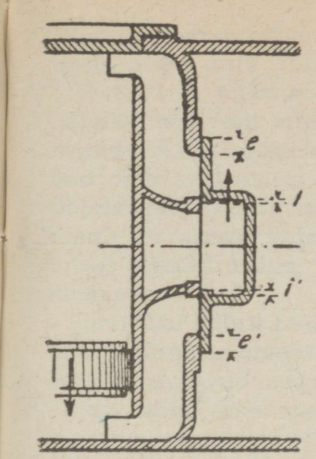


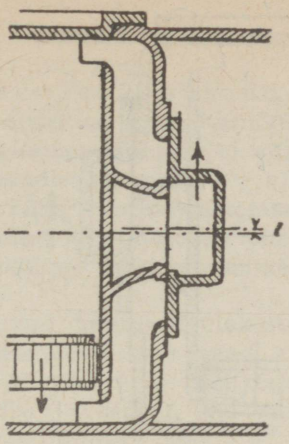


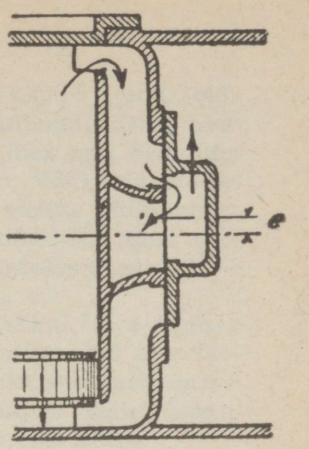


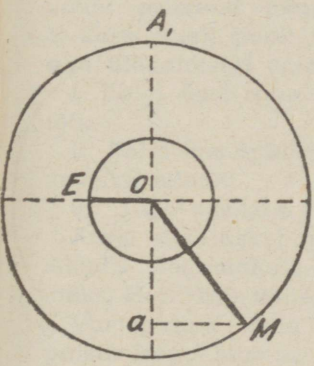
Joon. 142. *Joon. 143.* *Joon. 144.*

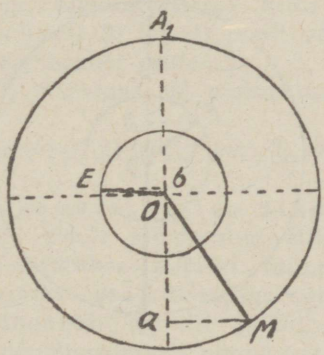
pool kolbi paisumine, kolvi all aga väljalase; siis esineb selline moment, kus vänt pole veel jõudnud alumise surnud-punktini, siiber aga suleb oma alumise ülekattega väljalaskeakna. See osutub auru kokkusurve-momendiks. Sel momendil on siiber oma keskasendist eemal sisemise ülekatte suuruse (i) võrra. Sellest momendist alates silindris ei toimu ei sisselaset ega väljalaset. Kolvist pealpool toimub paisumine, kolvist allpool — kokkusurumine. Selle tõttu, et auru surve kolvile ülalpool on palju suurem kui allpool, jätkab ta liikumist allapoole. Kokkusurumise otstarve seisneb selles, et tekitada kolvi all aurupatja kolvilöögi pehmendamiseks ja vältimiseks tema k ju lõpul.

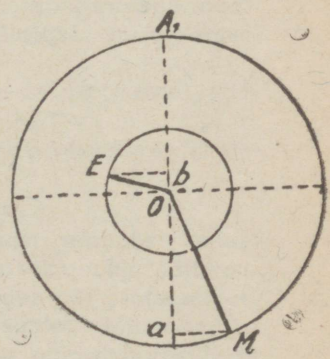








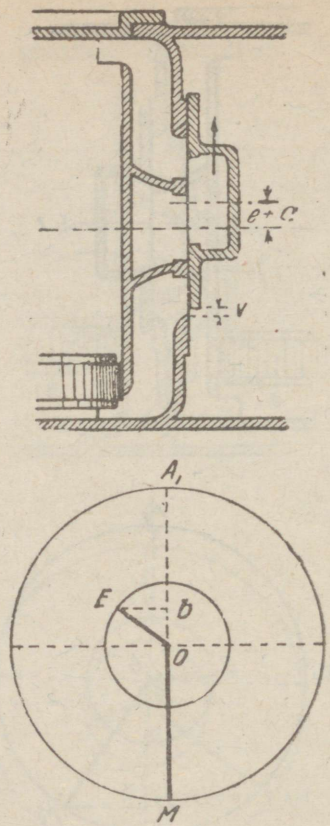




Joon. 145 *Joon. 146.* *Joon. 147.*

5) Siibri keskmine asend (joon. 145). Võlli edasisel pöörlemisel tulevad ekstsentrilisus ja siiber keskmisse asendisse, kusjuures vänt ja kolb pole jõudnud veel oma käigu lõpuni. Pealpool kolbi jätkub paisumine, kolvi all aga kokkusurumine. Nagu näha joonisest, katab nüüd siiber aknad just väljaspool väliste, seespool aga sisemiste ülekatete suuruse võrra.

6) Auru väljalaske ettetõtu-moment (joon. 146). Kui siiber liikudes ülespoole, ületab oma keskmise asendi ülemise auruväljalaske ülekatte suuruse võrra, ühendab ta ülemise akna keskmisega, ja aur kolvi pealpool, mis oli seni suletud silindris, saab pääsu väljapoole. See on väljalaske ettetõtu-moment. Sellest



Joon. 148.

momendist alates jätkab kolb veel liikumist allapoole, aur pealpool kolbi hakkab juba väljuma, kolvi all olev aur surutakse endiselt kokku.

7) Auru sisselaske ettetõtu-moment (joon. 147). Kui sisselaske ettetõtunurk võtta küllalt suurena, siis kui vänt pole veel jõudnud alumise surnud-punktini, jõuab alumise välise ülekatte äär ühele joonele alumise aknaga ja avab värske auru sisselaske kolvi alla. See moment algab, kui siiber ülespoole liikumisel ületab oma keskmise asendi alumise välise ülekatte suuruse võrra. Seda momenti nimetatakse sisselaske ettetõtumomendiks. Sel momendil värske aur, mis tuleb kolvi alla, kui see pole veel jõudnud tulla surnud-punktini, surub kolvile selle liikumissuunale vastupidiselt.

Sisselaske ettetõtt tehakse selleks, et auru sisselaskeaken, kui kolb tuleb surnud-punkti, oleks juba avatud teatava suuruse võrra. Sel-

lega pehmendatakse lööki kolvikäigu lõpul, s. o. saavutatakse sama kasu, nagu auru kokkusurumiselgi.

8) Kolvi tulek alumisele surnud-punktile (joon. 148). Lõpuks, kui vänt tuleb alumisse surnud-punkti, on alumine aken avanenud juba lineaarse ettetõtu-suuruse (v) võrra, siiber aga eemaldunud oma keskmisest asendist suuruse (e + v) võrra. Võlli edaspidisel pöörlemisel korduvad kõik aurujaotusmomendid samas järjekorras, ainult sisselase, paisumine ja väljalaske ettetõtt toimuvad nüüd alumises silindriruumis, väljalase, kokkusurumine ja sisselaske ettetõtt — ülemises.

Juhul kui siibril puuduvad sisemised ülekatted, s. t. kui i = o, langeb kokkusurumismoment ühte siibri keskasendi momendiga. Kui aga ülekatted osutuvad negatiivseteks (—i), siis algab kokkusurumismoment hiljem siibri keskasendist ja nimelt, kui siiber ületab selle asendi alumise negatiivse auruväljalaske ülekatte (i) suuruse võrra.

Võrreldes aurujaotust liht- ja ülekatetega siibriga, leiame järgmise vahe: esimesel juhul on olemas ainult kaks aurujaotusperioodi: 1) kolvi ühelt poolt sisselase; 2) teiselt poolt väljalase. Aurujaotusel aga ülekatetega omame järgmisi perioode:

I Kolvi ühelt poolt: 1) sisselase; 2) paisumine; 3) väljalaske ettetõtt.

II Kolvi vastupidisel poolel: 1) väljalase; 2) kokkusurumine; 3) sisselaske ettetõtt.

9) Täitumine (täiteaste). Paisumisaste.

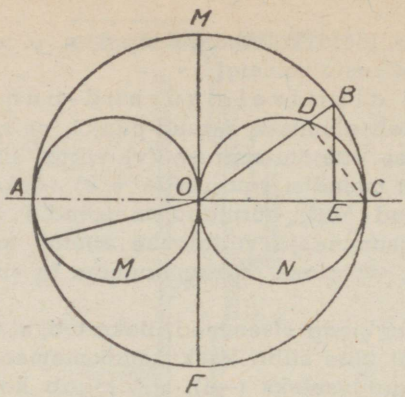
Auru sisselaskel kolvi poolt joonistatud silindri mahuosa suhet silindri kogumahule nimetatakse silindri täitumiseks ehk täiteastmeks. Harilikult väljendatakse see kolvikäigu osades või protsentides.

Vastupidine suhe väljendab silindri paisumisastet. Mitmekordse paisumisega masina paisumisastmeks nimetatakse madalsurvesilindri mahu suhet kõrgsurvesilindri mahuosaga, mille joonistab kolb auru sisselaskel.

Siiberjaotusega masinas on paisumisaste arvuliselt ligikaudu võrdne aururõhuga atmosfäärides katlas.

57. Siibridiagrammid.

Joon. 141—148 kujutatud siibri ja kolvi ühisliikumise uurimused osutuvad aurujaotuse selgitamiseks küll väga piltlikeks, kuid kui on vaja mitte ainult teada, mis toimub siibriga tema liikumise igal momendil, vaid on tarvis ka täpselt kindlaks teha siibri asend, akende avamise suurus jne., siis peaks välja joonistama mitte ainult kõik siibri ja vända asendid, joon. 141—148, vaid ka vahepealsed, mis oleks aga väga keeruline ja aegaviitev. Seepärast on olemas teine lihtsam ja



Joon. 149.

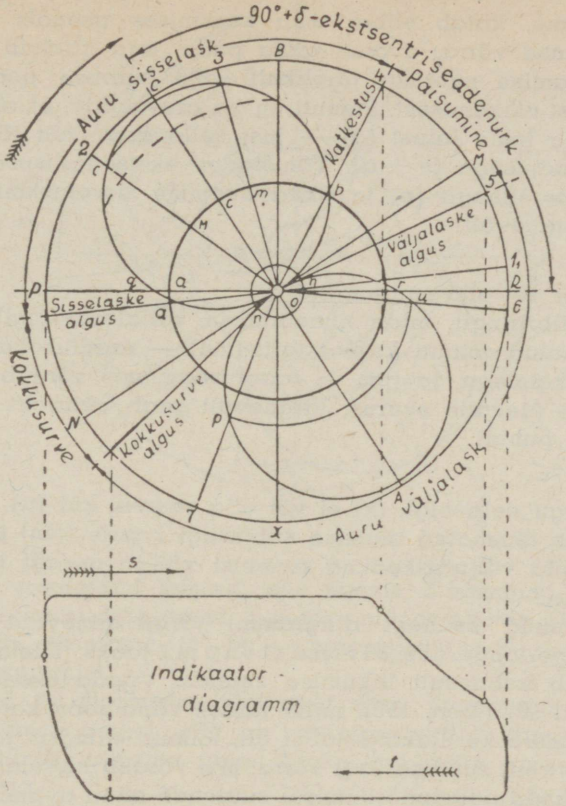
kergem aurujaotuse uurimisviis, nimelt nn. **siibridiagrammide** abil. Nendest on kõige enam kasutatav Zeuner'i diagramm.

Zeuner'i diagrammi paremaks mõistmiseks tutvume esmalt nn. **siibri-ringide** omadustega, mis on kujutatud joon. 149. Siin on joonistatud esiteks suur ring AMCF, keskpunktist (O) raadiusega, mis võrdub ekstsentrilisusega, teiseks selle ringi horisontaalsel diameetril (AC), mis ühtib siibri liikumise suunaga horisontaalses aurumasinas, on ehitatud kaks väikest siibriringi (AMO) ja (ANO), mille kummagi läbimõõt võrdub ekstsentrilisusega. Neil ringidel on see omadus, et tõmmates ükskõik missuguse raadiuse (OB), mis kujutab teataval momendil siibri ekstsentrilisuse asendit, võrdub selle raadiuse lõik (OD) parempoolse siibriringi ulatuses siibri läbistatud kaugusega oma keskmisest asendist.

58. Zeuner'i siibridiagramm.

Joon. 149 vaadeldud diagramm annab siibri nihkumise keskasendist vastavalt ekstsentrilisuse ja ekstsentriku pööramise nurgale. Et võida üles leida needsamad nihkumised vastavalt vända pööramise nurkadele, peab diameetri (AC) (joon. 149), millel asuvad siibriringid, pööramа tagasi masina tiirlemise vastupidises suunas ekstsentriku seadenurga võrra (s. o. $90^\circ +$ ettetõtunurga võrra).

Öeldu on teostatud Zeuner'i siibridiagrammis, mis on kujutatud joon. 150. Siin on siibriringide diameeter (AC) pööratud oma horisontaalsest asendist, mida ta omas joon. 149, nurga võrra $\rightarrow 90^\circ + \delta$ masina tiirlemissuunale vastupidises suunas, mis on näidatud noolega. Iga raadiuse lõik, mis on tõmmatud tsentrist (O), näitab siibri nihkumist keskasendist vända asendi puhul, mis ühtib antud raadiusega. Eeloleva järgi osutuvad (OA) ja (OC) siibri maksimaalseteks nihku-



Joon. 150.

misteks, võrdseteks ekstsentrilisusega, vända asendid (O—M) ja (O—N) aga vastavad siibri keskmisele asendile.

Et oleks võimalik diagrammi järgi kindlaks määrata mitte ainult siibri nihkumist oma keskmisest asendist, vaid ka akna avamise suurust nii auru sisse- kui ka väljalaskmiseks antud vända asendi puhul, on ülemisel siibriringil, mida nimetatakse sisselaskeringiks, tõmmatud tsentrist (O) kaks kaart; (ab) — raadiusega, mis võrdub välise ülekattega ja (cd) — raadiusega, mis võrdub väli e ülekattega pluss auruakna laius. Siis kujutavad raadiuste lõigud, mis mahutuvad mõlemate kaarte vahel siibriringide sees, sisselaskeakna avamise suurusi vända antud asendis.

Nagu nägime, katab siiber oma keskmises asendis akna välise ülekatte suuruse võrra, avatud akna puhul aga hakkab ülekate vähendama avamise suurust; järelikult selle suuruse peab lahutama siibri täielisest nihkumisest. Samuti on ka arusaadav, et akna avamine ei või ületada tema laiust (a) — just sellepärast tuli tõmmata teine kaar (cd) raadiusega (e + a). Tähistades ekstsentrilisuse tähega (r), välise ülekatte tähega (e) ja akna avamise sisselaskmiseks tähega (x), saame järgnevalt:

$$x = r - e,$$

kusjuures x ei või olla suurem kui a.

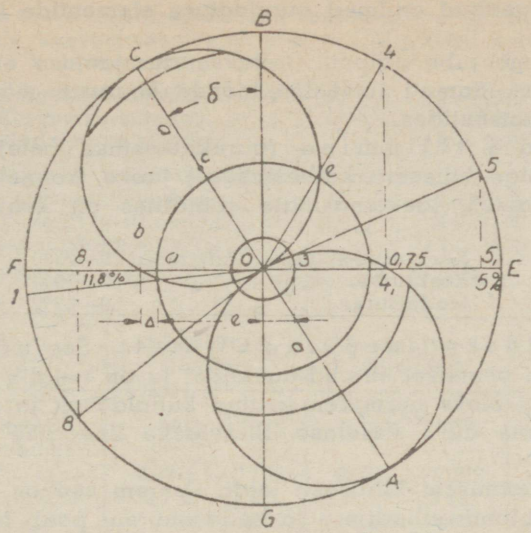
Alumisel siibriringil, mida nimetatakse väljalaskeringiks, on tsentrist (O) tõmmatud samuti kaks kaart: (mn) — raadiusega, mis võrdub sisemiste ülekatetega, ja (pr) — raadiusega, mis võrdub (i + a), kus i on sisemise ülekatte suurus. Järgnevalt saab akna avamise vända antud asendi puhul:

$$x = r - i,$$

kusjuures, nagu eelpoolgi, (x) ei või olla suurem kui (a), ja raadiuste lõigud, mis on tõmmatud alumise siibriringi kaarte (mn) ja (pr) vahel, kujutavad nüüd väljalaskeakna avamisi vända asendi mitmesuguste nurkade jaoks.

Vaatleme nüüd Zeuner'i diagrammi järgi erinevaid aurujaotuse momente ja perioode ühe s i l i n d r i r u u m i jaoks. Oletame, et pöörlemine toimub kellaosuti liikumise suunas. Vända asendis ülemisel surnud-punktil (P) (joon. 150), mille juures vändajoon katab siibriringi väljaspool sisselaske ülekatte joont ab, toimub silindris juba sisselase ja aken on avatud suuruse (aq) võrra, mis võrdub sisselaske lineaarse ettetõtuga. Vända edasipöördumisel suureneb akna avamine sisselaskmiseks ja punktis (c) algab akna maksimaalne avamine, mis kestab punktini (d), mille järele hakkab aken sulguma. Kui aga $r < e + a$, siis aken avaneb täieliseks sisselaskeks ainult üheks momendiks — vända asendis (OC). Punktis (b) muutub akna avamine nulliks ja kuni punktini (n) (5 — suurel ringil) jääb aken suletuks. Nagu näha, pole vända (O—5) asendi puhul see veel jõudnud alumise surnud-punktini, sest väljalase toimub suure ettetõtuga; kui aga vänt tuleb surnud-punktile, on aken juba avatud väljalaske lineaarse ettetõtu tuntava suuruse (nr) võrra. Edasi punktis (u) on aken avatud väljalaskeks juba täie suuruse võrra ja akna täieline avamine kestab kuni punktini (p), milles väljalase hakkab vähenema, lõppedes punktis (m), mis vastab kokkusurumise algusele. Punktis (a) avaneb aken juba uuesti sisselaskeks ja kuna vänt pole veel jõudnud surnud-punktini (P), siis antud moment osutub sisselaske ettetõtu-momendiks.

Kui suure ringi punktides 1, 2, 3 ..... tõmmata allapoole perpendikulaarjooned ja asetada nendele vastavalt vända asendile mano-



Joon. 151.

meetri järgi vaadeldud surved, siis saame diagrammi all auru töö ideaalse indikaator-diagrammi ülemises silindriruumis. Diagrammi osa (1—4) kujutab sisselaset, (4—5) — paisumist, (5—8) — väljalaset ja (8—1) kokkusurumist.

Kui välised ja sisemised ülekatted ning lineaarsed ettetõtud on võrdsed mõlemal poolel, siis on väljajoonistatud diagramm kõlblik samuti ka silindri alumise ruumi jaoks, kui mitte arvestada väntaja kaudse mõjuga.

Tegelikuks kasutamiseks joonistatakse Zeuner'i diagramm harilikult loomulikus suuruses, mõõtes siibri ja peegelpinna järgi siibri käigu, akna laiuse ja väliste ning sisemiste ülekatete suuruse.

Joon. 151 on kujutatud pooles naturaalsuuruses Zeuner'i diagramm, mis on ehitatud järgmistel aurujaotuse andmetel: siibri käik — $2R = 125$ mm, $r = 62{,}5$ mm, v (lineaarne sisselaske ettetõtt) $= 5$ mm, $a = 30$ mm, $e = 28$ mm, $i = 8$ mm. Diagrammi joonistamiseks tõmmatakse tsentrist (O) ring raadiusega (r), millele tõmmatakse vertikaalne ja horisontaalne läbimõõt; piki viimast asetatakse punktist (O) vasakule lõik $(Ob) = e + v = 33$ mm, mille järgi tõmmatakse punktidest (O) ja (b) kaared raadiusega $\left(\frac{r}{2}\right)$ kuni lõikumiseni punktis (c). See punkt osutubki ülemise siibriringi tsentriks. Punktist (c) ja tsentrist (O) tõmmatakse diameeter (AC) ja ehitatakse sellele mõlemad siibriringid. Diameeter (AC) asetub vertikaalse diameetri suhtes nurga (δ) all, mis võrdub ettetõtunurgaga.

Tegelikud andmed aurujaotuse elementide kohta.

Nagu nägime juba eelpool, leitakse aurujaotuse elemendid siibridiagrammidest. Samuti tutvusime nende suuruste määramisviisidega kolvikäigu protsentides.

a) Silindri täitumine (aurukatkestuse aste). Maksimaalse täitumise (kõige hilisema katkestumise) jaoks, kolmekordse paisumisega vertikaalsete laevamasinate silindrites on kehtivad järgmised suurused:

Kõrgsurve-silindris ligikaudu 60—75%
Keskurve- „ „ 55—70%
Madalsurve- „ „ 50—65%

b) Sisselaske lineaarne ettetõtt. See määratakse, nagu nägime, kolvi asumisel surnud-punktidel ja on vajalik selleks, et äärmises asendis oleks auruaken avatud küllaldaselt ja silindrisse teostuks küllaldane auru sisselase. Sisselaske lineaarse ettetõtu suurus oleneb:

1) kolvi keskmisest kiirusest: mida suurem see on, seda kiiremini peab aur voolama silindrisse ja seda suurem peab olema lineaarne ettetõtt;

2) siibrite süsteemist (kahekordse auru sisselaskega siibrite puhul peab see olema väiksem kui harilikel siibreil);

3) masina suurusest.

Vertikaalsete, kolmekordse paisumisega laevamasinatele valitakse sisselaske ettetõtu lineaarsed ja nurgalised suurused järgmise tabeli järgi:

Silinder	Silindri pool	Lineaarne ettetõtt ekstsentrilisuse (r) osades.	Nurgaline ettetõtt vända pöörde sisselaske alguse ja surnud-punktide vahel (kraadides)
Kõrgsurve-silinder	ülal	r/14 — r/6	4 — 10
	all	r/7 — r/4,5	8 — 13
Kesksurve-silinder	ülal	r/13 — r/5,3	5 — 11
	all	r/6,5— n/3,9	9 — 15
Madalsurve-silinder	ülal	r/12 — r/4,8	6 — 12
	all	r/5,8— r/3,3	10 — 18

c) Väljalaske ettetõtt. Väljalaske ettetõtu suurused kolvikäigu protsentides, vertikaalsetes laevamasinates valitakse:

Kõrgsurve-silindris . . . . . 7— 4%
Kesksurve-silindris . . . . . 9 — 18%
Madalsurve-silindris . . . . . 11 — 22%

Horisontaalsetes ja kallakultasetatud jõelaevade masinates:

Kõrgsurve-silindris . . . . . 4 — 11%
Kesksurve-silindris . . . . . 5 — 12%
Madalsurve-silindris . . . . . 8 — 15%

d) Kompressioon. Kompressiooni suurim surve ei tohi ületada auru survet siibrikarbis. Laevamasinates on kehtivad järgmised kolvikäigu protsentides väljendatud kompressiooniperioodid:

Kõrgsurve-silindris	4 — 9%
Kesksurve-silindris	7 — 14%
Madalsurve-silindris	10 — 20%

Jõelaevade masinates valitakse kompressiooni suurus:

Kõrgsurve-silindris	7 — 11%
Kesksurve-silindris	8 — 12%
Madalsurve-silindris	10 — 18%

Ludwig'i järgi valitakse aurujaotuse elemendid järgmiselt:

Nimetus	Kõrgsurve-silinder	Kesksurve-silinder	Madalsurve-silinder
1. Suurim täitumine .	60% — 75%	55% — 70%	50% — 65%
2. Lineaarne ettetõtt:			
Kaane pool . . .	0,0712 — 0,162	0,0772 — 0,192	0,0832 — 0,212
Põhja pool . . .	0,142 — 0,222	0,152 — 0,252	0,172 — 0,322
3. Eelväljalase . . .	8% — 14%	9% — 18%	11% — 22%
4. Kompressioon . .	4% — 8%	7% — 14%	10% — 20%

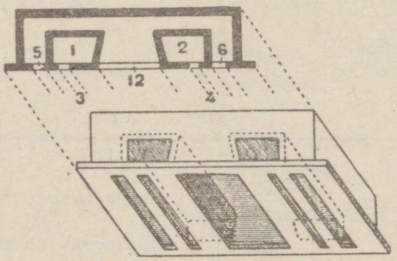
SEITSMES PEATÜKK.

Eri liiki siibrid.

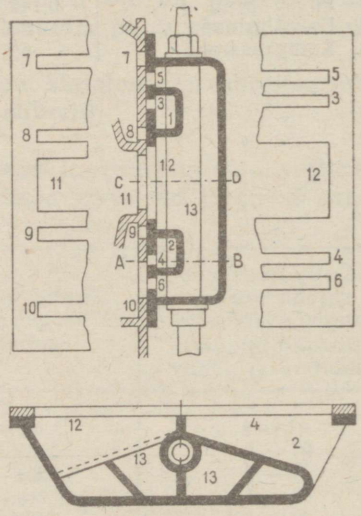
59. Penn'i viieaknaline siiber.

See siiber on näidatud joon. 152. Ta teostab auru kahekordset sisselaset ja kahekordset väljalaset.

Siiber erineb harilikust karpsiibrist sellepoolest, et temas on tehtud läbistavad kanalid (1 ja 2), mis avanevad külgedelt siibrikarpi ja



Joon. 152.



Joon. 153.

lõpevad siibri peegelpinnal akendega (3 ja 4). Neid kanaleid mööda toimub auru lisa-sisselase silindriruumidesse pealt-altpoolt kolbi. Auru lisa-väljalase toimub läbi akende (5 ja 6).

Joon. 153 kujutab: vasakpoolne osa siibrikarbi peegelpinna vaadet; parempoolne — siibri peegelpinna vaadet; keskmine — siibri ja peegelpinna pikilõiget. Alumine joonis kujutab siibri horisontaalseid lõikeid; parem pool — lõige A-B, vasak pool — lõige C-D.

Siibrikarbi peegelpinnal on viis akent: kaks ülemisse silindriruumi 7 ja 8), kaks alumisse (9 ja 10) ja üks auru väljalaskeaken (11). Läbi akende (5 ja 6) toimub auru väljalase akendest (7 ja 10); akendest (3 ja 4) aga — värske auru sisselase akendesse (8 ja 9).

Asub siiber allasendis, siis toimub auru sisselase ülemisse silindripoolesse otse siibrikarbist läbi akna (7) ning mööda kanalit (1) läbi akende (3 ja 8). Auru väljalase alumisest silindriruumist toimub otse läbi akna (9) ja samuti ka läbi akende (10 ja 6) siibrisse; sealt aga läbi akna (12 ja 11) heitauru-torusse.

Siibri ülalasendis sisselase toimub läbi akna (10) ja mööda kanalit (2) läbi akende (4 ja 9); väljalase — läbi akna (8) ning samuti (7 ja 5) siibrisse, ja sealt heitauru-torusse.

Viieaknalise siibri käik kahekordse sisselaske ja kahekordse väljalaske tõttu on kaks korda vähem kui harilikul karpsiibril. Siibri mõõtmed on samuti vähemad ja seepärast töö, mis kulutatakse sellise siibri nihutamiseks, on palju väiksem.

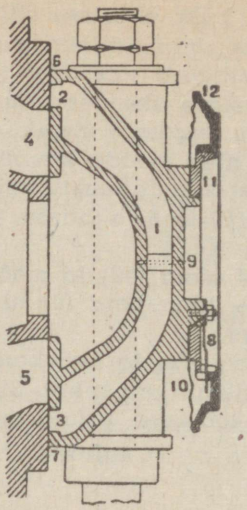
60. Trikk'i siiber.

Trikk'i siiber (joon. 154) võimaldab samuti kahekordset sisselaset, kuid auru väljalase on selle siibri juures ordinaarne ehk ühekordne. Siiber omab kanalit (1) akendega (2 ja 3), siibrikarbi peegelpinna ülemised ja alumised ääred on tehtud astmetena. Siibri ülalasendis toimub auru sisselase alumisse silindriruumi läbi akna (5) otse siibrikarbist selle ääre (7) juurest ning samuti ka akna (2), kanali (1) ja akna (3) kaudu. Siibri allasendis toimub auru sisselase ülemisse silindriruumi läbi akna (4) siibrikarbist ääre (6) juurest ning samuti läbi akna (3), kanali (1) ja akna (2).

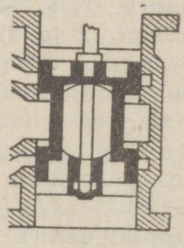
Samal joonisel on näidatud ka kompensaatori ehitus. Peenike lainekujuline vaskleht (10) on kinni pigistatud siibri selja ja rõnga (11) vahele. Lehe ääred on painutatud joodetud rõngale; rõngas (12) võib liikuda piki rõnga (11) ääri. Kolm lamedat vedru (8) püüavad kogu aja lahti pigistada rõngast (12) siibri selja küljest ja suruvad rõnga (12) siibrikarbi vastas olevale seinale. Ava (9) ühendab kompensaatori sisemust siibri õõnsusega ning seepärast osutub auru surve kompensaatori-rõngas samasuguseks kui auru väljalaske-kanaliski.

61. Silindriline siiber.

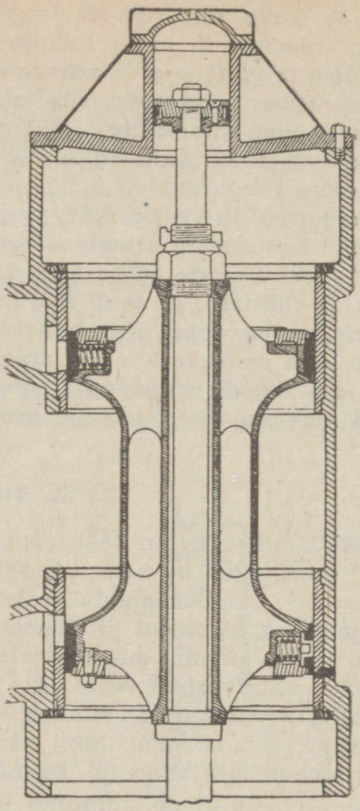
Siiber joon. 155 on keskmises osas vähema läbimõõduga kui ülemises ja alumises osas. Siibrivars läbistab ülal- ja allolevad siibri ristribid. Varre ümber moodustub kanal auru läbikäiguks. Siibri laiemad osad kujutavad ta töötavaid pindu.



Joon. 154.



Joon. 155.

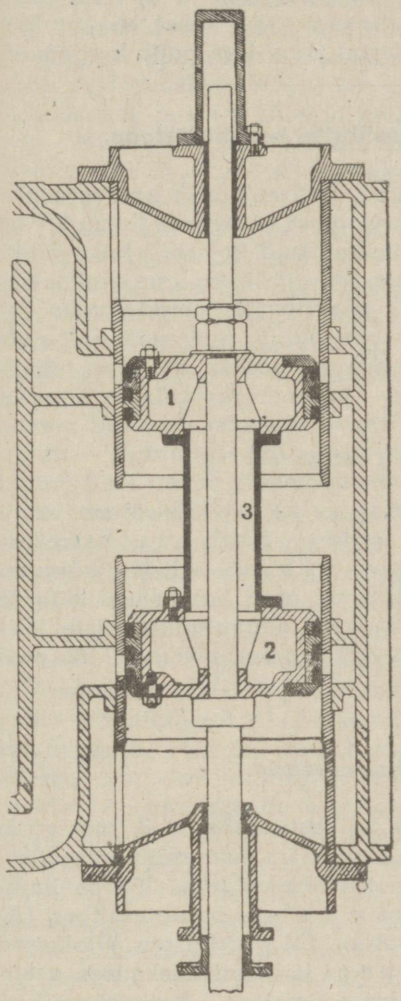


Joon. 156.

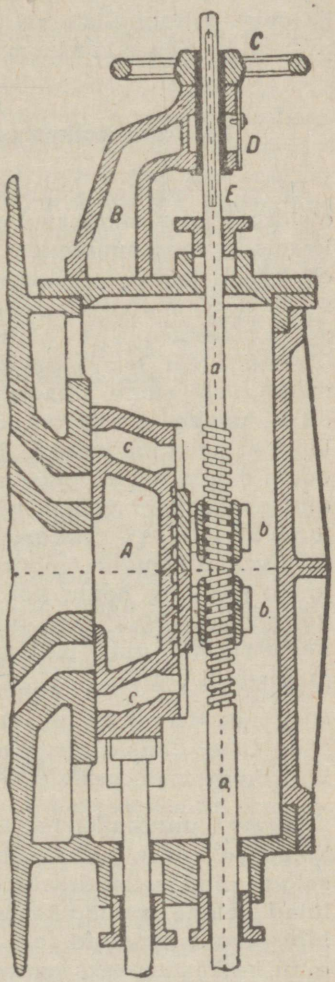
Auru surve sellisele siibrile tasakaalustub kõigilt poolt. See asjaolu omab suurt tähtsust kõrge surve puhul, sest siiber ei pigistu peegelpinnale — vastandina karpsiibrile. Sellepärast on hõõrdumine silindrilistes siibrites palju väiksem. Neid tarvitatakse kõrg- ja kesksurvesilindrites, sellal kui karpsiibrit kasutatakse eranditult MSS-ides.

Suurte masinate siibrid (joon. 156) varustatakse tihedusrõngastega, mis on samalaadilise ehitusviisiga nagu aurukolbidelgi. Siibri ääre pikkus loetakse võrdseks tihendusrõngaga. Siibri ääred ja kaaned omavad kallaklõiget tihendusrõnga poole, et mitte takistada auru vaba läbikäiku silindri kanalitesse.

Siibrivarre ülemisele jätkule ehitatakse nn. **tasakaalukolb** (joon. 156). Selle otstarve on ülal hoida siibrit ja selle liikumise ülekandeseadme kaalu. Selleks otstarbeks ehitatakse siibrikarbi kaanesse väike silinder, mille alumine osa on avatud siibrikarpi. Silindri ülemine osa ühendub toru kaudu kondensaatoriga. Sel viisil tekib auru survete vahe kolvile, mis mõjub alt üles.



Joon. 157.



Joon. 158.

62. Kolbsiiber.

Kolbsiiber erineb silindersiibrist ainult sellepoolest, et tal pole sisemist pikikanalit. Ta koosneb (joon. 157) kahest umbsest kolvist (1 ja 2), mida ühendab valatud õõnes osa (3). Kolbsiibri puhul peab aurutoru, mis toob auru siibrikarpi, hargnema ülemisse ja alumisse siibrikarbi aururuumi.

Siibrid ehitatakse enamasti malmist, väikesed siibrid ka pronksist. Kergete, kiiretiiruliste masinate jaoks kasutatakse vahel materjaliks pronksi ja a l u m i i n i u m i sulamit; sellised siibrid on palju kergemad.

63. Auru katkestus ja katkestussiibrite konstruktsioon.

Eespool selgitati et ülekatted siibril on ehitatud auru katkestamise otstarbel ning mida suuremad on ülekatted, seda varem toimub katkestus ja seda suuremaks osutub paisumine; kuid kui kord juba siiber on tehtud teatavas pikkuses ülekatetega, siis jääb ka aurukatkestusmoment a l a l i s e k s. Mõnikord osutub soovitavaks omada vahelduvat katkestust, s. t. katkestada soovi järgi auru rutemini või aeglasemalt, või teisiti öeldes, sundida masinat töötama suure paisumisega või suure silindrite täitumisega värske auruga. Mida suurem on täitumine värske auruga, seda suuremat võimsust arendab masin, kuid samal ajal kulutab ta seda enam auru. Ümberpöördult — mida enam masin töötab paisumisega, seda ökonoomsem ta on; kuid samal ajal arendab ta vähem võimsust. Kui näiteks laev peab sõitma vastu tugevat tuult või vedama enda järel praame, peab auru katkestus toimuma hiljemalt; ümberpöördult, kui võib liikuda väikese käiguga ja on soovitav hoida kokku kütteainet, peab auru katkestuse tegema varajasema. Muutlikku aurukatkestamist võib saavutada eriliste katkestussiibrite abil, milledest suuremat tähelepanu väärivad Meyer'i ja Rieder'i siibrid.

64. Meyer'i aurukatkestusseade.

Meyer'i aurukatkestus toimub erilise katkestussiibri abil, mis saab liikumise eriliselt ekstsentrikult ja mis liugleb mööda aurujaotussiibri selga, mida sellepärast nimetatakse jaotussiibriks. Joon. 158 on kujutatud selline aurukatkestusseade. Nagu näha, omab jaotussiiber (A) läbistavaid kanaleid (c_1), milledest voolab läbi värske aur. Ülekatted auru katkestamiseks asuvad tal s e e s p o o l ja siibri keskmises asendis katavad mõlemad aknad. Jaotussiibri seljal liigub katkestussiiber, mis koosneb kahest plaadist (b ja b_1), mis istuvad varva (a) lõikel.

Kui üks neist plaatidest suleb läbistuskanali jaotussiibris, siis katkeb auru sisselase silindrisse, vaatamata sellele, et läbistuskanal on veel ühenduses silindriga. Varb, millel istuvad katkestussiibri plaadid, on ühendatud ekstsentri varrega selliselt, et ta võib vabalt pöörelda ja omab kaht lõiget, parem- ja vasakpoolset; kummalgi lõikel istub katkestussiibri plaat. Varva pöörlemisel ühele poole eemalduvad plaadid üksteisest ja katkestus suureneb, pööramisel teisele poole nad ligistuvad ja katkestus väheneb.

Et võimaldada varva keeramist väljastpoolt siibrikarpi, on ülemine varva ots, mis väljub siibrikarbist, tehtud neljakandilisena ja lastud läbi pronksmuhvi, mis võib pöörelda kronsteinis (B). Käsiratta (C) keeramisel, mis on kiilutud muhvile, varb pöördub ja muudab katkestuse. Muhvi välisele pinnale on asetatud mutter osutiga (D); muhvi keeramisel liigub osuti piki skaalat ja näitab aurukatkestuse suurust.

Meyer'i katkestussiibri ekstsentrilisus, kui katkestus on ühesugune nii edasi- kui ka tagasikäigule, asetatakse vändale 180° nurga all; kui aga katkestus on nõutav peamiselt edasikäigul, siis katkestusekstsentriku ekstsentrilisus seatakse vända ette umbes 70° nurga all. Sel viisil osutub Meyer'i siibri juures muutlikuks ainult katkestus; väljalaske ettetõtt, sisselaske ja kokkusurumise suurused aga jäävad alalisteks, sest need momendid toimuvad jaotussiibriga.

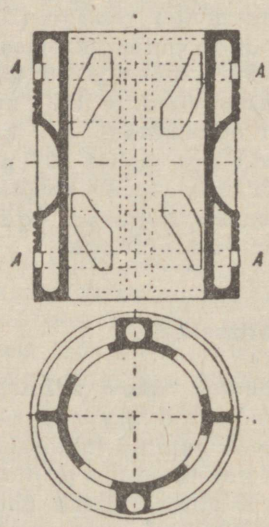
65. Rieder'i aurukatkestusseade.

See süsteem koosneb nagu Meyer'i omagi kahest siibrist: jaotus- ja katkestussiibrist, kuid mitte lamedatest, vaid üksteise sees liikuvatest silindrilistest siibritest. Joon. 159 on kujutatud jaotussiiber piki- ja põiklõikes, joon. 160 — katkestussiibri väline vaade ja plaan. Joon. 161 on kujutatud mõlema siibri pinnad laialilaotatutena ühte pinda. Joon. 162 näitab plaanis katkestussiibri pööramisseadet.

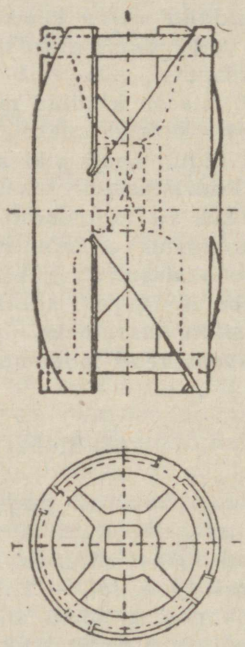
Värske aur tuleb katkestussiibrisse, mis omab ringiliselt kolmenurgelisi väljalõikeid. Läbi nende väljalõigete ja läbi kuuekandiliste väljalõigete, mis on tehtud jaotussiibri sisemisel pinnal joon. 159), värske aur tuleb jaotussiibri sisemistesse ruumidesse, kust satub läbi avade (A) auruakendesse. Seejuures liiguvad katkestussiibri kolmekandiliste väljalõigete kallakud ääred mööda jaotussiibri kuuekandilisi väljalõikeid, katavad teataval momendil neid täielikult ja katkestavad värske auru sisselaske jaotussiibri kuuekandilistesse väljalõigetesse ja järelikult ka aurusilindrisse, s. t. teostavad katkestuse.

Kui pöörame katkestussiibri jaotussiibri suhtes vasakult paremale (v. joon. 161 — laialilaotatud siibrite pinnad), siis katkestussiibri kolmenurgeline kallakäär nihkub jaotussiibri kuuekandilise akna peale ja vähendab vaba sisselaskepinda (joonisel viirutatud), ja järelikult

katkestus toimub varemalt. Ümberpöördult, katkestussiibri pööramisel vastupidises suunas, nihkuvad ta kallakud ääred ja katavad jaotussiibri aknad hiljemini ning katkestus toimub samuti hiljemini. Järelikult teostub katkestuse kiirendamine või aeglustamine eranditult ainult katkestussiibri keeramisega ühele või teisele poole. Katkestussiibri keeramiseks käsitsi tehakse tema varre ülemine ots, mis läbistab tihenduspuksi, neljakandiline. See varre neljakandiline ots liigub



Joon. 159.

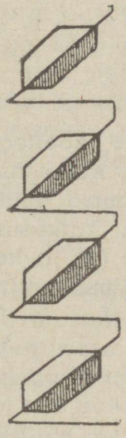


Joon. 160.

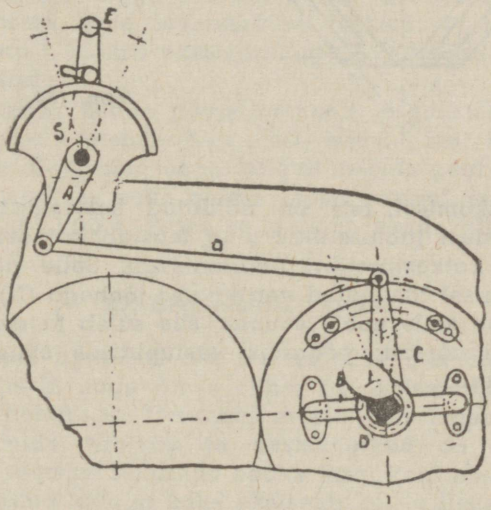
masina töö ajal üles ja alla juhtmuhvis (D) (joon. 162), mis hoidub ülal siibrikarbi kaanel kahe kronsteini (B) abil.

Keerates muhvi keskmist osa kangide (C) ja (A), tõmmiku (a) ja käepideme (E) abil, hakkab ühes muhviga pöörlema ka vars katkestussiibriga. Sektoril (S), mis asub masinistile hõlpsalt kättesaadavas kohas, on harilikult märgitud katkestusastete suurused (täitumisastmed): et saavutada teatavat katkestust, tuleb keerata ainult käepidet (E) sektoril selliselt, et see satuks suurusele, mis vastab vajalikule katkestusele. Sektori (S) ülesandeks on ka käepideme (E) kinnistamine vajalises asendis; kinnistamata käepideme puhul võib muutuda katkestusaste. Nagu näha joon. 163, omab katkestussiiber vart (c), mis

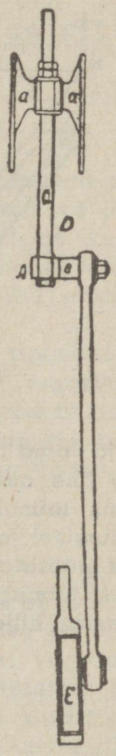
lõpeb ristpeaga (a); see liigub liugleja abil mööda erilist paralleeli, mida joonisel pole näidatud. Varre (c) ots (A) kinnitub õlaga (B) ekstsentriku varrele. Eraldioleva ekstsentriku asemel on edasikäigu-ekstsentriku küljes ekstsentriliselt kael (g), millele kinnitub varre alumine ots ja mis sel viisil osutub vahendiks katkestussiibri liikumapanemiseks. Jaotussiiber omab kaht vart (augud nende jaoks on näha joon. 159), mis ühenduvad all põikrauaga, mis omakorda ühendub juba kulissi sektori kiviga (kulissikiviga).



Joon. 161.



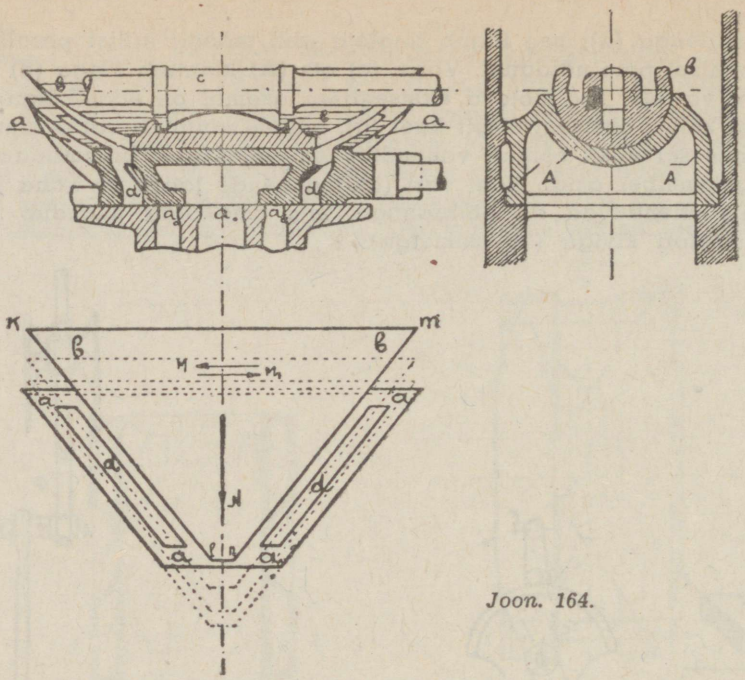
Joon. 162.



Joon. 163.

Rieder'i katkestussiibrit kasutatakse ainult kõrgsurvesilindri juures ja ta võimaldab ökonoomset täiteastme muutmist. Meyer'i siibriga võrreldes omab Rieder'i siiber seda paremust, et osutub tasakaalustatuks ja aurukatkestuse muutus nõuab palju vähemat jõukulu.

Rieder'i katkestussiibrit monteeritakse ka karpsiibrile; sel juhul omab ta poolümmargust kuju (joon. 164). Vasakpoolsel joonisel on kujutatud siibri pikilõige, parempoolsel — põiklõige; all aga — katkestussiibri (B) ja jaotussiibri (A) pind. Viimane on kolmenurge-



Joon. 164.

line ja oma liikumisel, mis on näidatud horisontaalsete nooltega, suleb ühe akendest jaotussiibris ning teostab katkestuse. Katkestuse muutus toimub katkestussiibri pööramisega. Selle pööramise suund on alumisel joonisel tähistatud vertikaalse joonega (N). Kui katkestussiiber pööratakse selle noole suunas, siis suleb ta aknad (d) ja katkestus toimub varemalt; pöörates vastupidises sihis, toimub aurukatkestus hiljemalt.

KAHEKSAS PEATÜKK.

Käigumuutmisseadised (kulissid).

66. Üldist.

Käigumuutmisseadiseks ehk kulissiks nimetatakse mehhanismi, mille otstarve on panna tegevusse siibrid ülekandega masina võllilt ja võimaldada masinale käigu muutmist. Oma ehitusviisilt on kulisse väga mitmesuguseid, kuid levinumatest oleksid: 1) kahe ekstsentrikuga — Stephenson'i, 2) ühe ekstsentrikuga — Marshall'i ja 3) ekstsentrikuta — Joy' seade.

Iga käigumuutmise seade peab vastama järgmistele peanõuetele: 1) aurujaotus peab olema õige, nii edasi- kui ka tagasikäigu jaoks; 2) masina üleviimine ühelt käigult teisele peab teostuma ruttu ja kergelt ja 3) seadises peab olema asend „stopp" selline, mil masin ei saa anda mingit käiku. Peale selle peab seade olema võimalikult lihtne.

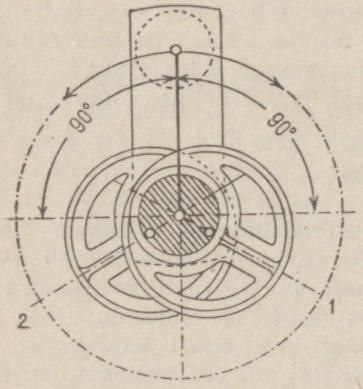
67. Stephenson'i kuliss.

Ekstsenterseadme uurimisel nägime, et siibri liikumine ekstsentriku abil teostub selliselt, nagu oleks siiber ja ekstsentrilisuse ots ühendatud sirge tõmbeharuga. Oletame, et meil on tegemist vertikaalse aurumasinaga, mille väntvõll ja ekstsentrikud on näidatud joon. 165, mis pöörleb joonisel näidatud noolte järgi kord edasi, kord tagasi. Võllile on asetatud kiiluga kaks ekstsentrikut, millede ekstsentrilisus (1 ja 2) asuvad ühesuguste nurkade — 90° + ettetõtunurga all vända suhtes, kusjuures üks ekstsentrilisus võlli pöörlemisel näidatud suunas liigub vända ees, teine aga taga.

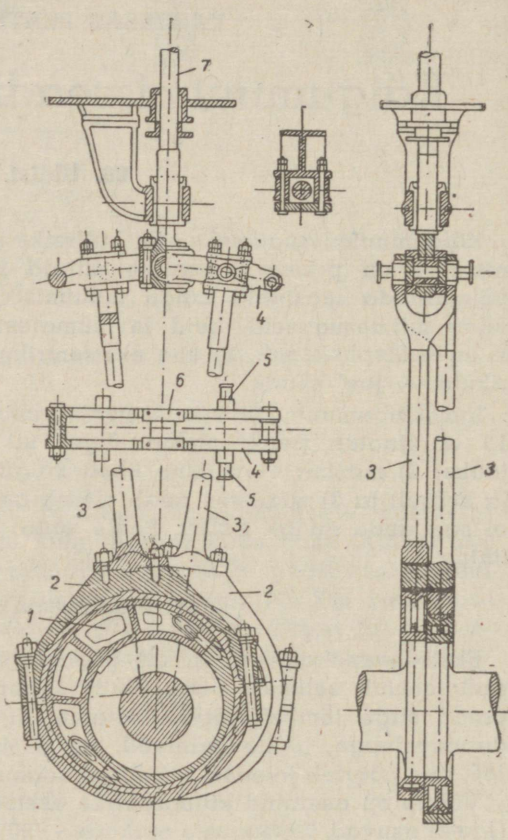
Kui siiber on ühendatud ekstsentrikuga (1), siis ekstsentrilisuse tsenter võlli edaspidisel pöörlemisel jätkab käiku allapoole, ja siiber, liikudes samuti allapoole, suurendab auru sisselaset pealtpoolt kolbi; masin jätkab pöörlemist samas suunas. Kui aga nüüd mingil viisil ühendada siiber ekstsentrikuga (2), siis hakkab siiber tõusma, suleb algava sisselaske ülalt ja avab mõne aja pärast auru sisselaske altpoolt kolbi, mis liigub siis tagasi üle-

mise surnud-punkti poole. Kolb tõmbab kepsu abil enda järele vända ja masin hakkab pöörlema vastupidises suunas.

Ekstsentrikut, mille ekstsentrilisuse joon välisel aurujaotusel masina pöörlemisel edasikäigul liigub vända ees, nimetatakse **edasikäigu-ekstsentrikuks**, mille ekstsentrilisuse joon masina edasikäi-



Joon. 165.

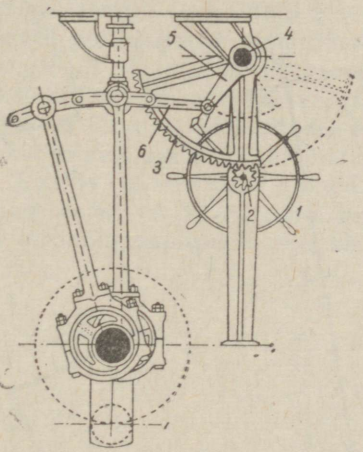


Joon. 166.

gul liigub vända taga, nimetatakse **tagasikäigu-ekstsentrikuks**. Masina tagasikäigul tagasikäigu-ekstsentrik liigub vända ees ja edasikäigu oma — taga. Sellise ehitusega käigumuutmisseade kannab Stephenson'i seadme või Stephenson'i kulissi nime.

Joon. 166 on kujutatud vertikaalse masina Stephenson'i kuliss. Mõlemad ekstsentrikud (1) haaratakse püüglitest ehk rehvidest (2),

mille juurest suunduvad ekstsentrikuvarred (3), mis on ühendatud sektoriga (4). Mööda sektorit liigub siibrivarre (7) liuglejа (6), mida nimetatakse ka kulissikiviks. Vertikaalsel masinal ripub sektor kulissikivil, hoidudes ülal ekstsentriku varte abil. Peale ekstsentrikuvarte on sektori kaelte (5) külge kinnitatud veel tõmmitsad sektor kulissikivil, hoidudes ülal ekstsentrikuvarte abil. Peale eksmitsateks. Need tõmmitsad on näidatud joon. 167. Nad on tähistatud numbritega (6) ja ühenduvad käigumuutmisvõlli (4) vän-



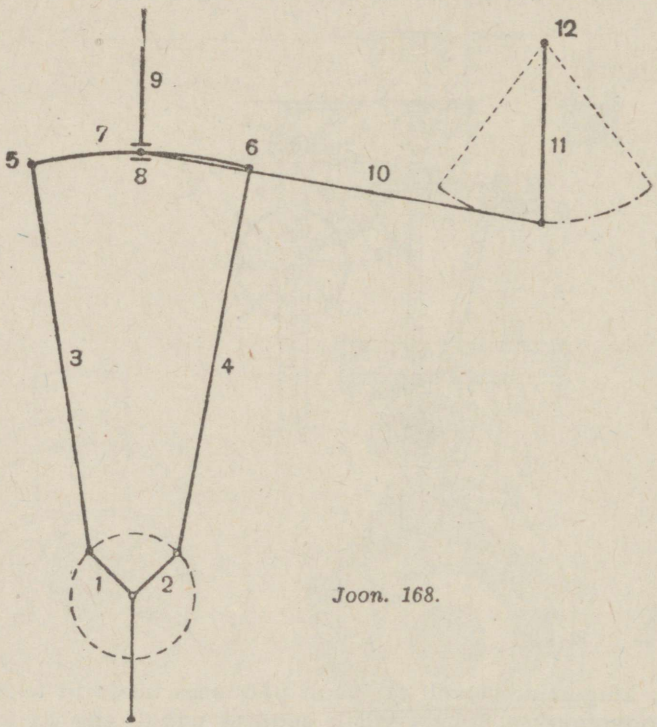
Joon. 167.

tadega (5); käigumuutmisvõll (4) peab pöörlema ühele ja teisele poole, mida saavutatakse mitmel viisil; seadise puhul, mis on kujutatud joonisel, toimub käigumuutmisvõlli keeramine käsitsi ratta (1), hammasratta (2) ja hambulise sektori (3) abil, mis on kinni kiilutud võllil (4).

Vertikaalse masina Stephenson'i kulissi töötamisviisi selgitamiseks vaatleme skemaatilisi jooniseid, 168, 169 ja 170, milledel edasi- ja tagasikäigu ekstsentrikud on kujutatud oma ekstsentrilisustega (1, 2). Jooned (3) ja (4) kujutavad edasi- ja tagasikäigu ekstsentrikuvarsi, (7) — sektorit, (8) — siibrivarre liuglejat, (9) — siibrivart, (10) — tõmmitsaid, (11) — võlli, (12) — käigumuutmisvänta. Oletame, et sektor on asetatud selliselt, et kulissikivi on sektori keskel (joon. 168) nii, et kumbki ekstsentrikuvartest (3, 4) ei ühti kulissikiviga (8). Siis

ekstsentrikuvarred, tõustes ja laskudes ekstsentrikute pöörlemisest, kiigutavad ainult sektorit tema otstest kulissikivi ümber, sektor ise aga peagu ei liigu ja siibri käik väheneb sedavõrd, et ülekatete tõttu siiber ei ava auru sisselaskekanaleid ja masin jääb seisma.

Kui masin seisab ja viime üle kulissi käigumuutmiskangi abil paremale poole, siis tuleb edasikäigu ekstsentrikuvars kulissikivi alla



Joon. 168.

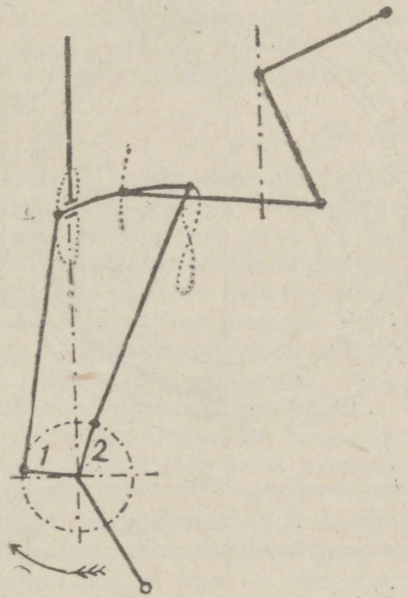
(joon. 169), masina pöörlemisel kella osuti liikumise suunas hakkab siiber tõusma ja avama auru sisselaset altpoolt; kolb liigub üles ja masin hakkab töötama edasikäigul.

Kui nihutada kulissi vasakule (joon. 170), tuleb tagumise käigu ekstsentrikuvars kulissikivi alla, masina võlli pöörlemisel kellaosuti liikumise suunas siiber laskub alla ja avab auru sisselaske pealtpoolt kolbi, mille tõttu kolb läheb tagasi alla, tõmbab enese järele vända ja masin hakkab pöörlema vastupidises suunas, s. t. masin annab tagasikäigu.

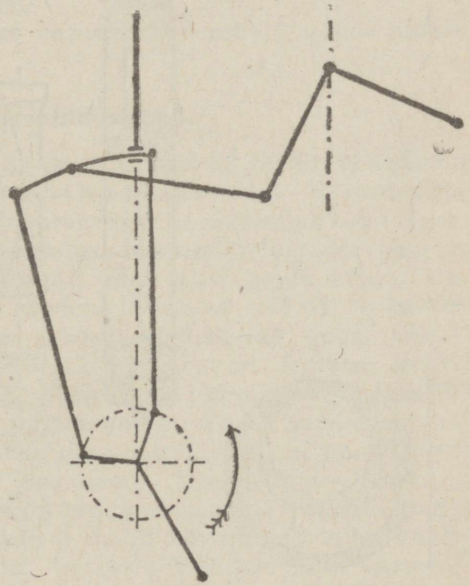
68. Ekstsentriku ja selle rehvi konstruktsioon.

Ekstsentrik valatakse malmist või taotakse välja terasest. Ta on metallist sõõr, milles asub ümmargune ava, mille läbimõõt võrdub võlli läbimõõduga, kusjuures ava tsenter ei ühtu ekstsentriku keskpunktiga. Selle avaga asetatakse ekstsentrik võllile ja kinnitatakse sellele kiiluga. Väntade vahele võllile asetamiseks tehakse ekstsentrikud kahest osast, mis ühendatud poltidega. Kokkumonteerimise hõlbustamiseks tehakse need kaks osa harilikult ebavõrdsetena; lõikepind — perpendikulaarsena ekstsentriku keskjoonele. Poldid kinnituvad kas mutritega või kiiludega.

Joon. 171 kujutatud ekstsentrik on valatud malmist ja koosneb kahest osast, mis on ühendatud poltidega ja kinnitatud kiiludega. Ekstsentrik omab ekstsentrilisusejoonel täisnurkset kiilupesa. Samasugune pesa on ka võllil. Sel viisil kiil tungib pooleni võllisse, pooleni ekstsentrikusse. Ekstsentrik asetub oma silindri vända suhtes seadenurga all. Kerguse mõttes tehakse ainult kesk- ja rehviosa ekstsentriku ülemises osas jämedamana. Selline ekstsentrik on näidatud joon. 172. Ta koosneb samuti kahest osast (A ja A_1), mis on kinnitatud omavahel (B). Poldid pannakse altpoolt, pealtpoolt aga keeratakse peale mutrid,



Joon. 169.

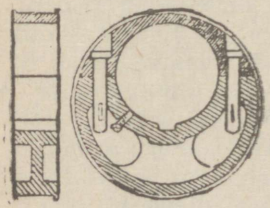


Joon. 170.

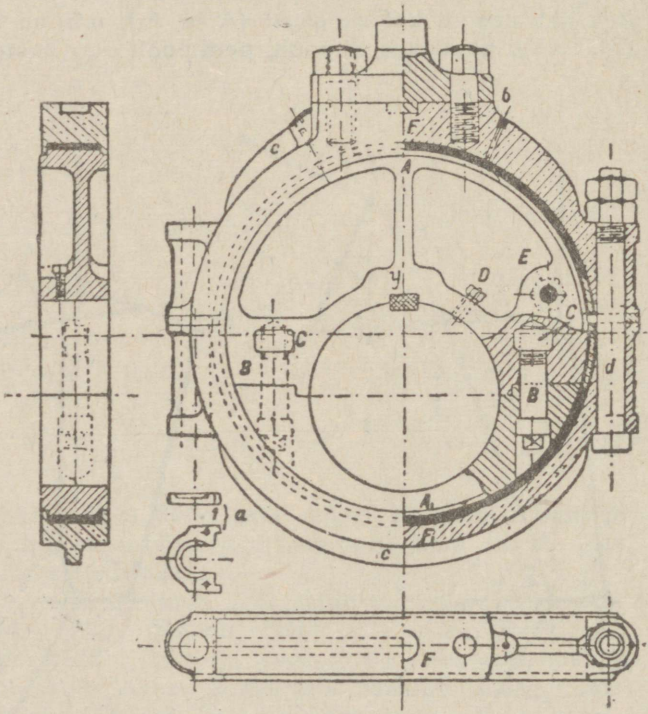
mis pistetakse sisse läbi ekstsentriku kehas olevate avade (C). (D) on pidurikruvi, polt (E) kinnitab ekstsentrikud omavahel.

Vahel valatakse kõrvutiasuvad ekstsentrikud ühiselt (joon. 173). Ekstsentrikut ümbritseb metallrõngas, millele kinnitub ekstsentrikuvars; seda rõngast nimetatakse rehviks ehk püügliks. Rehv valatakse malmist, pronksist või taotakse välja terasest. Ta koosneb kahest poolest — ülemisest (F) ja alumisest (F_1), mis on ühendatud poltidega (d) (joon. 172). Ülemine pool (F) omab lamedalt mahalõigatud osa, millesse on keeratud tikkpoldid ekstsentrikuvarre kinnitamiseks. Suurema tugevuse otstarbel on mõlemad rehvipooled valatud ribidega (c, c_1). Et rehv ei hüppaks maha ekstsentrikult külgsuunas, on talle treitud lai soon, millesse tungib ekstsentrikul olev hammas.

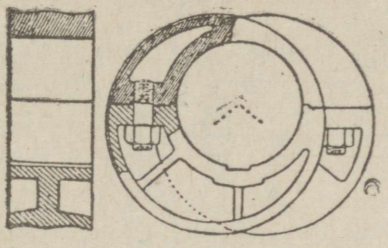
Joon. 172 näidatud ekstsentriku rehv on valatud terasest ja tema sisemine hõõrdepind on vooderdatud valgemetalliga, mis valatakse tavaliselt üksikutesse pääsukesesabakujulise põiklõikega uuretesse (vt. joon. 174 ja 175). Rehvi poolte vahele pannakse pronksist paksem



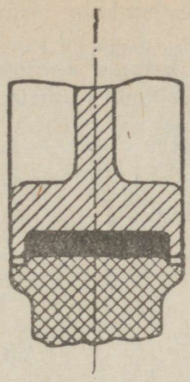
Joon. 171.



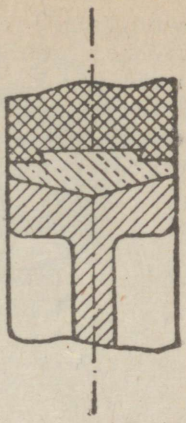
Joon. 172.



Joon. 173.



Joon. 174.



Joon. 175.

vaheleht (a), millele asetatakse veel mitu õhukest valgevask-vahelehte. Et vahelehed ei põruks välja, on need varustatud kahe tihvtiga (1) (joon. 172).

Ekstsentriku õlitamine toimub ekstsentrikuvarrele kinnitatud toosist (joon. 176), kust õli valgub toru ja ekstsentrikurehvi puuritud kanalit (b) mööda (joon. 172) hõõrduvale pinnale, millesse õli paremaks hajutamiseks on raiutud rida sooni.

Valgemetalliga valamise asemel varustatakse rehvid vahel pronksist sissepandava rõngaga.

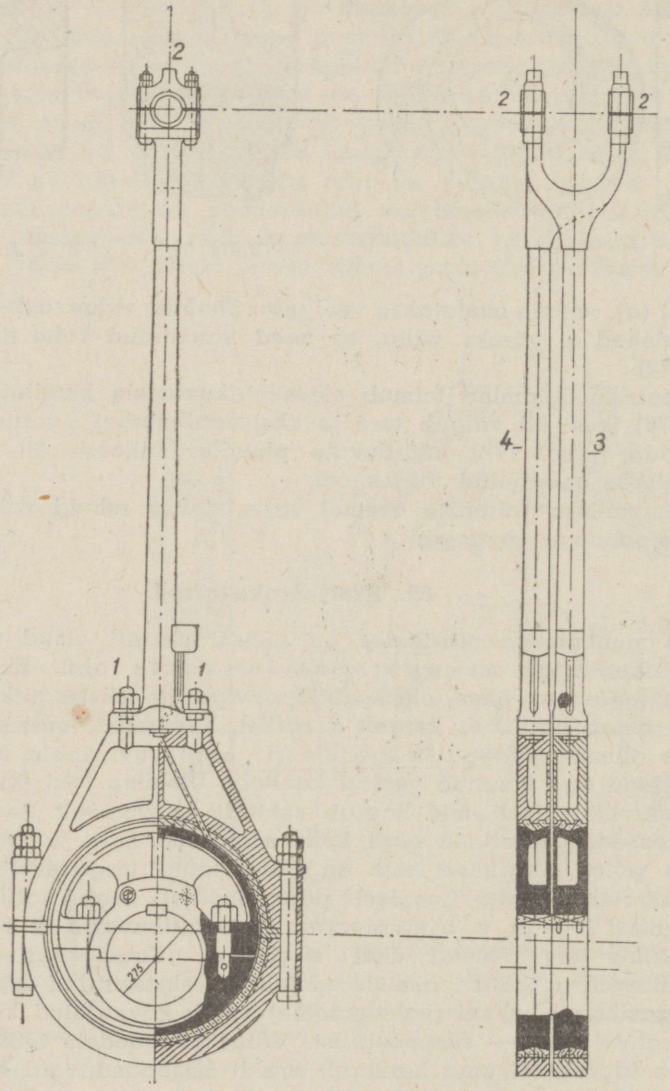
69. Ekstsentrikuvarred.

Käigu muutmisega masinates on kulissi sektori otsad ühendatud ekstsentrikurehviga nn. ekstsentrikuvarte abil. Ekstsentrikuvars on kujutatud ühes ekstsentrikurehviga ja ekstsentrikuga joon. 176. Ta omab harilikult kergelt koonilist, harvemini lamedat kuju ja kinnitub alumise tallaga tikkpoltide (1) abil rehvi kaela külge, ülemise tallaga aga kinnitub sektori kaeltele. Ülemine tald (2) valmistatakse kahvlikujuliselt, mis haarab sektorit väljastpoolt (joon. 166).

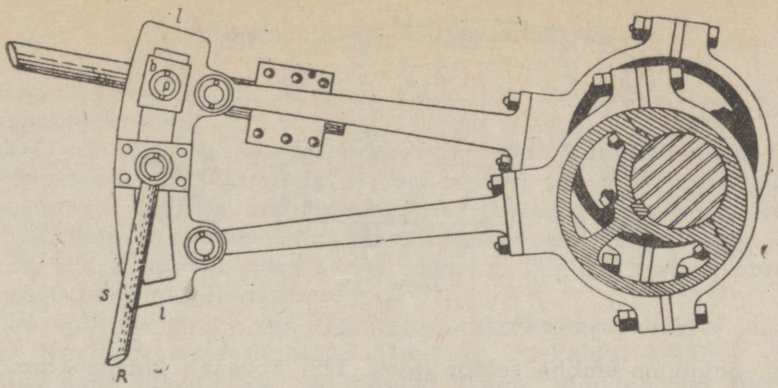
Stephenson'i kulissil on alati kaks ekstsentrikuvart. Mõlema kahvli kõverus pole ühesugune, mis on põhjustatud järgmisest asjaolust: edasikäigu-ekstsentrik (joonisel parempoolne) asub harilikult ühel teljel kulissi teljega, s. t. siibrivarre, ekstsentrikuvarre ja edasikäigu-ekstsentriku telg asuvad ühel sirgjoonel. Tagasikäigu-ekstsentrik aga, kui vähem töötav, asetub edasikäigu-ekstsentriku kõrval, mille tõttu tagasikäigu kahvel (vasakpoolne) omab kõverdatud kuju, edasikäigu kahvel aga — sümmeetrilist. Väikeste mõõdete tõttu ekstsentrikuvarte laagrid ei oma harilikult eraldi sissepandavaid laagripooli,

vaid laagripool kaanega valmistatakse tervikult, harilikult pronksist. Mõlema laagripoole vahele pannakse õhukesed vahelehed, mis võimaldavad kulumisel laagrite pingutamist.

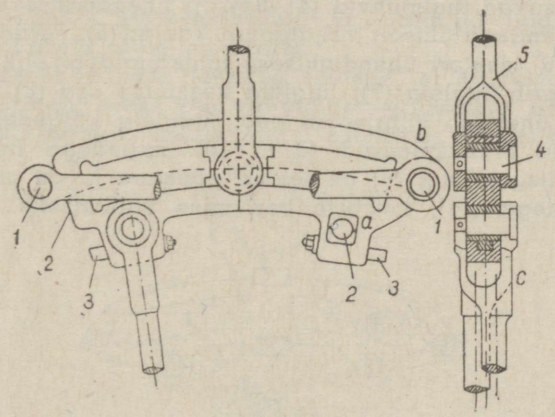
Laagri ülemisse osasse keeratakse õlitoos, mida joonisel pole näidatud, millest õli valgub laagrisse mööda läbipuuritud kanalit.



Joon. 176.



Joon. 177.

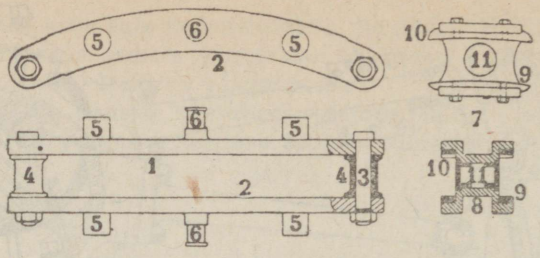


Joon. 178.

70. Sektorid ja kulissikivid.

Neid on olemas umbseid ja väljalõigetega; peale selle nad jagunevad ühe- või kahepalgelisteks. Ühepalgelisi sektoreid kasutatakse ainult väikestes masinates.

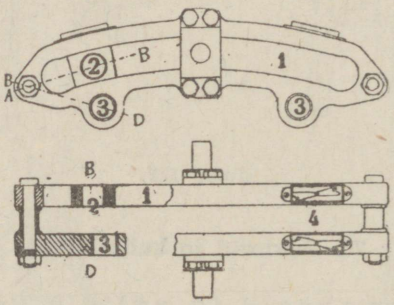
Ühepalgeline, väljalõikega sektor on kujutatud üldkujuliselt ühes ekstsentrikuseadmega joon. 177 ja eraldi joon. 178. Ta koosneb sektorist (1), mis omab piki-väljalõiget, milles liugleb kulissikivi. Sektor omab allpool kaks avadega aasa (2) (joon. 177 ja 178), mis on varustatud pronksmuhvidega edasi- ja tagasikäigu-ekstsentrikuvarte kaelte jaoks. Muhvid pannakse sisse küljelt ja vajutatakse kinni kiiludega (3). Sektori külgedel on aasad (1) kulissi tõmmitsatele, mis suunduvad käigumuutmisvõlli vända juurde.



Joon. 179.

Kahepalgeline umbne sektor (joon. 179) koosneb kahest karastatud terasplaadist (1 ja 2), mis on ühendatud poltidega (3); plaatide vahel on poltidel asuvad tugimuhvid (4). Sektori ühendamiseks ekstsentrikuvartega on nendega ühiselt väljataotud kaelad (5). Peale selle on sektoril kaelad (6), sektori ühendamiseks juhtkangidega ehk tõmmitsatega.

Sektori haarab liugleja (7); liugleja keskmine osa (8) on kaelakujuline, millega ühendub siibrivarre pea. Liugleja külgedele on kinnitatud kruvidega pronksplaadid (3 ja 10), milledega liugleja puutub kokku sektoritega. Kael (8) on tehtud õõnsana ja on varustatud külgedelt korkidega (11), mustuse korjumise vältimiseks kaelas.



Joon. 180.

K a h e p a l g e l i n e s e k t o r v ä l j a l õ i k e g a (joon. 180) on ehitatud samuti nagu umbne sektorgi, kuid tal on peale selle väljalõiked (1), milledes liigub kahekordne liugleja (2). Ekstsentrikuvarte kaelad läbistavad pesad (3), mis on vooderdatud pronksist muhvidega. Terasest liugleja on samuti vooderdatud pronksiga ülalt, alt ja ka selles kohas, kus teda läbib siibrivarre pea. Õlitamiseks on sektori külge kinnitatud õlitoosid (4).

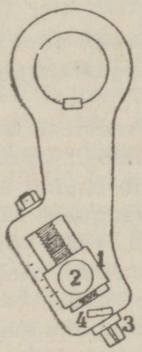
71. Tõmmitsad ja käigumuutmisvõll.

Kahepalgelisel sektoril on kaks tõmmitsat. Nad ühendavad kulissi käigumuutmisvõlliga.

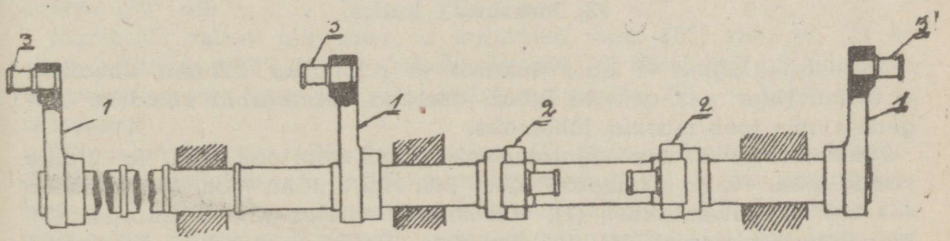
Vahel varustatakse käigumuutmisvõlli vänt väljalõigetega (joon. 181). Nendes liikuval liuglejal (1) on kaelad (2), mis on ühendatud tõmmitsatega. Liugleja võib liikuda piki väljalõiget lõputu kruvi (3) abil. Liugleja kinnitamiseks teatavas asendis on pidurkruvi (4). Vändale on tehtud jagamismärgid, mis näitavad liugleja asendit aurukatkestuse mitmesugustel astmetel.

Selle seadise otstarve on — muuta aurukatkestusastet igas silindris eraldi. Masin projekteeritakse selliselt, et täiskäigul kõikide silindrite töö oleks ühesugune. Vähendatud käigul jaguneb töö silindrite vahel ebaühtlaselt, mille tõttu masin ei tööta ühtlaselt. Iga käigu jaoks peab olema kindlaksmääratud ja märgitud liuglejate asend, mis vastab ühtlasele tööle silindrites.

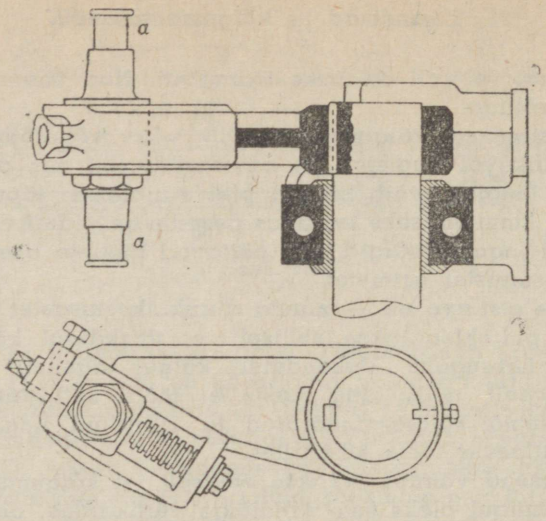
Väljalõike asend vändas tehakse selliselt, et käigumuutmisseadme asendil tagasikäigul oleks see väljalõige vertikaalne. Sellega saavutatakse aurukatkestuse muutumatus silindrites tagasikäigul, sõltu-



Joon. 181.



Joon. 182.



Joon. 183.

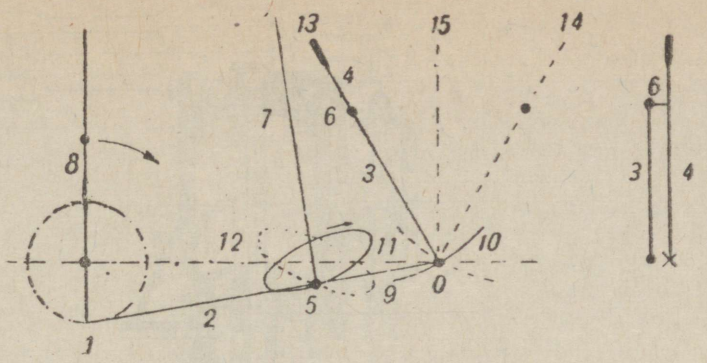
matult vända liugleja seadmisest edasikäiguks. Joon. 181 on vänt näidatud asendis „stopp". Tagasikäiguks keeratakse ta vasakule, edasikäiguks — paremale.

Käigumuutmisvõll asub piki masinat, kolonnide küljes olevais laagreis. Laagrid on valatud kas ühiselt kolonnidega või viimastele kinnitatavad. Käigumuutmisvõll peab asuma horisontaalselt ja paralleelselt masinavõllile ning umbes ühesugusel kõrgusel kulisside sektoritega. Selline võll on näidatud joon. 182. Käigumuutmisvõlli väntade (1) kaelad (3) haaratakse käigumuutmiskangide laagritest. Kangid suunduvad sektorite juurde. Teise kahe vända (2) külge ühendatakse tõmmitsad, mis suunduvad käigumuutmisseadme juurde. Joon. 183 on näidatud lõikes ja vaates vänt kahe kaelaga (a) sektori tõmmitsate jaoks.

72. Marshall'i kuliss.

Marshall'i kuliss ei oma sektorit ja pannakse liikuma üheainsa ekstsentrikuga; see asjaolu lubab asetada siibrikarbid silindrite külgedele, mis teeb masina lühemaks.

Marshall'i kuliss on kujutatud skemaatiliselt joon. 184, ta üldine vaade joon. 185 ja üksikosad joon. 186. Nagu näha joon. 185, koosneb see kuliss ekstsentrikust (1), ekstsentrikuvarrest (2), õõtsharust (3), käigumuutmiskangist (4) ja kepsust (7), mis suundub siibrivarre juurde, mida joonisel pole näidatud.

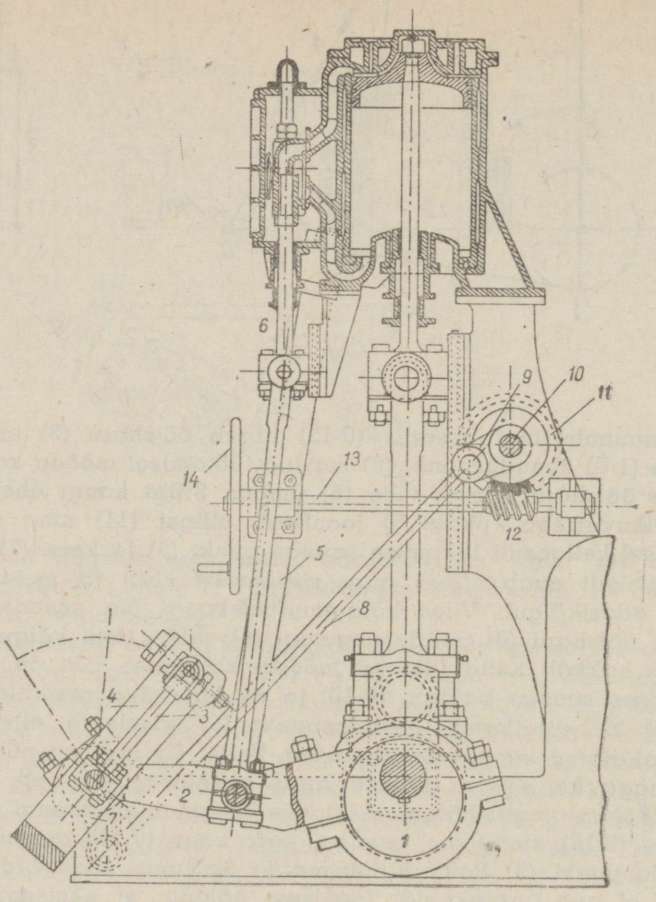


Joon. 184.

Käigumuutmiskangi asendis (0-13) liigub õõtsharu (3) ja ekstsentrikuvarre (1-0) ühenduspunkt (0) masina töötamisel mööda kaart (9-10), kusjuures õõtsharu õõtsub telje (6) ümber. Siibri kangi ühenduspunkt ekstsentrikuvarrega (punkt 5) joonistab ellipsi (11) ning vända (8) pöörlemisel kellaosuti liikumise suunas punkt (5) ja keps (7) laskuvad alla; järelikult avab siiber auru sisselaske ülalt ja masin hakkab töötama edasikäigul. Viies käigumuutmiskangi üle asendisse (0-14), nihutame õõtsharu (3) pöörlemispunkti (6), mille tõttu käigu muutmiskangi ots hakkab nüüd liikuma mööda kaarjoont, mis on kallutatud vastupidises suunas kaarele (9-10) ja on kujutatud punktiiriga. Selle tagajärjel ka siibrikangi ühenduspunkt (5) joonistab ellipsi (9-12), mis on kallutatud vastupidises suunas. Punkt (5) hakkab nüüd tõusma ning temaga ka siiber, avades auru sisselaske altpoolt, ja masin hakkab töötama tagasikäigul. Asetades käigumuutmiskangi keskmisse asendisse (0-15) stoppame masina, sest kaar (9-10) asetub horisontaalselt ja punkt (5) hakkab tõusma ja laskuma sedavõrd väheselt, et siiber ei ava auruaknaid. Joonisest nähtub, et ekstsentrilisus (1) asub vastupidiselt vändale, s. t., et ekstsentrik kiilutakse kinni vända suhtes 180° all.

Marshall'i kulissi üldvaade on kujutatud joon. 185; siin on: (1) — ekstsentrik väntvõllil, (2) — ekstsentrikuvars, (3) õõtsharu, mis ühendab ekstsentrikuvarre otsa käigumuutmiskangiga (4), (5) — keps, (6) — siibrivars.

Käigu muutmiseks pööratakse kang (4) teise, äärmisse nurkasendisse tema teljel istuva käigumuutmispeakangi (7) ja käigumuutmiskepsu (8) abil, mis on ühendatud käigumuutmisvõlli (10) vändaga (9) ning mida pööratakse temal istuva hammasratta (11) abil, mis on ühenduses võllil (13) istuva tiguga (12), tigu aga pöördub käsiratta (14) abil.

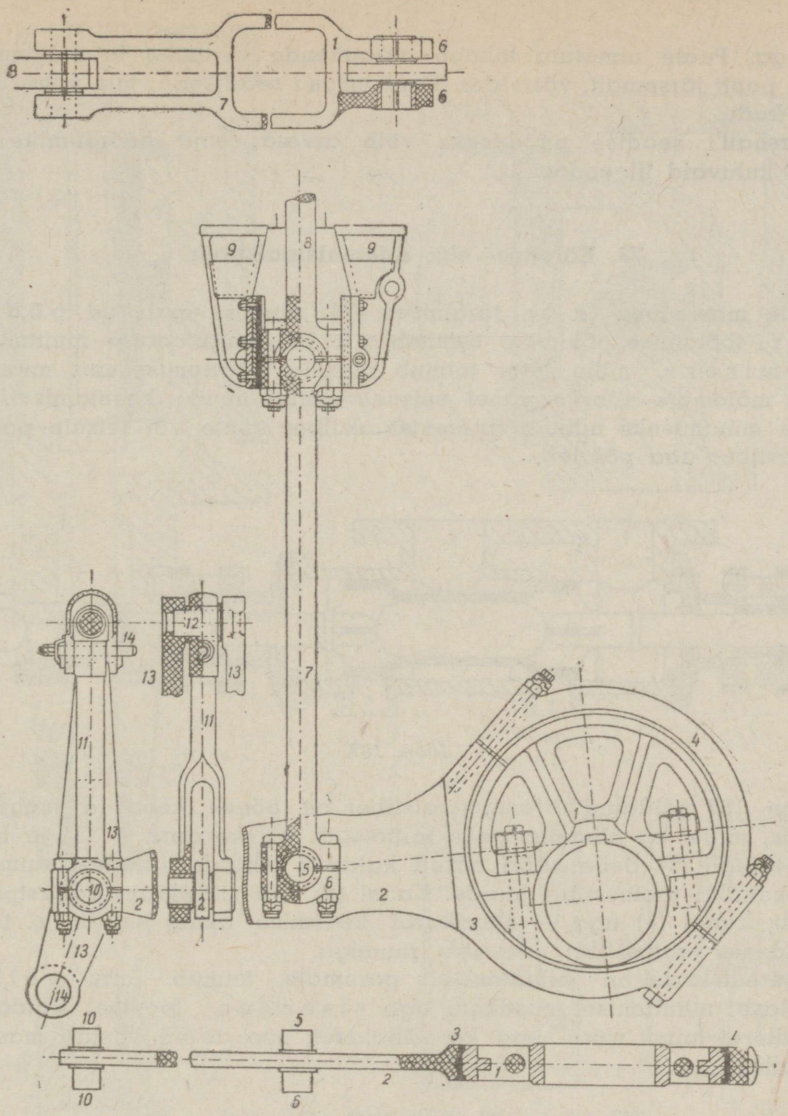


Joon. 185.

Konstruktsioon, mis on kujutatud joon. 186, kuulub suurele masinale. Siin on käigumuutmiskangi asemel käigumuutmisvõlli (14) vänt (13). Aurukatkestuse muutus saavutatakse siibri käigu muutmisega, s. t õõtsvarre (11) õõtsumispunkti (12) muutmisega käigumuutmisvõlli vända (13) suhtes kahe kiilu (14) abil, mis on nähtavad ülalt.

Õõtsvars (7), mis suundub siibri juurde ja on kujutatud joonise ülemisel osal — on kahekordne ja tema ülemine, hargnev ots omab kaela, mis mahub siibrivarre liuglevasse laagrisse (8).

Nagu nähtub jooniselt, omavad kõik seadme tõmmitsad päid kruvipingutusega, peale ülemise õõtsharu, kus on kasutatud kiilpingutust.



Joon. 186.

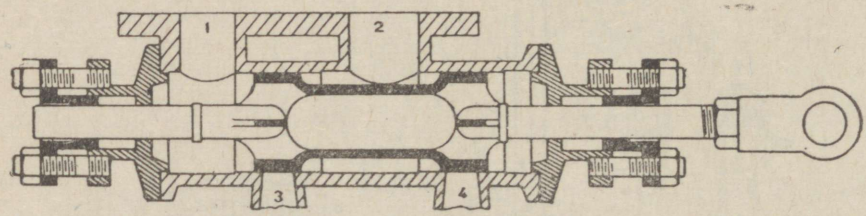
Marshall'i kulissi hüve seisneb selles, et tal puuduvad sektorid, mis põhjustavad tunduvat siibrivarre liugleja kuluvust. Marshall'i kulissi juures õõtsuvad masina töö ajal ekstsentrikukang ja õõtsharu. Viimase liikumine toimub vaid väikeses kaares, nii et kogu hõõrdumine koondub õõtsvarre kaelale ja tema ühenduspunktile ekstsentriku-

varrega. Peale nimetatu toimub auruakende avamine ja sulgemine siibri poolt järsemalt, võrreldes Stephenson'i seadisega, mis vähendab auru kadu.

Marshall'i seadise puuduseks võib arvata: suur hõõrdumine ja palju kuluvaid liigendosi.

73. Käivitus- ehk diferentsiaalsiiber.

Selle masinaosa ja ka järgmises, 74. punktis mainitud p ö ö r d s i i b r i töötamise põhimõte seisneb v ä l i s e aurujaotuse muutmises s i s e m i s e k s, mille tõttu toimub masina pöörlemissuuna muutus. Vahe mõlemate siibrite vahel seisneb ainult nende kasutamisviisis: käigu muutmiseks nihkub diferentsiaalsiiber ühele või teisele poole, pöördsiiber aga pöörleb.



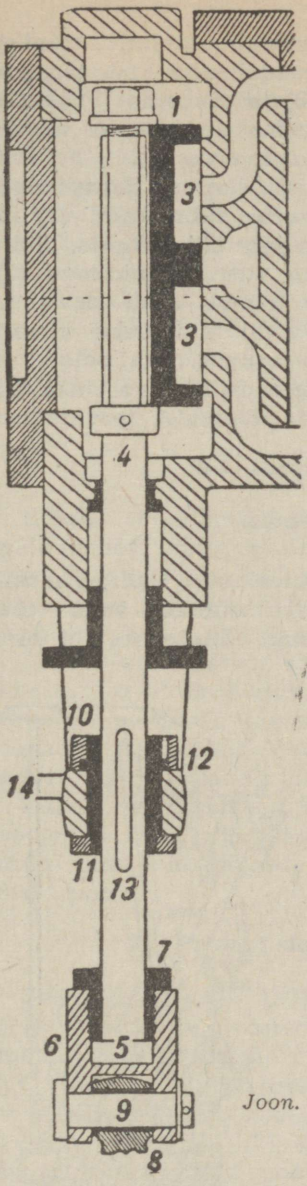
Joon. 187.

Joon. 187 näidatud diferentsiaalsiiber on õõnes keha ja mahutub karbis, millel on ühendamiseks toruotsad: värske auru — (1) ja heitauru-toruga (2). Selle siibri ääred katavad aknad, milledest suunduvad kanalid jaotussiibri juurde. Kanal (3) viib siibrikarpi väljastpoolt siibrit, kanal (4) aga — siibrikarbi keskmise akna juurde, s. t. on ühenduses jaotussiibri seesmise ruumiga.

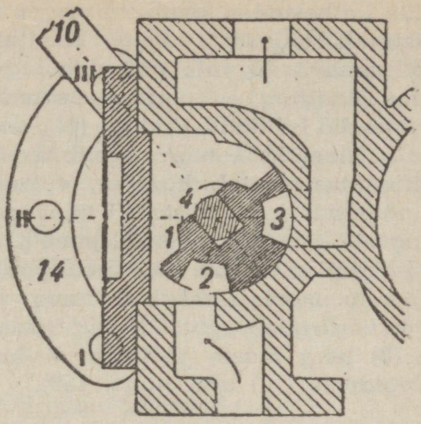
Diferentsiaalsiibri nihutamisel paremale toimub auru v ä l i n e sisselase, nihutamisel vasakule aga s i s e m i n e. Joonisel näidatud asendis ei toimu sisse- ega ka väljalaset; see asend vastab masina „stopile".

74. Pöördsiiber.

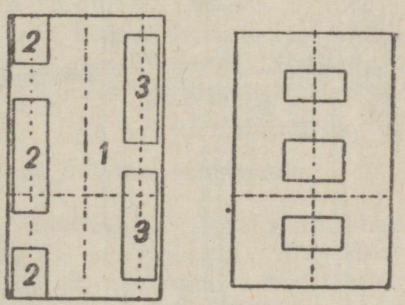
Pöördsiiber on kujutatud vertikaalses lõikes joon. 188, horisontaalses — joon. 189. Joon. 190 on näidatud vasakul poolel väljalõiked (aknad) siibris, mis, nagu näha joon. 189, on poolümmarguse kujuga, paremal poolel on aknad siibrikarbis, mis asuvad samuti poolümaras peegelpinnas.



Joon. 188.



Joon. 189.



Joon. 190.

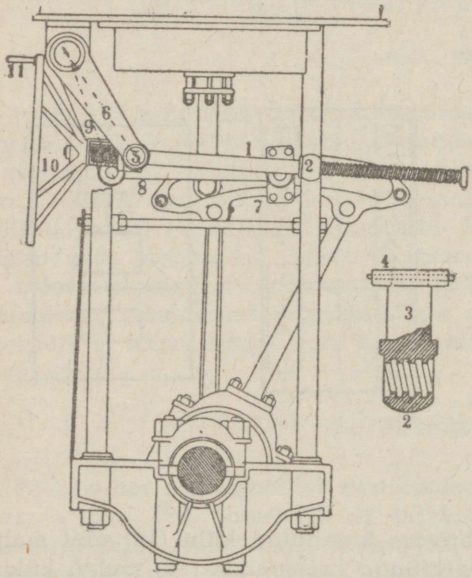
Nagu nähtub joon. 188, on siibrivars kinnitatud kiilu (13) abil muhviga (11), mida võib pöörda ühes kiiluga kronsteinis (12) muhvi külge kinnitatud käepideme (10) abil (v. joon. 189).

Et siiber võiks pöörelda oma ekstsentrikuvarrelt saadud liikumist mitte katkestades, peab tal olema sellega liigendühendus, mis teostub ekstsentrikuvarre (8) külge kinnitatud poldi (9) ja muhvide (6) ja (7) abil; muhvis (7) võib pöörelda siibrivarre alumine ots, mis on varustatud õlaga (5), millega siibrivars hoidub kohal muhvis (6).

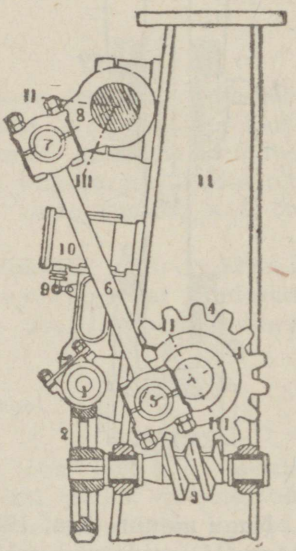
Asendid I, II ja III sektoril (14) on tehtud edasi-, stop- ja tagasikäigu jaoks. Asendis I tulevad siibrikarbiakende vastu siibriaknad (2) ja aurujaotus vastab hariliku, välise aurujaotusega siibriaknale. Siibri pööramisel asendisse III tulevad auruakende vastu siibriaknad (3) ning siibri nihutamisel ülespoole (joon. 188) toimub auru sisselase siibrikarpi mitte alt vaid pealtpoolt läbi akna (3) ja ülemise kanali (3), s. o. masin hakkab töötama vastupidises suunas. On selge, et asendis II tuleb siibri (3) auruakende vastu akendevaheline ruum (2) ja (3) ning masin töötama ei hakka. Siibri pööramist teostatakse käepideme (10) abil (joon. 189).

75. Käsitsi-käigumuutmis-seadis.

Seda seadet kasutatakse vaid väiksematel masinatel. Suurtes masinates, milledel on küll samasugune seade, kasutatakse seda vaid erakordsetel juhtudel, nagu käigumuutmis-masina rikke puhul või auru



Joon. 191.



Joon. 192.

puudumisel peamagistraalis. Väikestes masinates koosneb see seade käepidemest, mis mõjutab vahetult käigumuutmisvõlli.

Joon. 191 on näidatud seade, mis koosneb järgmistest osadest: (1) — on lamekeermega varustatud võll, keeratud pöörlevasse muhvi (2), mis on näidatud eraldi joonise paremal poolel. See muhv on oma kaelaga (3) lastud läbi masina kolonnis olevast avast ja kinnitatud kohale lõikega ja splindiga varustatud rõnga (4) abil. Võlli teine ots on ühendatud pöördmuhviga (5), mille kael käib käigumuutmisvõlli peavänta (6).

Kuliss (7) on ühendatud tõmmitsa (8) abil käigumuutmisvõlli vändaga (9). Võlli (1) pööramisel käsiratta (10) abil käepidemest (11), hakkab võll (1) välja keerduma pöördumismuhvist (2). Seetõttu hakkab peavänt (6) liikuma vasakule ja viib üle kulissi tagasikäigule.

76. Auruga töötav käigumuutmisseade.

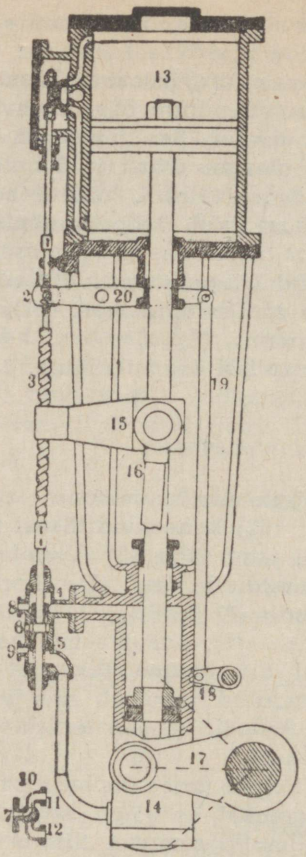
Kõige sagedamini kasutatakse käigumuutmismasinana seadet pideva pöörlemisega. See koosneb (joon. 192) kahesilindrilisest masinast (10), mis paneb liikuma võlli, millel istub tigu (3). Viimane on ühenduses tigurattaga (4), millele on kinnitatud kael (5). Keps (6) ühendab kaela käigumuutmisvõlli peavända (8) kaelaga (7).

Nihutades käivitus- ehk diferentsiaalsiibrit (9), paneme masina (10) liikuma ja ülalkirjeldatud ülekande abil üle andma liikumist tigurattale (4). Kaela (5) asendis, nagu näidatud joonisel, mis vastab asendile (I), on kuliss viidud „stopile". Asendis (II) on kuliss viidud edasikäigule, asendis (III) — tagasikäigule.

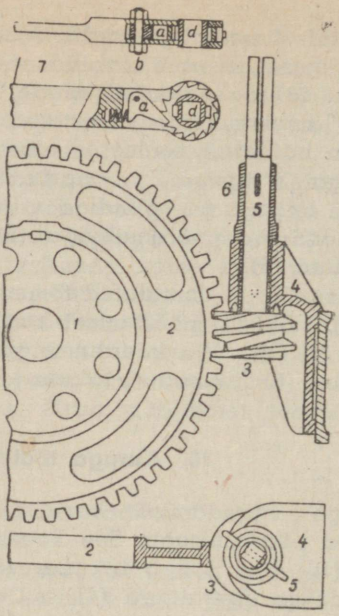
Pideva pöörlemisega seade on väga hõlpus kasutamiseks masina soojendamisel, kuid juhtimisel nõuab kogemust, et võida seadet asetada kiiresti nõutavasse asendisse. Seadme aurumasin tiirleb mõlemale poole.

77. Brown'i auru-hüdrauliline käigumuutmisseade.

See seade (joon. 193) koosneb aurusilindrist (13) ja veesilindrist (14), millede kolvivarred on ühendatud muhviga (15). Siibrivars on tehtud kolmest osast, mis on kinnitatud omavahel läbistavate kiiludega. Siibrivarre ülemise osa külge on kinnitatud aurusilindri siiber. Keskmisel osal on kaks lõiget: peenike (1), mis on keeratud mutrisse (2), ja järsk jämedam (3), mis on keeratud kangi (15) vasakul poolel olevasse muhvi. Mutri (2) ühendamiseks kangi (20) kahvliga on mutril (2) kaks kaela, mis asuvad kahvli väljalõigetes. Siibrivarre alumisel otsal on silindriline jämedus, mille kummalgi poolel asuvad veesilindri ventiilid (4) ja (5). Viimased surutakse oma pesadele väikeste vedrudega.



Joon. 193.



Joon. 194.

Muhvist (15) suundub allapoole kaks tõmmitsat (16), mis ühenduvad käigumuutmisvõlli kahe peavändaga (17). Mõlemad veesilindri ruumid on täidetud veega. Kang (20) ühineb tõmmitsa (19) abil vändaga (18), mida pööratakse käsitsiseadme käivitamiseks.

Keerates vänta (18) allapoole, tõstame mutrit (2) ning sellega ka siibrivart. Järsk lõige ei takista sellist tõstmist, kuid siibrivars pöördub seejuures siiski veidi. Toimub auru sisselase alumisse silindriruumi ja väljalase ülemisest ruumist. Samal ajal tõstab siibrivarre alumise osa jämedus ventiili (4). Kolvid liiguvad üles ja peavänt hakkab pöörduma samuti ülespoole.

Veesilindri ülemisest poolest tõrjutakse vesi kolvi poolt välja, ta läbib ventiili (4), avab klapi (5) ja hakkab üle voolama silindri alumisse ruumi.

Muhvi (15) liikumisel ülespoole mööda siibrivarre järsku lõiget hakkab muhv pöörama siibrivart. Selle pöörlemise tagajärjel hakkab

siibrivars välja keerduma mutrist (2) ja samal ajal laskuma alla, s. o. tulema keskmisse asendisse.

Kui siiber tuleb keskmisse asendisse, katkestub auru sisselase silindrisse. Siibrivarre alumise osa jämedus laskub sedavõrd, et lubab ventiilil (4) istuda oma pesale. Vee ülelaskmine ühest silindriruumist teise katkeb ja seadme liikumine jääb seisma. Seadme edaspidiseks liikumiseks vastupidises suunas on vaja uuesti pöörata käsitsi vänta (18).

Kui auru pole, võib seade töötada ka käsitsi. Selleks on eriline käsipump. Selle imitoru ühendub veesilindri ventiilikarbi toruotsaga (6), väljalasketoru aga pöördekraani (10) toruotsaga (7), mis on näidatud eraldi joonise all. Kraani äärikud (11 ja 12) ühenduvad toruotste (8 ja 9) külge.

Joonisel näidatud kraani (10) asendi puhul peab enne keerama vända üles, siis aga pumpama käsipumbaga. Vesi pumbatakse seetõttu alumisest silindriruumist välja ja tõugatakse ülemisse ruumi. Kolb, ning ühtlasi temaga ka peavänt, hakkavad liikuma allapoole. Kolvi tagasiliikumiseks peab laskma alla vända (18), üle viima pöördekraani (10) ja pumpama käsitsi.

78. Aurumasina pööramisseadmed.

Paljudel juhtudel on vaja pöörata masina võlli ühte või teise asendisse; peale selle peab seisul pöörama masinat iga päev selleks, et silindrisse ja siibrikarpidesse jäänud veest ei roostetuks kolvid ja siibrid ning talvel ei külmuks oma peegelpindadele.

Masina pööramiseks on nii käsitsi kui ka aurujõul töötavad seadmed. Väikeste peamasinate ja ka abimehhanismide juures seisneb käsitsipööramise seade väikeses hoorattas, millega lõpeb masina väntvõll. Hooratas on varustatud pöia välispinnal mõnede aukudega, millesse asetatud kangiga pööratakse masinat.

Veidi suurematel masinatel on käsitsipööramise seade järgmise ehitusviisiga (joon. 194): väntvõlli (1) otsmuhvile on asetatud tiguratas (2); see hambub teoga (3), mis on kinnitatud laagris asuvale vertikaalsele võllile (4). Laager (4) on kinnitatud masina vundamendile. Ülal tungib võll muhvi (6) ja kinnitub sellele läbistava kiiluga (5). Võll lõpeb ruudulise peaga, millele asetatakse erilise ehitusviisiga võti, mille pea lõpeb lameda kahvliga. Kahvlis, teljel (b) pöörleb keel (a), mis tugineb kiilhammasratta (c) hammastesse; viimane on kiilutatud kahe splindi abil ruudulise avaga muhvil (d).

Võllile asetatud võti istub oma ülemise osaga kiilhammasrattale, mis hambub võtmekeelega. Võtme pööramisel noole suunas hambasse tuginev keel pöörab võlli; võtme keeramisel vastupidises suunas

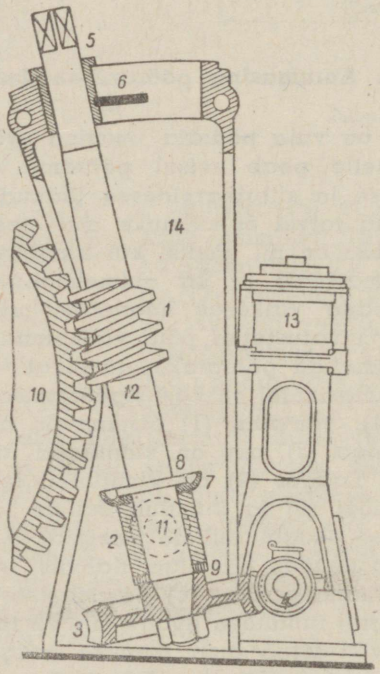
hüppab aga keel tagasi ja hakkab kinni järgmisest hambast. Sel viisil õõtsutades võtit edasi ja tagasi, pöörame võlli. Kui on vaja pöörata masinat vastupidises suunas, siis keeratakse võtit 180° võrra.

Joon. 195 on näidatud auruseade, mis koosneb samuti tigurattast (10) ja teost (1). Tiguvõlli alumine ots lasub laagris (2), mis võib pöörelda oma telje (11) ümber. Ülemine laager (5) võib nihkuda edasi-tagasi masinaraami sektoris. Et eraldada seal masinat, peab tiguvõlli keerama kellaosuti liikumise suunas ja kiilu (6) uuesti sisse panema. Võll (12) pannakse liikuma tigurattaga (3), mis hambub teoga (4); viimane on asetatud väikese aurumasina (13) võllile, millest töötabki kogu seade.

Peatiguratta materjaliks on malm, pronks või valuteras, teol aga teras või pronks. Hõõrdumise vähendamiseks peavad tiguratta ja teo materjalid olema erisugused, selle tõttu tehakse pronksratta puhul tigu terasest, terasratta puhul aga pronksist. Terastigu on harilikult võlliga ühes tükis.

Sageli kasutatakse võlli pööramisseadise ringiajamiseks käiguvahetusmasinat või rotatsioonpumpa, et vältida erimasina vajadust.

Liikumise ülekandmine toimub rihma, trossi või liigendketi abil.



Joon. 195.

ÜHEKSAS PEATÜKK.

Auru kondensatsioon.

79. Üldist.

Kondensaatoriks ehk jahutiks nimetatakse masina osa, milles heitaur jahtub ja muutub veeks. Auru jahutamisviisi järgi jaotatakse kondensaatoreid injektsioon- ehk sissepritsimiskondensaatoreiks (ka segunemiskondensaator) ja pindkondensaatoreiks. Esimest liiki kondensaatoris jahtub aur külma ülepoordiveega, mida pritsitakse peenikeste jugadena kondensaatorisse; pindkondensaatoris aga aur jahtub möödudes paljudest peenikestest torudest, mida mööda kogu aeg pumbatakse ülepoordivett. Injektsioonkondensaatoreis seguneb jahutusvesi jahutatava auruga, pindkondensaatoreis aga mitte.

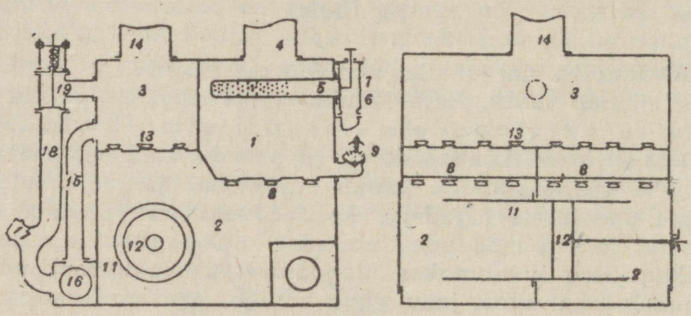
Nüüdisajal võib leida injektsioonkondensaatoreid vaid jõelaevadel, merelaevadel kasutatakse aga eranditult pindkondensaatoreid, mis võimaldab anda katlasse magedat toitevett; injektsioonkondensaatoreid ei saa merelaevadel kasutada, sest nendes soolane ülepoordivesi seguneb toiteveega ja satub katlasse, mille tõttu vee soolsus ruttu tõuseb ja nõuab katlakivi tekkimise vältimiseks katelde alalist läbipuhumist, mis tekitab liigset küttekulu.

Jahutis kondenseerunud aur ja õhk (segu) pumbatakse õhupumbaga soojaveekasti, mis on eraldi ruum, kuhu koguneb kondensaat; siin eraldub kondensaadist õhk ja siit pumpab toitepump kondenseerunud vee läbi rea filtrite kateldesse. Enamal juhtudel toitepumbad võtavad aga vee kohe õhupumbast.

80. Injektsioonkondensaator.

Injektsioonkondensaator on kujutatud skemaatiliselt piki- ja põiklõikes joon. 196. Ta koosneb kolmest jaoskonnast: jahutavast ruumist (1), õhupumba jaoskonnast (2) ja soojaveekastist (3). Terve kondensaator omab karbi kuju ja ehitatakse kas masinast eraldi või on valatud ühiselt masina sammastega. Ta valatakse malmist ja varustatakse seest-

poolt ribidega. Jahutus- või aururuumi on juhitud heitaurutoru (4) ja injektsioontoru (5). Ülepoordikraanist, kingstonist või klinketist (nende ehitus on kirjeldatud allpool), on juhitud toru (6), millel on jahuti juures klapp (7) või kraan, kondensaatori sees aga palju peenikesi auke, milledest läbi pritsub peenikeste jugadena vett. Heitaur, sattudes jahutavasse ruumi, kohtab oma teel neid jugasid, seguneb ja veeldub, langedes aururuumi põhjale, millesse on ehitatud klapid (8). Klinketist või klapist (7) on juhitud ülespoole seade, mis võimaldab masinistil vajaduse järgi reguleerida jahutusvee sisselaset.



Joon. 196.

Masina käiguvalmisseadmisel satub aur aurusärkidest, lisasiibritest ja läbipuhukraanidest kondensaatorisse ja tõrjub sealt esmalt välja õhu, siis aga väljub ise läbi kaitseventiili (9). See ventiil avaneb ainult siis, kui läbipuhumise tõttu surve kondensaatoris on ületanud atmosfääri surve. Kui aga kondensaatoris tekib hõrendus, siis vajutab õhu- ja vedrusurve ventiiliklapi oma pesale ja see sulgub.

Klapp varustatakse sirmiga selleks, et kuum vesi läbipuhumisel ei pritsuks laiali, vaid jookseks alla.

Õhupump pumpab välja õhu- ja kondenseerunud auruhulga jahuti aururuumist soojaveekasti. Õhupumba jaoskond jaguneb seinaga kahte ossa. Sellesse seina on kinnitatud horisontaalne silinder (11), milles liigub õhupumba umbne kolb (12). Õhupump on kahekordse töötamisega, omades mõlemal pool kolbi nii imi- (8) kui ka surveklappe (13). Seepärast toimub kolvi iga käigu vältel samaaegselt nii imemine kui ka surumine.

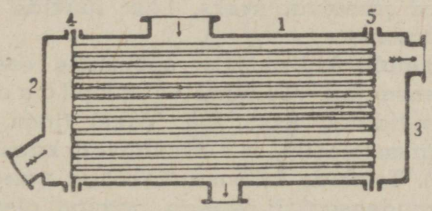
Kolvi liikumisel parempoolselt surnud-punktilt vasakpoolsele avanevad parempoolsed imiventiilid, parempoolsed surveventiilid aga on suletud ehk teisiti öeldes, kolvi paremal poolel tekib imemine. Samal ajal kolb, liikudes vasakpoolse surnud-punkti juurde, teostab vasakpoolses kolviruumis kokkusurumise, mille tõttu osutub surve siin suu-

remaks, kui jahutusruumis ja soojaveekastis, nii et imiventiilid, mis avanevad allapoole, istuvad oma pesadele, suruventiilid aga, mis avanevad ülespoole, samast survest avanevad ja nendest surutakse vee ja õhu segu välja soojaveekasti. Injektsioonkondensaatoris seguneb jahutav vesi toiteveega hulgal, mis on palju suurem, kui vee kadu masina töötamisel. Seepärast satub igal antud silmapilgul soojaveekasti enam vett, kui see on nõutav katelde toitmiseks. See liigne vesi eemaldub soojaveekastist mööda ülepoorditoru või nn. liigveetoru (14) mööda üle poordi. Selle toru väljavooluava varustatakse samasuguse isetöötava klapiga nagu tsirkulatsioonpumpade suruventiilidki, mis on kirjeldatud edaspidi. Muu vesi soojaveekastist voolab mööda toru (15) toitepumba (16) juurde, mis surub vee kateldesse mööda toru (17). Surve liigse suurenemise vältimiseks, näiteks eksikombel suletud toiteventiilide puhul katlal, on toru varustatud toruotsaga (18) ja kaitseventiiliga (19), mis laseb vee tagasi soojaveekasti.

Õhupump, toitepump ja ruumi- ehk piltsipump saavad oma liikumise harilikult peamasinalt.

81. Pindkondensaator.

Pindkondensaator koosneb (joon. 197) kerest (1), kahest kaanest (2) ja (3), kahest torulauast (4 ja 5) ja suurest hulgast torudest, mis on kinnitatud otstega torulaudades.



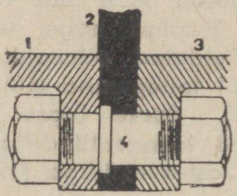
Joon. 197.

Ülepoordivesi tuleb kaande (2), läbib torud ja väljub kaanest (3) ülepoordi. Aur tuleb sisse läbi ülemise toruotsa torudevahelisse ruumi ja kokkupuutumisel külmade toruseintega kondenseerub veeks. Vesi väljub kondensaatorist läbi alumise äravoolu-toru otsa. Kondensaatori ruumi, mida mööda tsirkuleerib ülepoordivesi, nimetatakse veeruumiks, ruumi aga, kuhu satub aur masinast, aururuumiks.

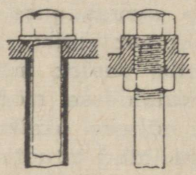
Kondensaatori kere tehakse silindrilisena või püstkülikukujulisena valgevase, vase või tsingitud teraslehtedest. Kaubalaevastikus kasutatakse kere materjalina enamikus malmvalu, valades kere kas koos tagumiste kolonnidega või ka lahus. Üksikud kerelehed needitakse

omavahel kokku, nende otste külge aga needitakse pronksäärikud. Kere kõvendatakse väliste põikribidega nurk- või T-rauast. Vahel valmistatakse kere lainekujulistest lehtedest. Kondensaator asetatakse horisontaalselt.

Torulauad valmistatakse nn. merevasest. Nad kinnituvad kere äärikule mutterkruvidega. Viimastel on (joon. 198) keskel äärik, et kaane (1) mutrite lahtikeeramisel torulaud jääks kinnipigistatuna jahuti (kere) (3) külge.



Joon. 198.



Joon. 199.

Omavahel kinnituvad torulauad sidepoltidega. Sidepoldid valmistatakse pronksist ja nad kinnituvad torulaudade külge (joon. 199) kas nelja või kahe mutri ja tugimuhvi abil. Torulaudade auke ei varustata lõikega.

Kondensaatori kaaned valatakse merevasest või pressitakse välja valgest või punasest vasest (joon. 201 ja 203); kaubalaevades kõige sagedamini aga valatakse malmist.

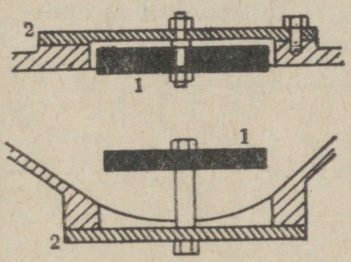
Kaanes on luugid järelevaatuseks. Läbi luukide toimub ka lõhkenud torude ummistamine.

Kondensaatori metalli kaitsmiseks sööbimise eest soolasest veest kinnitatakse kondensaatori veeruumi tsinkplaadid. Tsinkplaatide kinnitamisviis on näidatud joon. 200. Vahel (joon. 201) kinnitatakse tsingid erilistele varrastele (2), mis kinnituvad kaane külge ja pingutuvad mutritega (3). Tsinkide kokkupuutekohad varrastega ja viimaste kokkupuutumine kondensaatori kerega peavad olema hästi puhtad. Kui nendel pole head metallilist kokkupuudet, siis osutub tsinkide mõju väga nõrgaks.

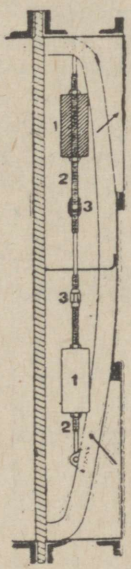
82. Kondensaatori torud.

Kondensaatori torud on valgevasest ja kaetakse tinaga. Torud peavad olema pehmeks hõõgutatud, muidu tekivad neisse praod. Torude läbimõõt tehakse väike (1/2" — 3/4"), selleks et saada kondensaatoris võimalikult suurt jahutuspinda. Torude pikkus ulatub kuni 8 meetrini. Kui torude pikkus on üle 4 m, siis varustatakse kondensaator keskel vaheseinaga torude ülalhoidmiseks.

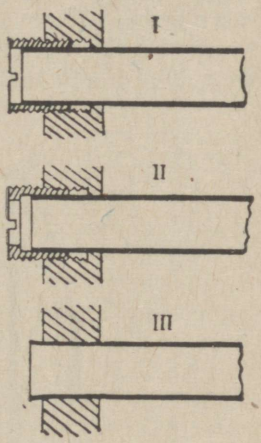
Torud kinnitatakse torulaudadesse (joon. 202) kas *muhvide* abil või *valtsimise teel*. Seejuures peab alati arvestama torude pikenemist paisumisel. Muhvil (I) (joon. 202) on väline lõige, millega ta keerdub torulauda. Sissekeeramine toimub kruvikeerajale sarnaneva võtme abil, mis asetatakse muhvil olevasse väljalõikesse. Muhvi alla asetatakse *puuvillast* põimitud nöör, mis on immutatud rasvaga. Et torud ei saaks masina raputuse tagajärjel väljuda torulaua avadest, tehakse muhvid äärtega (joon. 202-II). Sageli asetatakse selliseid muhve mitte mõlemale kondensaatori otsale, vaid ainult väljavoolukaane poolt.



Joon. 200.



Joon. 201



Joon. 202.

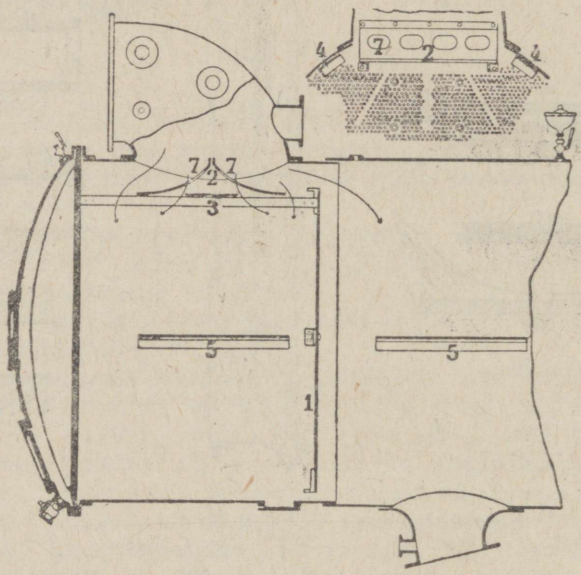
Torude sissevalamist (joon. 202 — III) toimitakse ainult ühest otsast, teise otsa aga asetatakse muhvid. Neil juhtudel, kui torude mõlemad otsad on valtsitud, antakse neile painutatud kuju paisumise võimaldamiseks soojenemisel. Torude kõverus asetatakse horisontaalsesse pinda.

Kui masinaruumi pikkus lubab, siis tehakse jahutusvee tee torudes sirgjooneline (joon. 197). Vastasel korral ehitatakse kondensaator *tagasivooluga*. Selleks otstarbeks jäetakse kaande, kuhu tuleb vesi, poolel kõrgusel horisontaalne vahesein. Vesi imitorust satub ainult pooltesse alumisesse torudesse. Läbides need kuni teise

kaaneni, läheb vesi ülemise poole torudesse. Tagasivoolu-kondensaatori väliseks tunnuseks on imi- ja äravoolutorude ühendamine ühe ja sama kaane külge (v. joon. 201).

Veendumiseks, et kondensaatori veeruum on täielikult veega täidetud, on proovikraanid, mis asetatakse kaantele. Kui masin ei tööta, siis peab vesi kondensaatorist välja lastama, et vähendada selle sööbimist ülepoordiveest. Kondensaatori torude sööbimisest tekivad nendel sööbimislaigud, kuhu ajajooksul sööbivad augud, mida mööda hakkab aururuumi tungima ülepoordivesi.

Kondensaatori aururuumi heitaurutoru ühenduskoha vastas seatakse kilbid, et sissetungiv aur ei lööks jõuga vastu torusid. Kilbid on aukudega lehed tsingitud rauast.



Joon. 203.

Joon. 203 on näidatud kaitsekilpide keerulisem konstruktsioon. Kondensaatorisse on kinnitatud kaks vertikaalset kilpi (1), heitaurutoru vastas aga — kahekordne kilp (2) aukudega (7) ja lisakilp (3). Et aur ei satuks vaheruumi kere ja torude vahele, on seatud kilbid (4). Keset kondensaatorit on seatud kilbid (5).

Et aur jaotuks ühtlaselt torude vahel, jäetakse kondensaatori ülemises osas vaba ruum torudeta, mis on näidatud ülemisel joonisel.

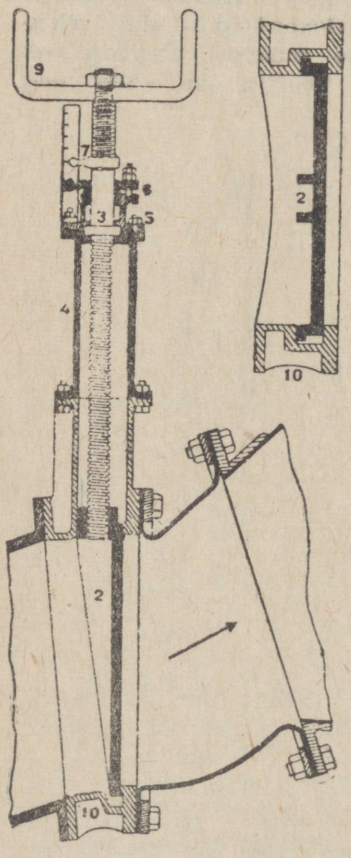
83. Kondensaatori armatuur.

Peale ülalmainitud seadmete asetatakse kondensaatorile veel:
1) vaakuummeeter;
2) ventiilid abimehhanismide heitaurutorudelt;
3) heitaurutoru peamasinalt;
4) ventiil kondensaatori läbikeetmiseks soodaga;
5) silindrite läbipuhutorud;
6) kraan soodalahu sisseandmiseks;
7) veemõõduklaas (sageli);
8) lisatoitevee-kraan.

Väljastpoolt vooderdatakse kondensaator sageli vildiga ja puldaniga. Sel juhul jäetakse aga mõned kondensaatori osad vooderdamata kondensaatori katsumiseks käega. Pindkondensaatori juurde tingimata kuuluvateks osadeks on: tsirkulatsioon- ehk jahutusveepump ja õhupump. Esimene pumpab ülepoordivett läbi kondensaatori, teine aga aururuumist vee ja õhu välja ning tekitab kondensaatoris tühjuse.

KÜMNES PEATÜKK.

Masinaid teenindavad pumbad.



Joon. 204.

84. Kondensaatorite klinketid.

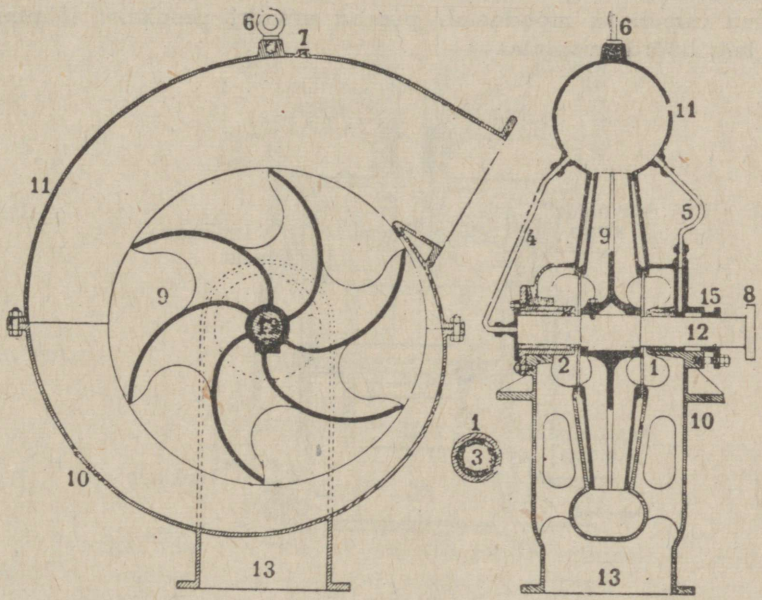
Kondensaatori imi- ja väljalasketorudele nende ühenduskoha läheduses ülepoordi-ventiilidega seatakse mõnikord klinketid. Nende otstarve on võimaldada kondensaatori kaante lahtivõtmist juhul, kui ülepoordi-ventiil laseb tugevasti vett läbi.

Klinkett koosneb (joon. 204) pronkskerest (10), mille ava võib sulgeda siibriga (2). Siibri pahempoolne pind on lihvitud klinketi kere vastu, tema küljed aga tungivad keres olevatesse soontesse. Siibri tõstmine ja allalaskmine toimub lõikega varustatud varre (3) abil. Varrel (3) on õla, mis asub klinketi ülemise osa (4) ja ta kaane (5) vahel. Kaas sisaldab topendseadet (6). Klinketi avamise suuruse näitamiseks on osuti (7) ja jaotusega varustatud skaala (8). Varre (3) pööramine toimub käepidemega (9). Parempoolsel joonisel on näidatud klinketi horisontaalne lõige.

85. Tsirkulatsioonpumpadena kasutatav kolb- ja tsentrifugaalpump.

Tsentrifugaalpump, mis näidatud joon. 205, koosneb pronkskerest, millel on kaks poolt (10 ja 11). Keres mahutub võll (12), millel asetub kiilul pronksist tiibratas (9).

Tiibratas koosneb kettast ja mitmest kõverast labidast, mis on valatud ühiselt kettaga. Imitoru (13) on tehtud kere alumises osas valutükina. Ratta tiirlemisel voolab vesi läbi kanalite paremalt ja vasakult poolt tiibratta keskele.



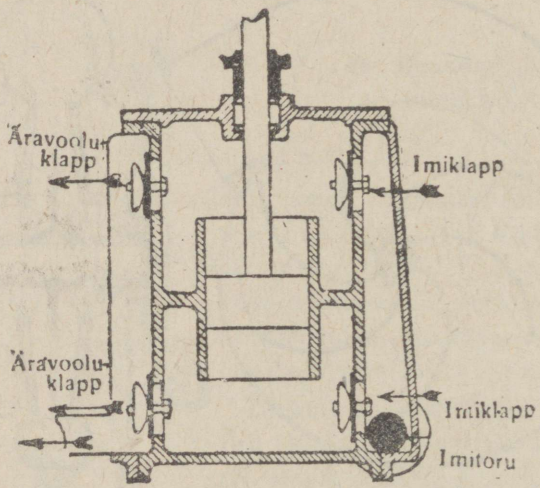
Joon. 205.

Siin ta haaratakse ratta labidatest ja tsentrifugaaljõu mõjul visatakse ratta tiibade otste poole ja sealt vähehaaval laienevasse kanalisse. Pumbast väljub vesi läbi toruotsa (14) väljavoolutorusse ja sealt kondensaatorisse.

Võll (12) lasub laagrites (1 ja 2), milledesse on asetatud pokkpuust laagripooled. Nende jahutamine ja määrimine toimub veega läbi torude (4 ja 5). Pumba kere ülemise poole tõstmiseks on sellesse keeratud aas (6). Viimase kõrval on proovikraan (7), millest lastakse välja õhk pumba töö algul, sest pump ei saa töötada seni, kui ta pole täitunud üleni veega.

Pumba võll tehakse kas pronksist või terasest; terasest võll vooderdatakse pronksiga. Kerest väljub võll läbi topendmuhvi (15). Äärik (8) ühineb eraldioleva väntvõlli äärikuga.

Kahepoolse töötamisviisiga kolbtsirkulatsioonpump. Selline pump on kujutatud joon. 206. Tal on imi- ja surukiapid kolvi mõlemal poolel. Klapid tehakse parimast pehmest kummist. Kolb on umbne, valgevasest. Kuna kolvi kiirus pumbas on küllalt suur, siis vesi ei jõua läbi imbuda kolvi- ja silindriseinte vahelt; seepärast ei panda kolvile tihendust, vaid treitakse ta külgpinnale ainult mõned sooned, mis võimaldavad loomulikku määret veega. Vahel varustatakse kolb pokkpuurõngastega: pokkpuu tursub ja moodustab pumba silindri pronksist tööpinnaga väga hea hõõrdumispinna.



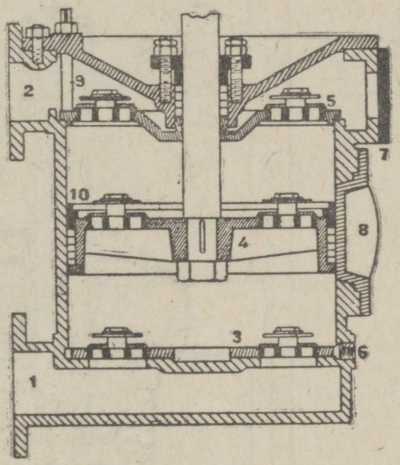
Joon. 206.

Pumba äravooluruum varustatakse õhukupliga, selleks et vee juga oleks pidev ja ühtlane. Kolvipump töötab ebaühtlaselt: silindri keskkohal on kolvi kiirus suurem, kui surnud-punktide juures, ja vesi, mitte jõudes ära voolata täielikult, koguneb kuplisse, surudes kokku vee peal oleva õhu. Kui kolb hakkab jõudma käigu lõpule, aeglustub ta liikumine; õhk, mis on kokku surutud kuplisse, paisub uuesti ja, mõjudes veesambale kuplis, kiirendab oma survega veejoa aeglustunud liikumist. Sel viisil reguleerib kuppel vee kiirust äravoolutorus, hoides selle ühtlasena ja alalisena.

Surve liigse suurenemise vältimiseks, näiteks eksikombel suletud pumba suruventiili juures, monteeritakse väljalasketorule vedruline kaitseventiil.

86. Õhupump.

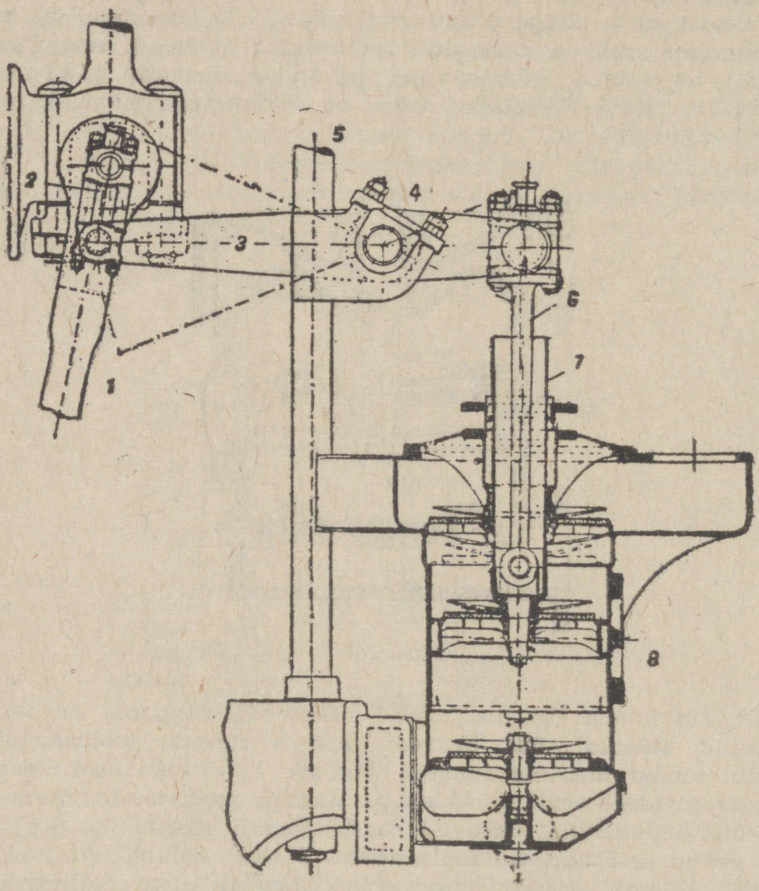
Selle ülesandeks on pumbata kondensaatorist välja vett ja õhku, mis on kondenseerunud aurust ja sattunud kondensaatorisse ühes auruga masinast. Selline pump on näidatud joonisel 207. See koosneb pronkskerest, mille külge kinnituvad imi- (1) ja äravoolu (2) torud. Kere alumises osas on kinnitatud imiventiilide (3) rest. Pumbakolb (4) on tehtud läbivana ja selles asuvad ülelaskeventiilid. Kere ülemises osas on kinnitatud suru-klappide



Joon. 207.

rest (5), tugipoltide (9) abil. Kolvi liikumisel allapoole on imi- ja suruklapid suletud, õhk ja vesi aga voolavad ülelaskeventiilidest läbi pumba alumisest ruumist ülemisse. Kolvi liikumisel ülespoole sulguvad ülelaskeventiilid. Alumises silindriruumis tekib hõrenemine, mille tõttu imiventiilid tõusevad kondensaatori surve tõttu ning ruum täitub veega ja õhuga kondensaatorist. Samal ajal õhk ja vesi, mis olid üle voolanud eelmise käigu vältel ülemisse ruumi, väljuvad läbi suruventiilide väljavoolutorusse. Vesi voolab kas soojaveekasti või imetakse toitepumpade poolt õhupumba väljavoolutorust. Õhk väljub õhupumbast erilist õhutoru mööda kas masinaruumi, tekile või ülepoordi. Kolvivarre otsejooneliseks liikumiseks varustatakse kolvivarre pea liuglejaga, mis liigub juhtribides. Kolvivars tehakse pronksist. Kui see on terasest, siis vooderdatakse ta alati pronksiga, et hoida teda sööbimisest. Mutter, mis kinnitab varre kolvi külge, tehakse umbne.

Õhupumba klapid ja klapirestid. Klapirestid kaubalaevadel valatakse pronksist ja nad kinnituvad poltidega silindri külge. Restile monteeritakse pesad kas ühe või mitme klapi jaoks.

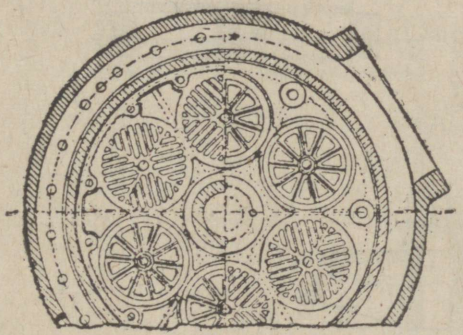


Joon. 208.

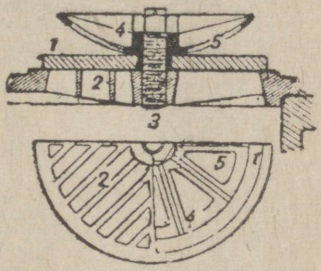
Joon. 208 on näidatud õhupump, mille iga rest on varustatud ainult üheainsa klapiga. Joon. 209, nagu näha, omab iga rest 6 klappi. Rest klappide all on varustatud paljuarvuliste kitsaste avadega; avade läbi satub vesi klappide alla. Pind restil, millele istub klapp, sobitatakse hoolsalt viimasele, et ei oleks vähimatki vee- või õhuläbilaset suletud klapiava puhul.

Õhupumba klapid on näidatud joon. 210-215. Nad on kas kummist või metallist.

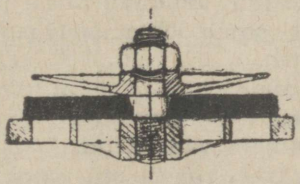
Harilik pumbaklapp (joon. 210 ja 211) koosneb lamedast kummist sõõrist (1), mis istub klapirestisse (2) keeratud tihvtil (3). Ülaltpoolt klappi on samale tihvtile keeratud peale tagasilöögi-taldrik (4), mis on alustassikujuline, vee väljumiseks kolmenurgeliste väljalõigetega (5) varustatud ketas; taldrik kinnitub tihvtil mutriga. Kui surve klapi all on suurem kui selle peal, painduvad klapi ääred ülespoole, venivad ja kogu klapp surub end tihedalt vastu taldrikut, jättes vabaks ringilise pilu vee ja õhu väljalaskmiseks resti avadest.



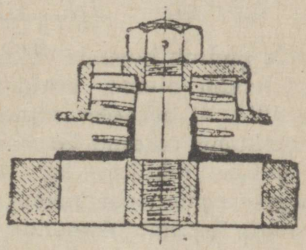
Joon. 209.



Joon. 210.



Joon. 211.



Joon. 212.

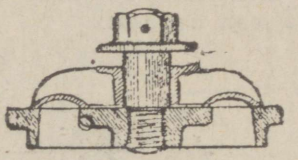
Klapi all olev ava on jaotatud diagonaalsete ribidega väikesteks osadeks (2), et kumm ei vajuks sisse. Et taldrik ei hüppaks maha tihvtidelt, kinnitub tema mutter plindiga.

Taldriku otstarve seisneb selles, et see piirab klapi käiku, s. o. selle tõusu kõrgust; keerates sisse või välja taldriku tihvti vähendame või suurendame klapi tõusu, nii et taldrik osutub ühtlasi ka vee läbilaskeregulaatoriks klapi pesa avadest. Klapi käik tehakse harilikult võrdseks tema läbimõõdu ühe neljandikuga.

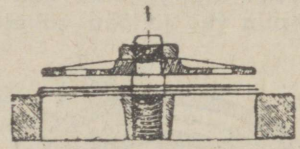
Ühe kummist ventiili puhul, mis asub kogu restil (joon. 208), tehakse avad vee väljavooluks samal otstarbel veelgi väiksemad.

Sageli rakendatakse siin taldriku ja klapi teistsugust kinnitust, ja nimelt — poldiga, mida pannakse sisse läbi taldriku, resti altpoolt aga kinnitatakse mutriga.

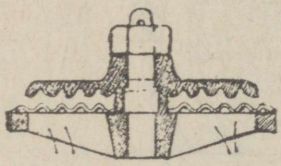
Klapi keskava tehakse suuremana kui varre läbimõõt, et ventiil võiks ta tööajal vabalt painduda (joon. 211).



Joon. 213.



Joon. 214.



Joon. 215.

Mis puutub kummist klappide materjalisse, siis peab selleks kasutatav kumm olema parimat sorti ja täiesti ühtlane; peale selle et ventiilid ei rikneks mineraalõlist, mis satub õlitamisel masinasse, peab kumm omama ka veel erilist koostist.

Ventiile tehakse ka metallist: valatuid pronksist ja stantsituid valge- ja punasest vasest. Kiireks sulgemiseks, arvestades nende kergusega, koormatakse nad ülaltpoolt kergete vedrudega. Joon. 212 on kujutatud Korliss'i süsteemi punasest vasest ventiil, mis omab ümberpööratud, kuplikujulist osa ja vajutub pesale kerge spiraalvedru abil. Klapil on sisemine muhv mille abil ta võib liuelda üles- ja allapoole mööda varre treitud keskosa. Nagu on näha, on osas, mis hoiab kinni vedru, nii küljepoolt kui ka ülalt tehtud avad vee läbivooluks.

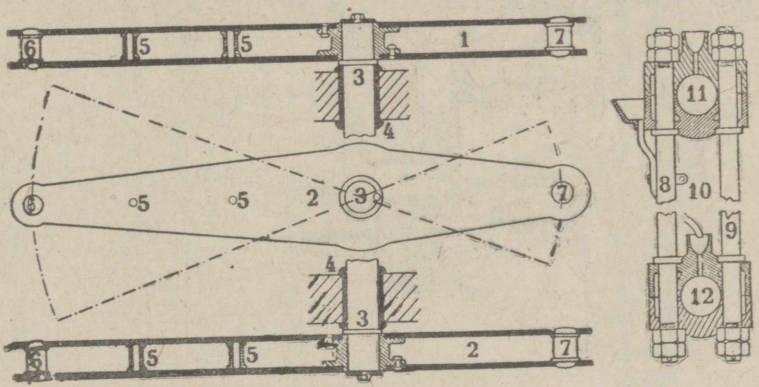
Joon. 213 on kujutatud vosvorpronksist valatud ventiil. Selliste ventiilide töö on seotud suure müraga ja peale selle ei asetu nad tihedalt restile. Joon. 214 kujutab ühte kõige kergemaid ja lihtsamaid, nimelt Kinghorn'i ventiile.

Ventiil ise koosneb kolmest valgevasest sõõrist, mis asetuvad varre treitud keskosal. Alumine ja keskmine sõõr omavad ca. 3 mm mitte-

ühtivaid avasid. Avad on selleks, et klapikettad ei kleepuks ega langeks üksteise peale klapi sulgemisel löögiga. Joon. 215 on näidatud lainekujuline klapp punasest vasest; laineline kuju annab talle suure vastupidavuse.

Õhupumba kolb saab liikumise kas eraldiolevalt väikeselt aurumasinalt või kaubalaevastikus sagedamini peamasinalt nn. õõtskangi (balansiiri) või võllil eraldioleva vända abil.

Õõtskang on ebavõrdsete õlgadega kang, mille otsad ühenduvad masina ristpea ja õhupumba kolvi-varte peaga troppide abil. Harilikult tarvitatakse paarisolevaid õõtskange.



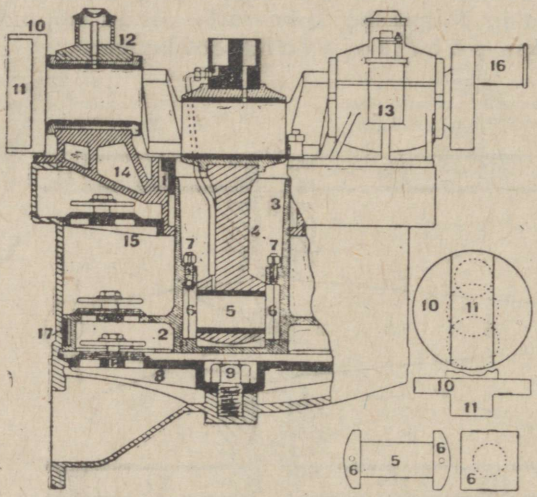
Joon. 216.

Selline õõtskang (joon. 216), koosneb kahest õõtsvardast (1) ja (2), mis asetuvad võllil (3), mis omakorda lasub laagrites (4): kumbki õõtskang on kahepalgeline ja omab tugipolte (5). Kaelad (6) ühinevad masina ristpeaga, kaelad (7) aga — õhupumba kolvivarrega. Ühenduseks on tropid (10), mis koosnevad kahest laagrist (11) ja (12), ning kahest poldist (8) ja (9). Vasakpoolsel joonisel on näidatud punktiiriga ka õõtskangi äärmised asendid selle õõtsumise puhul masina töötamisel.

Peamasinalt väntvõlli abil liikumise üleandmine õhupumbale on näidatud joon. 217. Õhupumba võll moodustab osa lisavõllist, mis ühineb masina väntvõlliga ääriku (10) abil. See äärik omab astet (11), mis tungib väntvõlli eesotsas olevasse vastavasse väljalõikesse.

Lisavõll lasub laagrites (12 ja 13), mis on valatud ühiselt pumba kaanega (15). Kolb (2) on valatud ühiselt mändaga (3), mis väljub läbi pumba kaane tihendusseadme (1). Keps (4) ühendab väntvõlli pumbakolvi kaelaga (5).

Kael on näidatud eraldi, joonise paremal poolel. Tal on kaks pead (6), mis kinnitatakse mända alumise osa ääriku alla ja mis pidurdatakse poltidega (7). Kaela (5) ühendamine ja lahtivõtmine toimub kepsu (4) pööramisega. Kõik mända osad peavad olema pronksist, kuna on raske vältida vee korjumist mändas, vesi aga soodustab terasosade roostumist.



Joon. 217.

Imiklappide rest (8) kinnitub pumba kere külge mutter-kruvi (9) abil. Suruklappide rest (15) hoidub kohal kaanega (14). Lisavõlli kael (16) on liikumise edasiandmiseks masin-toitepumbale.

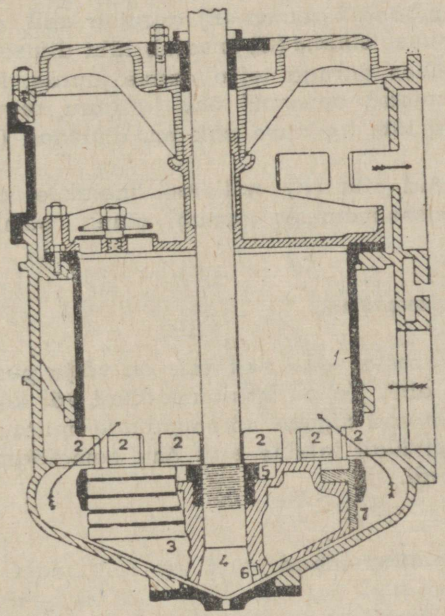
Selleks et hoida alal kondensaatoris head tühjust, peavad õhupumba imiventiilid olema võimalikult kerged. Seejuures on nende tõusmiseks vajalik väiksem jõud, s. t. väiksem õhusurve kondensaatoris. Edwards'i õhupumbas (joon. 218) on täiesti kõrvaldatud nii imikui ka ülelaskeklapid, mille tõttu ta töö on palju parem kui klappidega pumba oma.

Silindri tööpind (1) omab alumise ääre juures aknaid (2). Umbne kolb (3) on tehtud suure kõrgusega. Ta alumine osa omab koonuse kuju.

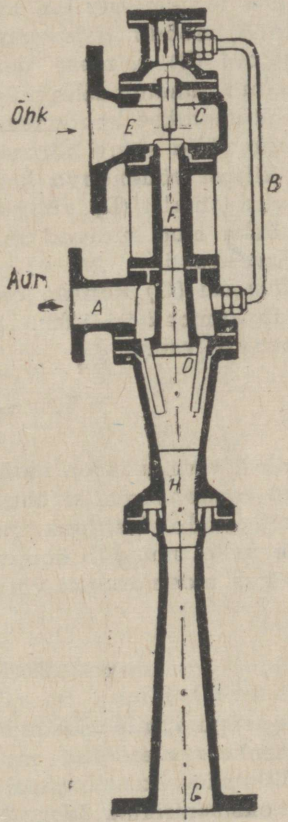
Kolvi liikumisel alla on väljalaskeventiilid suletud ja ülemises silindriruumis tekib hõrendus. Kui kolb laskub alla niivõrd, et aknad (2) avanevad, siis hakkab kolvi pealpoolsesse ruumi voolama õhku.

Samal ajal kolb hakkab suruma veele, mis on korjunud silindri alumises ruumis, ja hakkab vett sealt välja tõrjuma.

Silindri alumise osa erilise kuju tõttu tõrjutakse vesi samuti ülemisse silindriruumi, nagu näidatud nooltega. Kuid seejuures ei takista vesi õhu läbiminemist silindrisse akende (2) ülemiste äärte juurde.



Joon. 218.



Joon. 219.

Kolvi liikumisel ülespoole suleb kolb esmalt aknad (2), siis aga hakkab välja tõrjuma ülemisest silindriruumist õhku ja vett läbi väljalaskeklappide. Nagu näha, on Edwards'i pump lihtsa tegevusviisiga ja ta töö on jaotatud mõlemale käigule umbes võrdselt. Pumba peab monteerima nii, et vesi kondensaatorist tuleks tema juurde i s e v o o l a v a l t.

Kolvi kinnitamine varrel on tehtud ümberpöördud koonuse (4) ja mutri (5) abil. Peale selle on veel kiil, mis takistab kolvi pöörlemist varrel.

Aurujoa-õhupump. Aurujoa-pump monteeritakse sageli nüüdisaja auruturbiinseadmetes õhu väljaimemiseks kondensaatorist. Kõrgema vaakuumi saavutamiseks ehitatakse need pumbad kaheastmelistena. Joon. 219 on näidatud pikilõikes Leblanc'i süsteemi kahekordse töötamisviisiga aurujoa-õhupump. Aur tuleb õhupumba toruotsa (A) mööda ja jaguneb kahte ossa: üks osa auru voolab mööda küljetoru (B) esimese astme koonuse (C) juurde, teine osa aga — suundub vahetult allapoole mööda teise astme koonilist pilu (D).

Õhk imetakse kondensaatorist mööda toruotsa (E) aurujoa abil, mis voolab välja suure kiirusega koonusotstükist (C) ja satub läbi difusoori või kiirust vähendava koonuse ühes auruga teise astme juurde, kus koonusotstükist (D) väljuvad aurujoad annavad õhu ja auru segule lisatõuke ning suruvad selle segu läbi koonuse ehk nn. difusoori (G) soojaveekasti.

Difusoori (G) kõrisse on ehitatud pilu (H), millesse imetakse läbi avade atmosfääri-õhku. Selle sisseimemine toimub ainult pumba püsiva töö puhul.

87. Soojaveekast.

Selle ülesandeks on mahutada eneses seda vett, mis on välja pumbatud kondensaatorist õhupumba abil. Ta on kokkuneeditud või keevitatud raudplekist tank, millest saavad alguse toitepumpade imitorud. Peale selle suundub soojaveekasti ülalt lahtine toru õhu eemaldamiseks kas masinaruumi või ülepoordi.

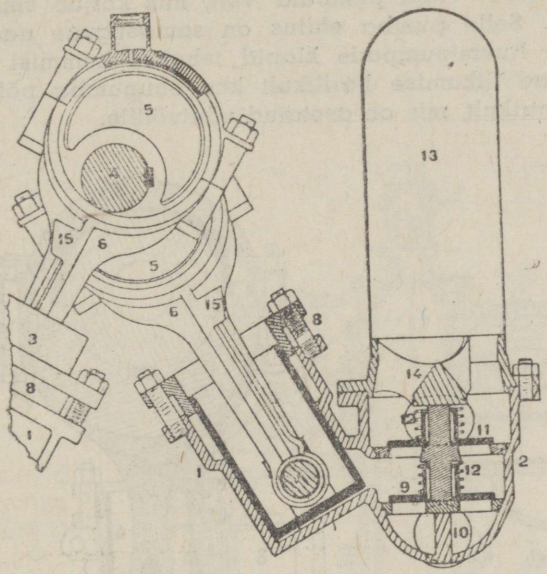
88. Masina toitepumbad.

Nende pumpade ülesandeks on katelde toitmine soojaveekastist või õhupumba surveruumist masinate töötamisel. Masina toitepumbad saavad liikumise kas õhupumba põikkangilt või väntvõllile asetatud eriliselt ekstsentrikult. Joon. 220 on näidatud selline pump. Ta koosneb pronkskerest (1), mis on valatud ühiselt ventiilikarbiga (2). Pumba mänt (3) saab liikumise väntvõllilt (4) ekstsentriku (5) ja ekstsentrikuvarre (6) abil. Mända väljumiskohas silindrist on ehitatud topendseade (8). Mända kael (7) on kinnitatud samal viisil, nagu näidatud joon. 220. Kael õlitub õlitoosist (15) läbi toru.

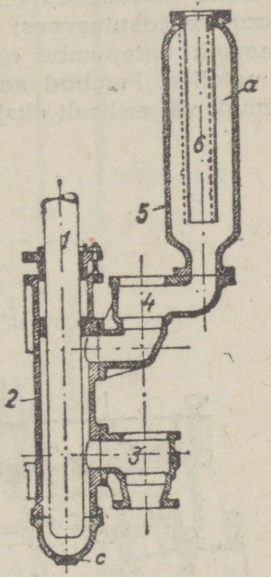
Mända liikumisel ülespoole hõreneb ruum tema all,, imiventiil (9) tõuseb ja vesi torust (10) tuleb pumba silindrisse.

Mända tagasikäigul ventiil (9) sulgub, suruklapp (11) aga avaneb vee survest, mis väljub survetorusse.

Pronksist ventiiliklapid surutakse pesadele vaskvedrudega (12). Õhukuppel (13) on monteeritud pumba külge selleks, et saavutada ühetasast juga pumba väljavoolutorus. Ventiilide pesad on tehtud eraldi ja surutakse kere vastu ristrestiga (14), mis on valatud ühiselt kupli alumise osaga.



Joon. 220.



Joon. 221.

Joon. 221 on kujutatud püst-läbilõikes mänt-toitepump klappkarpidega ja õhukupliga, kuid klappideta. (1) on pumba terasest mänt, (2) — pumba malmkere (silinder), (3) — imiklapi karp, (4) — surukiapi karp (5) — malmist õhukuppel, (6) — selle seesmine vasktoru.

Iga masin omab selliste mõõtmetega kaht toitepumpa, et igaüks neist oleks võimeline andma masina täiskäiguks vajalisel määral vett.

Sel viisil tagatakse katelde toitmine ka sel juhul, kui üks pump rikneks.

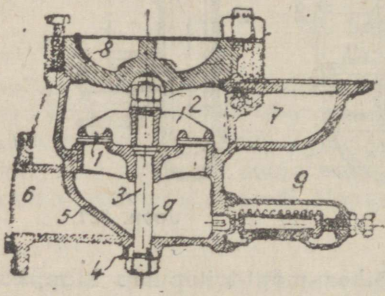
Pumpadel peavad olema surveosal kaitseventiilid vee ülelaskmiseks survekambrist imikambrisse või välja juhul, kui rõhk tõuseb lubamatult kõrgele (suletud katla toiteventiilid, torustiku ummistumine). Ventiilkarbil asub proovikraan pumba korraliku töö kontrollimiseks.

Toitepumba surveventiil ühes ventiilikarbiga on kujutatud joon. 222, kus (1) — punasest vasest plaat, mis on kinnitatud pronksist ventiilikere (2) külge, (3) — ventiilivars, (4) — kerge ventiilivedru, (5) —

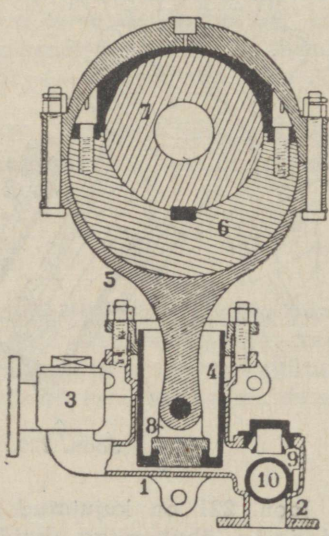
pronksist valatud ventiilikarp, (6) — imitoru otstükk, (7) — äravoolutoru otstükk, (8) — ventiilikarbi malmist mahavõetav kaas, (9) — kaitseventiil.

89. Ruumi- ehk piltsipump.

Selle ülesandeks on piltsist välja pumbata vett, mis korjub sinna laagrite jahutusveest jm. Selle pumba ehitus on samasugune nagu masina toitepumba oma. Ruumipumpade klapid tehakse kummist ja metallist. Pumbad saavad liikumise harilikult kas õhupumba põikraualt või eriliselt ekstsentrikult, mis on asetatud väntvõllile.



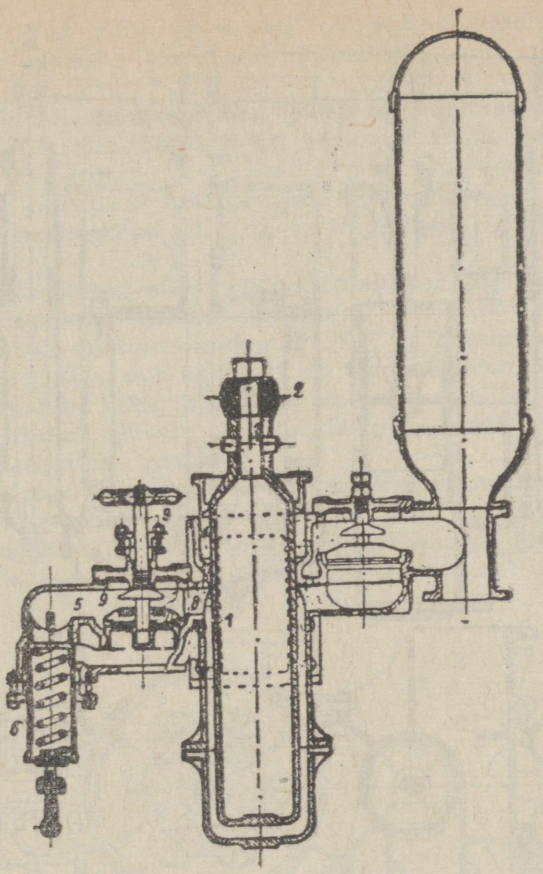
Joon. 222.



Joon. 223.

Joon. 223 kujutatud masinaruumipump koosneb pronkskerest (1) ja sellega ühiselt valatud kahest ventiilikarbist: imi- (2) ja surukarbist (3). Mänt (4) saab liikumise ekstsentrikult (6) ja ekstsentrikuvarrelt (5), mis on asetatud väntvõllile (7). Mända kand (8) kinnitub mända külge lõikel.

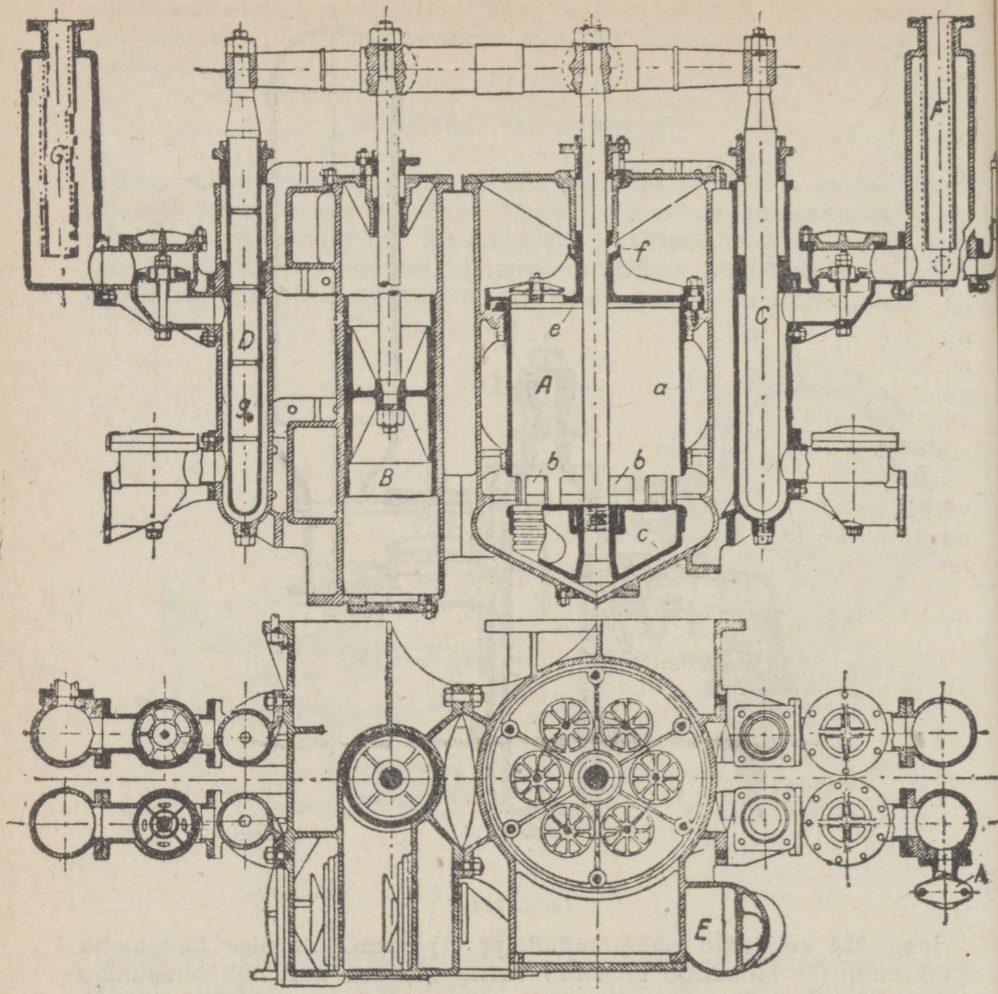
Pumba pronksist ventiilid on tehtud kerakujulistena; kolm ribi (9) on tehtud ventiili juhtimiseks. Sellised keraventiilid on väga otstarbekohased just ruumipumpade jaoks, kuna muda kleepumisel nende külge nad pöörlevad ja istuvad pesale puhta kohaga. Peale selle ribide puudumise tõttu ventiilide all musteneb läbikäik vee jaoks vähem.



Joon. 224.

Joon. 224 kujutatud pump mändaga (1) saab liikumise õhupumba põikraualt (2). Mändaga ühendub varras (3), mis mahutub õhupumba põikrauda (2) ja kinnitub selles mutriga. Mända väljumiskohas veesilindrist on tihenduskarp (4) linatihendiga.

Ventiilikarbid asuvad: vasakul — imiventiili-karp (5), paremal — suruventiilikarp. Ruum ventiilide vahel on varustatud kaitseventiiliga (6), mis on ehitatud äravoolutoru ja karbi kaitseks lõhkemise vastu juhuks, kui surve äravoolutorus peaks äkki tõusma või suruklapp kinni kiiluma. Mõlemad ventiiliklapid on pronksist. Nende ülemisse ja alumisse ossa on sisse pandud kaks pokkpuu-rõngast (7 ja 8), millede abil klapp puutub kokku tagasilöögitaldrikuga ja istub oma pesale. Suruklapp ehitatakse harilikult isetöötavana. Imiklapp on sule-



Joon. 225.

tav. Selleks on klapikarbi kaande keeratud vars (9) käsirattaga, mis sissekeeratult tugineb klapi tagasilöögitaldrikule.

Ventiili avamiseks keeratakse vars välja klapikarbi kaanest, — siis tõuseb või laskub klapp pumba töötamisel iseenesest. Ventiili sulgemiseks keeratakse vart seni allapoole, kuni varreots pigistub klapi tagasilöögitaldriku vastu.

Et veenduda, kas pump imeb vett, on pumba silinder varustatud proovikraaniga. Pumba korralikul töötamisel peab proovikraanist voolama vett.

Suurtel masinatel monteeritakse piltsivee väljapumpamiseks erilised mehhanismid, mis töötavad ka tulekahju kustutamisel. Selliseid pumpi nimetatakse *ruumi tulekahjupumpadeks*.

Peale masina piltsipumpade võtavad põhjaruumidest vett ka veel üksikud, eraldi monteeritud nn. põhjaruumipumbad, mida käivitatakse vajaduse järgi.

Joon. 225 on kujutatud püst- ja lood-läbilõikes pumpade komplekt, mis koosneb järgmistest üksikpumpadest: 1) Edwards'i süsteemi õhupump (a); 2) kolb-tsirkulatsioonpump (B); 3) piltsipump (D) ja 4) masina toitepump (C), mis ehituselt on sarnane joon. 221 kujutatud pumbaga. Õhupumba välissilinder, tsirkulatsioonipumba ja piltsipumba silindrid on valatud ühiselt klapikarpidega; õhuklapid on valatud malmist, muud osad — pronksist.

Ballastpump. Selle pumba ülesandeks on pumbata ballastvett välja laeva ballasttankidest ja tarbekorral ühest tankist teise. Ballastpumpadena kasutatakse kolb- ja tsentrifugaalpumpi ning nende ehitus- ja töötamisviis sarnaneb teiste pumpade omaga.

ÜHETEISTKÜMNES PEATÜKK.

Toitevee-filtrid.

90. Üldist.

Toitevee puhastamiseks õlist kasutatakse filtreid ehk kurni. Filtreerivaks aineks kasutatakse nendes: käsnu, flanellriiet, puu-höövlilaaste, koksi jne. Sageli monteeritakse filter soojaveekastide juurde, milleks tehakse viimastes vaheseinad. Vaheruum täidetakse sel juhul filtreeriva ainega, millest läbi lastaksegi toitevesi, enne kui see satub soojaveekasti.

91. Edmstok'i (Harris'e) filter.

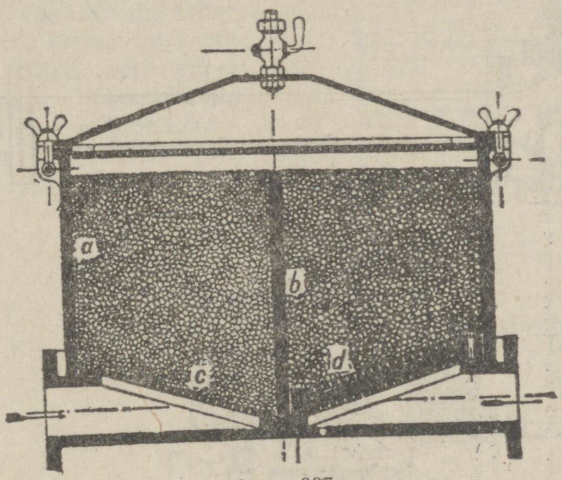
See filter on kujutatud läbilõikes ühes oma torustikuga joon. 226. Filter omab pronksist silindrilist keret (1), mille sisse on asetatud 11 pronksist võret (2), millede vahel asuvad filterriie ja traatvõru; restid hoiduvad omavahel koos tihvtidega ja omavad välisringil avasid vee läbivooluks; kogu restide komplekt hoidub kohal varre (3) abil, mis on varustatud käsirattaga (4).

Vesi tuleb toitepumbast mööda toru (5), toruotsa (6), läbi ventiili (7) ja toruotsa (8) filtrisse, läbib restid ja filtreeriva riide, mis hoiab kinni õli ja mustuse ning voolab edasi katelde juurde mööda toru (9), läbi ventiili (10) ja edasi mööda toru (11).

Aukude kogupind restides on arvestatud selliselt, et nende takistus vee läbimiseks kõrgendab vaid veidi vee survet.

Survet filtris jälgitakse manomeetri järgi, mis on asetatud toruotsale (12), surutorus aga — toruotsas (B). Filter on varustatud ülelaske-automaatventiiliga (14), mis on koormatud vedruga (15). Kui filter on kõvasti mustunud, siis tõuseb tunduvalt takistus vee läbivoolul. Sel juhul tõuseb vee surve niivõrd, et tõstab ventiili (14) ja vesi torust (5) läheb läbi ventiili (14) vahetult torusse (16), vältides filtrit. Et teatada sellest vahimehaanikule, ühendatakse vahel ventiili (14) vars elektrikellaga selliselt, et varre tõusul hakkab kell helisema.

Filtrit puhutakse läbi auruga, mis tuleb avast (17), ja hoolsal läbipuhumisel — üks kord vahis — nõuab puhastust ehk filtririide vahetamist pärast kuut-kaheksat tundi pidevat tööd. Lahtivõtmiseks keeratakse kaas (18) ja poldid (19) lahti ning võetakse taldrikud välja. Seade on varustatud läbipuhuventiiliga (20) ja puhastus-vaateluugiga (21).



Joon. 227.

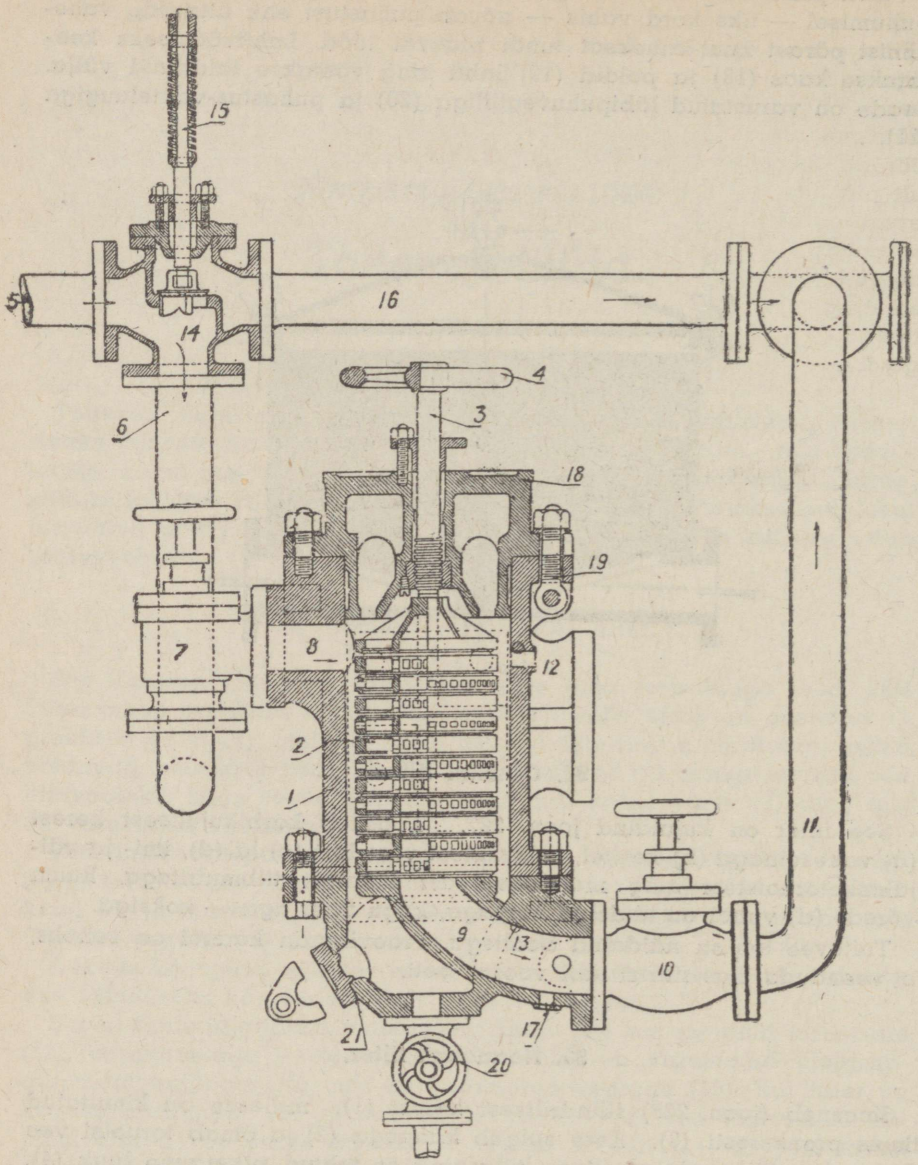
92. Oljunini filter.

See filter on kujutatud joon. 227. Koosneb karbikujulisest kerest (a) vaheseinaga (b) keskel, kallakutest võredest (c) ja (d), imi- ja väljalasketoruotstest ning mahavõetavast kaanest tiibmutritega. Ruum võrede (d) vahel on täidetud karvaga, kogu filter aga — koksiga.

Toitevee tee on näidatud nooltega. Proovikraan kaanel on selleks, et veenduda, kas filtrist läbi voolab vett.

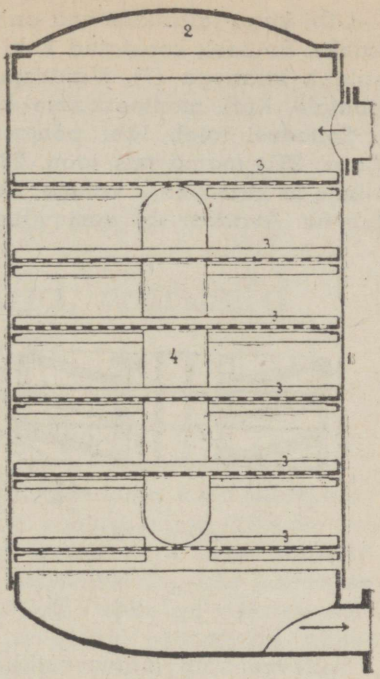
93. Normann'i filter.

Koosneb (joon. 228) silindrilisest kerest (1), millesse on kinnitatud kuus pronksresti (3). Kere sulgub kaanega (2) ja omab toruotsi vee sisse- ja väljavooluks. Kere külgseina on tehtud pikergune luuk (4), mille läbi pannakse sisse käsnad. Pärast filtri täitmist nendega suletakse luuk ja kurn on töövalmis.

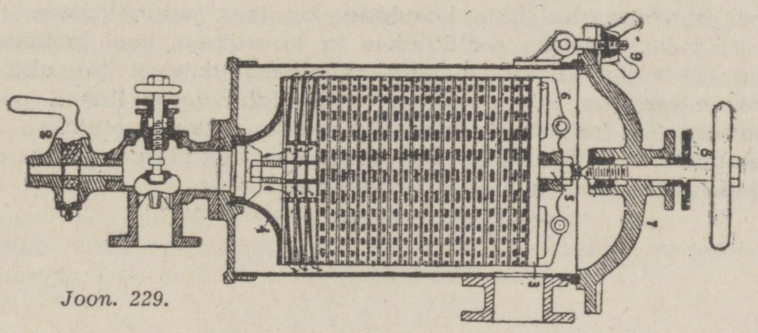


Joon. 226

Filtri puhastamiseks võetakse välja kõik käsnad ja pestakse need s o o d a v e e s. Seejuures püütakse käsni mitte kõvasti hõõruda, vaid ainult ettevaatlikult pigistada, sest muidu rebenevad nad ruttu. Pärast igakordset puhastust tuleb osa käsni vahetada uutega. Uued käsnad asetatakse alumisse jaoskonda, järelejäänutest kõige halvemad aga üles.



Joon. 228.



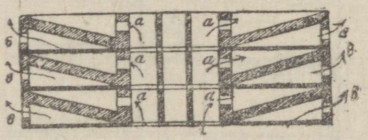
Joon. 229.

94. Schmidt'i filter.

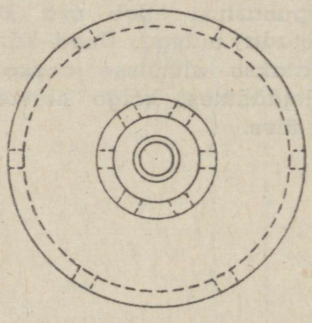
Schmidt'i filtris kasutatakse flanelli. Ta koosneb (joon. 229) silindrilisest kerest (1), milles asuvad üksteise peal kuni 20 pronksist taldrikut, (kolm nendest näidatud joon. 230). Iga taldrikupaari vahele on asetatud flanell. Alumise ketta peale ja ülemise ketta alla on pandud kaaned (3 ja 4).

Läbi kogu taldrikute rea on lastud polt (5), millega nad tõmmatakse kokku. Selliselt koostatud kuhi pannakse ristresti abil (6) keresse, mis sulgub kaanega (7). Vajutispolt (8) on taldrikute vajutamiseks kere põhjale. Kurn monteeritakse katlapumpade imitorule.

Toitevesi tuleb läbi põhjasoleva ava taldrikutesse. Siit läheb ta (joon. 231) (sama mis joon. 230) läbi avade (a ja b) vaheruumi taldrikute ja kurna kere vahele. Sel teel vesi läbib flanelli, millele sadestub õli. Avadest (b) vesi väljub puhastatuna õlist.



Joon. 230.



Joon. 231.

Toitevee võib lülitusventiilide abil juhtida ka filtrist mööda. Seda moodust kasutatakse vaid filtri puhastamise ajal, mille lõppemisel peab toitevee laskma kohe läbi kurna. Sageli ehitatakse kaks kurna kõrvuti, et võiks alati ühte kasutada, kui teist puhastatakse.

Kurna puhastamiseks eraldatakse ta torustikust, vesi lastakse läbi kraani (2) välja, avatakse kaas, võetakse ristresti (6) abil välja taldrikute sammas, mis võetakse lahti. Mahavõetud flanell pestakse soodavees. Siis korjatakse taldrikud uuesti kokku, asetatakse kohale ja suletakse kurn. Kurna poldid tehakse mahakäänatavatena, et kergendada kurna lahtivõtmist ja kokkupanemist.

KAHETEISTKÜMNES PEATÜKK.

Toitevee eelsoojendid, aurustid ja magestid.

95. Toitevee eelsoojendid.

Enne vee aurutamist katlas peab seda soojendama keemistemperatuurini, milleks tuleb kulutada seda enam soojust, mida külmem on katlasse sattuv vesi. Kui aga soojendada toitevett enne tema katlasse sattumist seadeldises, mida nimetatakse eelsoojendiks, siis saadakse sellega suurt kokkuhoidu kütteaine kulus. Peale selle on toitevee eelsoojendusel ka see hüve, et toiteveest eralduvad osa temas lahustunud sooli ja õhk, mis sööbivad katla seinu.

Toitevee eelsoojendus toimub kas abimehhanismidest võetud heit- või värske auruga. Heitauru kasutamine annab küll suuremat kokkuhoidu küttekulus, kuid eelsoojendatud vee temperatuur jääb sellejuures madalamaks.

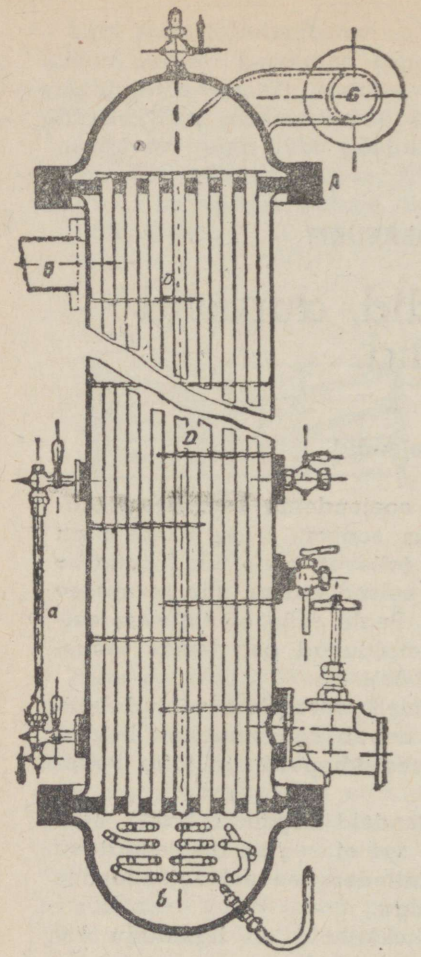
Eelsoojenduse viisi järgi võib eelsoojendeid liigitada kahte liiki: 1) p i n n a l i s t e k s, milledes soojendav aur ei segune soojendatava veega ja 2) segunemis-eelsoojendeiks milledes vee eelsoojendamine toimub tema segunemisel soojendava auruga.

Toitevee eelsoojenditega saavutatud kokkuhoid on ligikaudu 1% küttekulust toitevee iga 6° temperatuuri tõusu kohta.

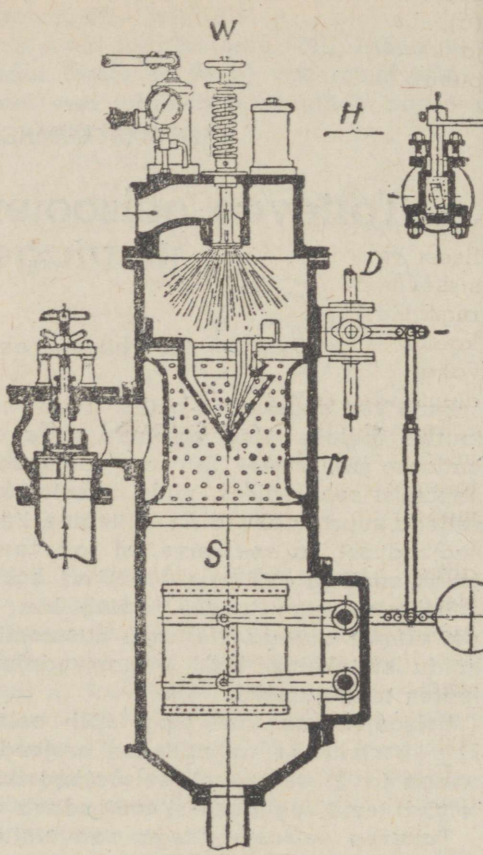
Kütteaine kokkuhoiu koguhulka aga, mida annavad eelsoojendid laevaseadeldistes, võib hinnata 10 kuni 15%-le.

96. Normann'i eelsoojendi.

Normann'i eelsoojendi sarnaneb ehituselt pindkondensaatorile ja on kujutatud läbilõikes joon. 232. Ta koosneb silindrilisest vaskkerest, kahest torulauast (A), milledesse on kinnitatud valgevasest torud, ja kahest poolkeralisest kambrist. Aur tuleb sisse mööda toru (B) ja väljub kondensveena läbi ventiili (c), viimase külge kinnitatud kon-



Joon. 232.



Joon. 233.

denspotti. Vesi tuleb alumisse kambrisse ja tõustes mööda torusid soojeneb auruga, mis ümbritseb torusid, ning väljub mööda toru (C) katelde toitetorusse.

Et vesi soojenduks torudes rohkem, on ta väljapääs torudest takistatud torude peal asuva võrega (F). Peale selle on torudesse mahutatud kokkukeeratud vasest ribad (E), mis täidavad sama ülesannet, mis katelde tuletorude retarderidki. Ülemise veekambri kaanes on õndlus

(joonisel näitamata), kuhu asetatakse termomeeter toitevee eelsoojenduse temperatuuri mõõtmiseks. Kilbid (D) on torude ühtlasemaks soojendamiseks auruga. Eelsoojendi on varustatud veemõõduklaasiga (a), lisaeelsoojenduse madustikuga (b), mis saab auru ventiilist (H,) ja klapiga (J), mis ühendab eelsoojendit aururuumi automaatse läbipuhuseadisega.

97. Weir'i eelsoojendi.

Weir'i eelsoojendid ehitatakse nii pinnalistena, kui ka segunemistüüpi. Viimane on kujutatud püst-läbilõikes joon. 233. Ta koosneb silindrilisest kerest, mis on valatud malmist. Selle ülemises osas on toruots sissevoolavale veele isetöötava klapiga (W), mis on koormatud vedruga. Keskossa mahutub kontsentriliselt auklik trumm (M), ülalt kinnikaetav koonilise lehega. Ruum aukliku trummi ja eelsoojendi kere vahel ühendub vasakult poolt auru väljalaskva klapiga. Eelsoojendi alumises osas asub ujuk (S) ning äravoolutoru.

Kogu aparaat asetub harilikult masinaruumi kas ülemisel või keskmisel sillal ja seepärast töötab kahe pumba abil: üks pumpab vett toitepaagist aparaati läbi ventiili (W), teine võtab vee aparaadist mööda alumist toru ja pumpab selle katlasse.

Auru eelsoojendisse võetakse kas MSS ressiivrist (vaheruumist), abimehhanismidelt (näiteks roolimasinast) või magesteilt. Aur tuleb sisse läbi aukliku trummi eelsoojendi keskossa, kus seguneb ülaltlangevate veejoakestega; vesi tuleb läbi ventiili ja pihustatakse sõelas. Aur, segunedes veega, annab viimasele üle oma soojuse. Soojendusel veest eralduv õhk lastakse välja läbi õhukraani (H) kas jahutisse või atmosfääri. Vesi soojeneb temperatuurini ligikaudu 100° C.

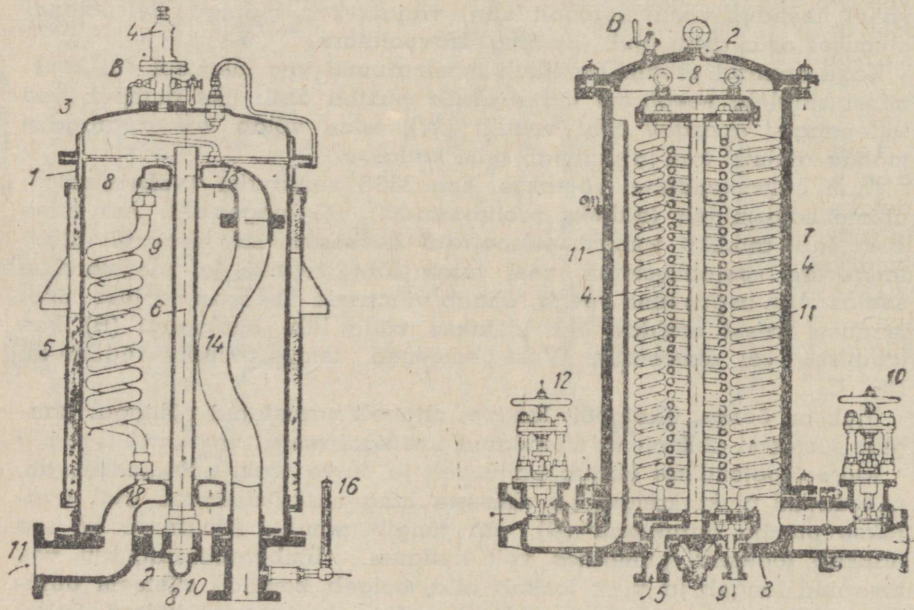
Ujuk on õõnes, ülaltpoolt lahtine, altpoolt varustatud põhjaga; kangide süsteemi abil on ta ühendatud tasakaalustava vasturaskusega.

Kui eelsoojendisse korjub palju vett ja surve ujuki põhjale kasvab, pöörduvad ujuki kangid ja viimaste ning nurktõmmitsate abil avatakse pumba aurukraan (D), aur tungib pumba silindrisse ja see hakkab töötama, pumbates vett katlasse. Ümberpöördult, kui vee tasapind langeb ja ujuk laskub alla, sulgeb kangide süsteem aurukraani (D) ja pump hakkab töötama kõige aeglasemal käigul. Selletõttu ei imeta toitevee torustikku õhku. Kui peamasin pannakse seisma, kraan (H) aga ühendatakse jahutiga, tekib eelsoojendis tühjus (vaakuum), mis takistab toitepumbal imeda vett eelsoojendist. Selle vältimiseks on eelsoojendi ülal varustatud isetöötava õhuventiilikesega, mis peab avanema ja laskma eelsoojendisse välisõhku, vähendades sellega tühjusastet ja andes võimaluse toitepumbale töötamiseks. Kui aga ventiilike kiilub kinni või on korrast ära, võib

õhku lasta eelsoojendisse käsitsi kraani (H) abil. Surve kontrolliks eelsoojendi vee-imiruumis on kraani (H) juures manomeeter, surve kontrolliks eelsoojendi segunemiskambris — manovaakuummeeter ja kaitseventiil.

98. Schmidt'i eelsoojendi.

See eelsoojendi töötab kas katlaauruga või auruga peamasinalt või abimehhanismidest. Ta on kujutatud joon. 234 püstlõikes ja koosneb silindrilisest malmkerest (1), paksust malmpõhjast (2) ja kumerast kaanest (3). Eelsoojendi töötab surve all ja on seepärast varustatud kaitseventiiliga (4). Kere on väljast varustatud isolatsiooniga (5). Eelsoojendis sisalduvad: vasest kesktoru (6), mida mööda aur tuleb eelsoojendisse, mõned vasest spiraaltorud (madustikud), mis moodustavad aparaadi veeruumi.



Joon. 234.

Aur tuleb mööda toru (8) tsentraaltorusse (6), millest väljudes täidab eelsoojendis asuva aururuumi (9). Kondenseeruv aur korjub aparaadi põhja ja puhutakse välja põhjas asuva ava (10) kaudu.

Vesi tuleb mööda toru (11) altpoolt, tungib alumisse ringilisse ruumi (18), millest voolab laiali kõikide madustikkude (7) kaudu ja

tõustes ülespoole korjub ülemisse ringilisse kambrisse (13), millest voolab toru mööda (14) katelde juurde. Kraan (13) kaanel on õhu eemaldamiseks eelsoojendist. Vee eelsoojenduse temperatuuri mõõdetakse termomeetri (16) abil.

99. Regeneratsioon.

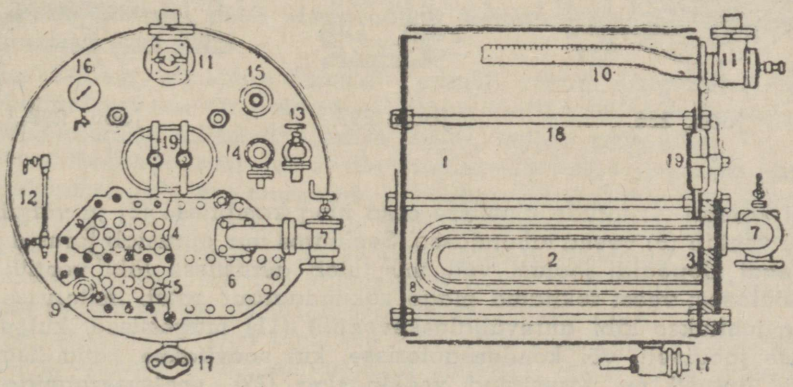
Suur osa nüüdisaja aurumasinate, eriti aga auruturbiinide seadmeid kaldaasutistes töötavad nn. regeneratiivse tsükli järgi, s. o. auru soojuse ärakasutamisega, mida võetakse masina vaheastmetest toitevee (kondensaadi) soojendamiseks, mis läheb kateldesse; samaks otstarbeks kasutatakse ka harilikult ežektorite, abimehhanismide jne. auru.

Regeneratiivse tsükli rakenduse kasulikkus baseerub sellel, et äravõetava auru soojust (see aur moodustub 10 kuni 20% kogu aurukulust) kasutatakse ära täielikult, ühes arvatud auru peidetud soojus.

100. Aurustid.

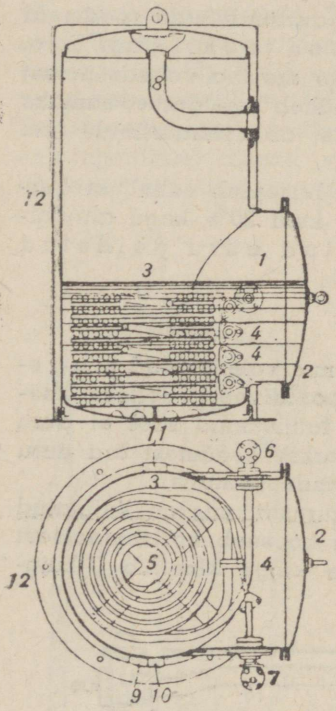
Toitevee kadude korvamiseks on aurustid, mis valmistavad magedat vett katelde jaoks soolasest ülepoordiveest. Selleks keedetakse viimast, mistõttu ta aurustub. Vees lahustunud sool ei auru ja jääb aurustisse, sellal kui mage vesi juhitakse seadmest ära auru kujul, mis siis jahutatakse kas pea- või abikondensaatoris.

Kaubalaevades võib sageli näha Weir'i aurustit, mis on kujutatud joon. 235 pikilõikes ja vaates eesküljest. Ta koosneb horisontaalsest silindrilisest kerest (1), mille alumise kaane külge kinnitub U-kuju-

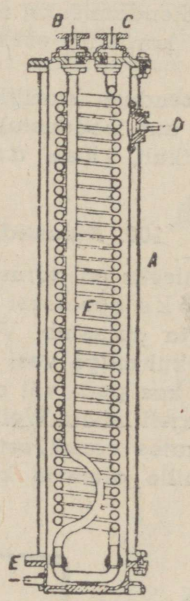


Joon. 235.

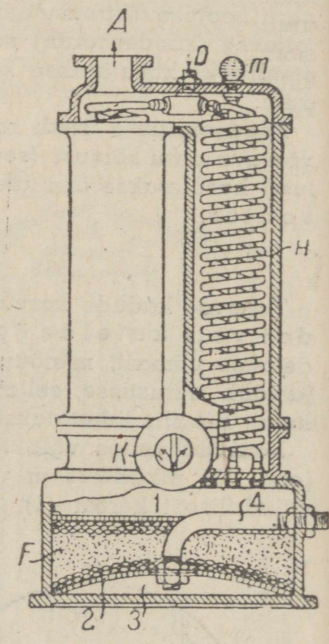
liselt painutatud torude (2) patarei. Torud on asetatud karpi (3), mis kinnitub aurusti eesotsas põhja külge poltidega ja on jagatud horisontaalse vaheseinaga kahte kambrisse (4) ja (5) selliselt, et torude ülemised otsad on ühendatud kambriga (4), alumised aga kambriga (5). Karp on eestpoolt suletud kaanega (8). Primaar-(aurustav) aur tuleb torude ülemisse ossa läbi ventiili (7) ja tungib



Joon. 236.



Joon. 237.



Joon. 238.

läbi kambri (4) torude alumisse ossa ning kambrisse (5) ja väljub siis läbi ventiili (9) veena jahutajasse. Seejuures aur aurustab torusid ümbritsevat ülepoordi soolast vett, mis tuleb aurustisse läbi ventiili (13).

Soolasest veest tekitatud mage sekundaaraur satub imitorusse (10) ning juhitakse läbi auruväljalaskeventiili (11) magestisse, kui soovitakse joogivett, või kondensaatorisse, kui soovitakse katla lisatoitevett. Aurusti on varustatud veeklaasiga (12), soolsuskraaniga (14) kaitseventiiliga (15), manomeetriga (16) ja alumise läbipuhukraaniga (17).

Aurusti põhjad on seotud omavahel viie pika silindrilise sidepoldiga (18). Pääseluuk (19) on jahutis sisemiseks järelevaatuseks. Karbi (3) võib välja võtta ühes torudega nende puhastamiseks katlakivist. Weir'i aurusteid on olemas ka vertikaalseid.

Joon. 236 on kujutatud Krug'i aurusti. See koosneb kokkuneeditud punasest vasest silindrilisest kerest (1) silindrilise toruotsaga, millele küljelt kinnitub poltidel kaas (2). Keres asuvad viis punasest vasest madustikku (spiraaltoru) (4), mis on ühendatud omavahel äärikutega. Madustikkude vahele on asetatud ristrestid (5). Madustikkude ülemine ja alumine ots kinnituvad kere külge ja on ühendatud katla auruventiiliga (7) ning heitaurutoruga. Aurusti peale on monteeritud sekundaarauru imitoru (8), kerel on avad (9), (10) ja (11), millede külge on kinnitatud veeklaas, toiteventiil ja läbipuhukraan. Aurusti kere on ümbritsetud asbestvoodriga ja kaetud terasplekiga (12).

Aurusti töötamisviis seisneb selles, et soolane ülepoordivesi tuleb aurustisse läbi toiteventiili (11) ning aurustub selles madustikus oleva primaarauruga. Soolasest veest tekkiv mage sekundaarauru väljub mööda toru (8) jahutisse. Vesi pumbatakse aurustisse selleks eriliselt määratud väikese pumba abil ning veepind (3) aurustis hoitakse veidi kõrgemal madustikest. Kuna aurustis hoitakse sekundaarauru survet umbes 4 atü, siis on ta varustatud kaitseventiiliga, mis võib avaneda automaatselt ja ka käsitsi.

Krug'i süsteemi aurusti juures kasutatakse aurustist eraldi olevat toitevee eelsoojendit. Selline eelsoojendi on kujutatud joon. 237. Ta koosneb silindrilisest punasest lehtvasest kerest (A) pronksäärikutega, millede külge kinnituvad pronksist valatud kaas ja põhi. Eelsoojendi küljes on 4 toruotsa — (B), (C), (D) ja (E). Mööda toruotsa (C) tuleb primaarauru, mis on juba läbistanud aurusti madustiku, voolab eelsoojendi spiraaltorusse (F), mille läbistades väljub toruotsast (B). Külm toitevesi tuleb sisse mööda toruotsa (E) ning soojenenult väljub toruotsast (D).

Joon. 238 on näidatud Kirkald'i aurusti, osalt külgvaates, osalt vertikaallõikes; see on paksude seintega vertikaalne silinder, mis on kruvitud alumise silindrilise karbi külge, milles asub filter.

Aurusti sekundaarauru tuleb läbi ventiili (D) kahte punasest vasest spiraaltorusse (H), kondenseerub spiraaltorusid ümbritsevast külmast veest ning tilgub mageda veena alumisse karpi. Jahutusvesi pumbatakse altpoolt torusse (K), mis läibstades kogu aparaadi väljub ülalt toruotsast (A). Vee ja auru vastupidine vool soodustab paremat soosoojuse ülekandumist aurult ja selle kondenseerumist veeks.

Filter, mis on ehitatud alumisse karpi, koosneb kahest vasksõelast (1) ja (2), millede vahele on asetatud kondisüsi. Auru kondensatsiooni tõttu tekib madustikus ja ülemise sõela peal hõrendatud ruum; sellepärast imbub läbi õhuventiili (m) sisse õhku, mis seguneb veega.

Mage vesi läbistades filtri (F) puhastub ja valgub ruumi (3), kust pumbatakse mööda toru (4) joogivee sisterni.

Auruventiili (D) karpi on asetatud sõel, selleks et hoida kinni auruga kaasatoodud võõrkehad, mis võivad ummistada madustiku. Ventiili (D) avamist reguleeritakse nii, et läbi klapi saaks alati sisseimetud õhku, mis küllastaks vajalisel määral joogivett hapniku ja süsihappegaasiga.

101. Magestid.

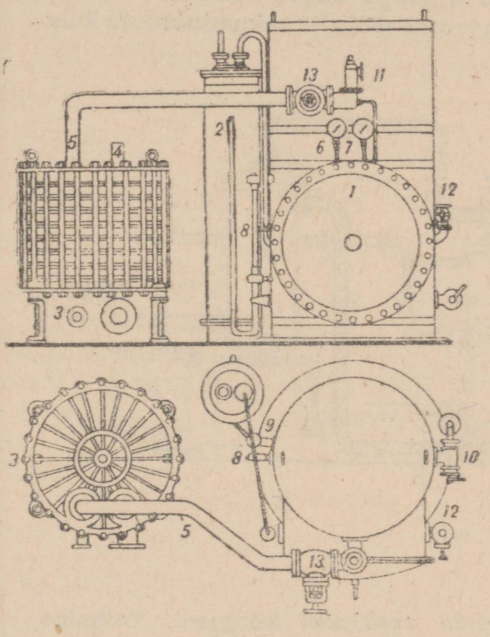
Joon. 239 on kujutatud Krug'i süsteemi magesti terve komplekt, mis koosneb aurustist (1), eelsoojendist (2) ja jahutist (3), milles sekundaaraur kondenseerub joogiveeks. Jahuti seade esineb üksikasjalikult joon. 240. See koosneb mitmest taldrikust (B), mis on asetatud üksteisele ja kinni tõmmatud poltidega. Taldrikute vahele on asetatud vasest, tinutatud kettad (A), mis on varustatud ülalt- ja altpoolt papist vahelehtedega. Jahutaja taldrikud on valatud pronksist ja jahutusvee tee pikendamiseks on nad varustatud kontsentriliste ja radiaalsete ribidega, mis moodustavad labürindilisi vaheruume (a), mida mööda vee läbikäik on näidatud nooltega.

Igas taldrikus on tehtud ruumid (c), (e), (d) ja (g). Nendest ühinevad (c) ja (d) taldrikute ülemiste ruumidega, (e) ja (g) aga — alumistega. Ketastel (A) on vahelduvad avad: kord vastu keskmisi ruume (e) ja (d), kord vastu äärmisi — (c) ja (g). Nooled (b) ja (e) näitavad: esimene — vee- ja teine aurukäiku. Jahutusvesi tuleb soolase-vee-pumba juurest mööda toruotsa (B) alumise taldriku alumisse poolde, läbib kõik ruumid ribide vahel, läheb ruumi (e) ja kettal (A) oleva ava kaudu järgmise taldriku alumisse ruumi jne., tõuseb uhtudes ja jahutades järjekorras taldrikute alumisi pooli kuni ülemise ääreni ja väljub torust (4) (joon. 239).

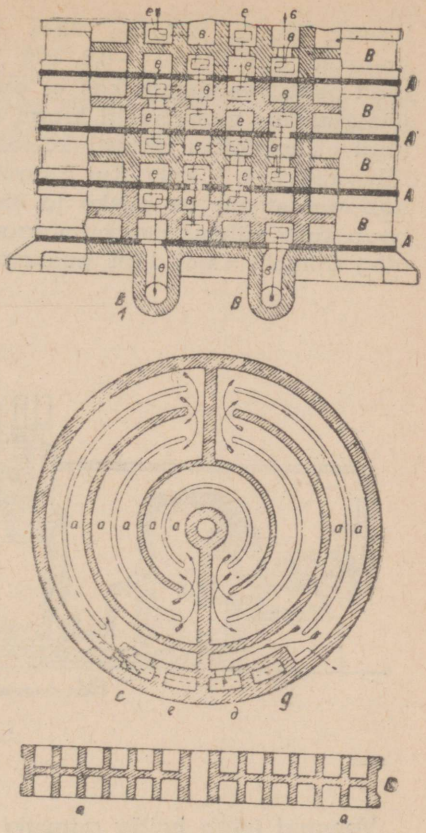
Sekundaaraur tuleb aurustist mööda toru (5) ülemise taldriku ülemisse poolde, läbib nooltega joon. 240 näidatud taldriku ribivahelised ruumid ja jookseb läbi ruumi (d) ja kettas (A) oleva ava järgmise taldriku ülemisse poolde jne., seejuures aur, kohates taldrikute külmi pindu jahutub ja kondenseerub joogiveeks, mis väljub torust B_1.

Et aur ja vesi liiguvad teineteise suhtes vastupidiselt, saavutub jahutuse ühtlus.

Joon. 239 on aurustil kujutatud veel: (6) ja (7) — primaar- ja sekundaarauru manomeetrid, (8) — veeklaas, (9) — tõsteventiil, (10) — läbipuhuventiil, (11) — kaitseventiil, (12) — primaarauru- ja (13) sekundaarauruventiil.



Joon. 239



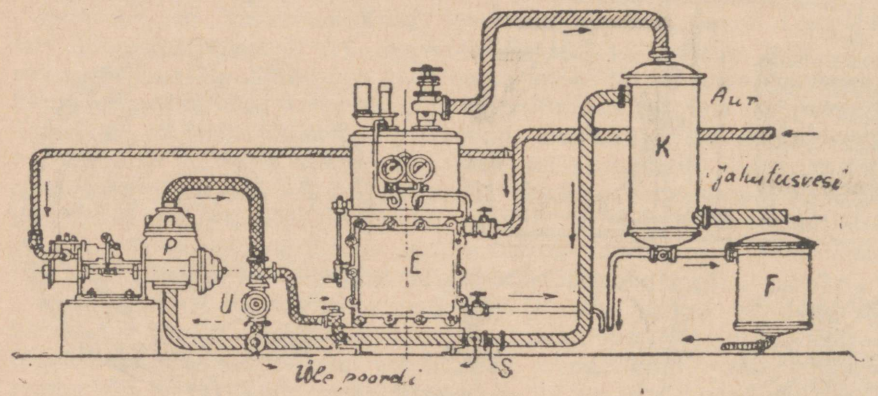
Joon. 240

Peale soolase-vee-pumba, mis uhab aurusti ja jahuti taldrikuid, on seadmel veel magevee- või joogivee-pump, mis pumpab magestatud vee jahuti joogivee-sisternidesse.

Joon. 241 on näidatud vee magestiseade kokkumonteeritult. Seade koosneb aurustist (E), magestist (K), soolase-vee-pumbast (P), filtrist (F), magevee-pumbast, mis joonisel pole näidatud, ja neid aparaate ühendavaist osadest. Magesti (K) saab sekundaarauru arustist (E). Soolane jahutusvesi, läbides magesti, läheb pumba (P) juurde, mis pumpab osa vett aurustisse (E), üleliigne vesi aga suundub läbi ventiili (U) ülepoordi. Magestatud vesi jookseb magesti filtrisse ja pumbatakse viimasest magevee-pumbaga joogivee-sisterni.

Et magesti-seade annaks joomiseks kõlblikku vett, peab tal olema õige järelevalve. Peab jälgima, et sekundaarauru surve hoiduks üht-

lasena, muidu kistakse ühes auruga kaasa soolane vesi. Surve hoitakse aurustis 0,5—0,8 atm., magestis aga 0,2—0,3 atm. Aegajalt peab veenduma, kas ei anna aurusti soolast vett. Sel otstarbel ühendatakse manomeetri kraan atmosfääriga ja väljuva auru värvuse järgi otsustatakse aurusti korraliku töö üle: väljuv aur peab olema läbipaistev, s. t. kuiv. Kui kraanist väljub piimavärvi auru, siis tähendab see, et aur on niiske ja kisub enesega kaasa soolast vett; siis peab kohe vähendama primaarauru juurdevoolu ja sekundaarauru kulu ning aurustit veidi läbi puhuma.



Joon. 241

Veepind tuleb hoida aurustis poole veeklaasi kõrgusel. Toitmine peab olema ühtlane. Iga poole tunni tagant peab aurusti läbi puhuma soolsuskraanist, seejuures toitmist mitte katkestades. Kui aurusti puhutakse läbi alumisest läbipuhust, siis katkestatakse selleks ajaks toitmine.

Kord vahis katkestatakse toitmine, puhutakse aurusti kuivaks, seejuures mitte katkestades primaarauru juurdevoolu aurustisse; siis aga täidetakse vähehaaval aurusti veega kuni normaalse kõrguseni. Madustiku kiirest jahutusest tõmbuvad torud tugevasti kokku ja nad vabanevad seetõttu katlakivist.

Pärast kolme-viit ööd-päeva pidevat töötamist peab aurustit puhastama. Selleks avatakse ta kaas, võetakse välja madustik ja klopitakse sellest katlakivi haamriga maha, ühtlasi puhastades aurusti sisemust.

Joogivesi peab olema täiesti puhas ja küllaldaselt sisaldama õhku, sest muidu on ta maitse ebameeldiv. Õli, mis on sattunud magestatud

vette, annab sellele samuti ebameeldiva maitse, seepärast ei või kasutada sekundaarauruna katlaauru, kuna see sisaldab õli ja teisi mustusosakesi. Magestatud vee täieliseks puhastamiseks õlist, mis võib sattuda vette läbi toitepumba topendi, kasutatakse, nagu nägime, filtreid. Värskelt magestatud vett ei pea võtma kohe tarvitusele, sest sel on keedetud vee maitse, vaid peab ootama, et ta küllastuks tangis õhuga.

KOLMETEISTKÜMNES PEATÜKK.

Õlitamine.

102. Üldist.

Liikuvate masinaosade õlitamise olu ja vajadus seisneb järgmises. Vaatleme laagris pöörlevat võlli. Õigel ja küllaldasel õlitamisel ei tohi võllimetall puudutada vahetult laagrimetalli. Nende vahel moodustub õhuke määrdeainekiht, mis väldib kahe hõõrduva pinna otsest kokkupuutumist.

Jagame mõttes selle õlikihi suureks arvuks üksikuiks kontsentrilisteks kihtideks. Õli kleepumise tagajärjel kleepub esimene neist kihtidest ja nimelt kõige lähem laagri vooderdusele ning tema kiirus osutub nulliks, s. t. ta jääb liikumatuks. Samuti kiht, mis lasub võllil, kleepub sellele ja pöörleb maksimaalse kiirusega, mis võrdub võlli ringkiirusega. Üleminek liikumatust olekust maksimaalse kiiruseni peab toimuma vähehaaval ehk teisiti öeldes — kõik kontsentrilised õlikihid omavad erinevaid kiirusi ja järelikult hõõrduvad üksteise vastu. See asjaolu on väga tähtis, kuna seejuures metallosade hõõrdumist üksteise vastu välditakse täielikult ja asendatakse õli osakeste omavahelise sisehõõrdumisega.

Masinate määrimine peab vastama järgmistele algnõuetele: (1) vähendama hõõrdetööd liikuvates osades ja masina energia kulu sellele; (2) vältima masina hõõrduvate metallosade kulumist, asendades metallosade hõõrdumise õliosakeste omavahelise sisehõõrdumisega; 3) vältima hõõrduvate osade soojenemist, mis tekib suure hõõrdetöö tulemusena, kuna see muutub soojuseks.

Hõõrdejõud võrdub normaalse (perpendikulaarse) survega hõõrduvale pinnale, korrutatud hõõrdeteguriga:

$$F = f \cdot N \text{ kg.}$$

Hõõrdetegur (f) on hõõrduvate pindade materjali ja seisukorra jaoks konstantne ehk alaline suurus, mis on antud käsiraamatutes. Näiteks perioodilisel määramisel on hõõrdekoefitsient terasvõllide jaoks pronkslaagrites võrdne 0,07, alalisel õlitamisel aga (surve all) kõigest 0,02—0,03.

Hõõrdetöö võrdub

$$T = F \cdot s \text{ kgm},$$

kus F on hõõrdejõu (kg-des), (s) — hõõrdejõu läbikäidud teepikkus (meetrites).

Laagrites hõõrdejõu tee kujutab ringi ja ühe tiiru vältel võrdub ($2\pi R$), kus (R) on võlli kaela raadius; järelikult on hõõrdetöö võlli ühe tiiru vältel

$$T = 2\pi \cdot R \cdot F \cdot = 2\pi \cdot R \cdot f \cdot N \text{ kgm},$$

ühes sekundis aga:

$$T_s = \frac{2\pi \cdot R \cdot f \cdot N \cdot n}{60} \frac{\text{kgm}}{\text{sek}},$$

kus n. — tiirude arv minutis, N — perpendikulaarne surve hõõrduvale pinnale. Kuna 1 kgm on ekvivalentne (vastav) 1/425 kilokalorile, siis võib kirjutada:

$$Q = \frac{2\pi \cdot R \cdot f \cdot N}{60 \cdot 427} \text{ kcal},$$

s. o. hõõrdetööd võib väljendada soojuse ühikutes — kalorites. See soojusehulk, kui ta ei jõua haihtuda ümbritsevasse ruumi, hakkab soojendama laagrit, mille tõttu viimane nõuab jahutamist.

Valemist on näha, et soojus, mida eritab töötav laager, on võrdeline võlli tiirude arvuga (n) ja survega (N) laagrile. Seepärast peab tugevalt koormatud ja kiirkäiguliste masinate laagreid tingimata jahutama kunstlikult.

Masinate ja mehhanismide liikuvate osade õige määrimine osutub üheks kõige tähtsamaks järelevalve-meeskonna ülesandeks. Kuidas teostatakse määrimist ja milliseid õlisorte selleks kasutatakse, sellest oleneb ka masinaosade teenistuse iga ja nende ekspluatatsioonikulud.

Õige määrimise peatingimused on: 1) ainult nende õlisortide kasutamine, mis kõige enam vastavad masinaosade töötingimustele; 2) osade määrimine ei pea olema liiga rikkalik, kuid siiski küllaldane, et kaitsta neid soojenemise ja kulumise eest.

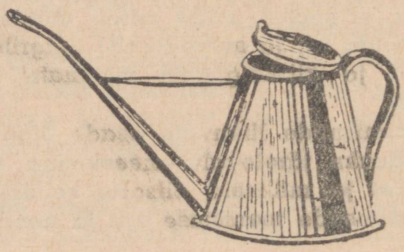
Määrimine toimub mitmel viisil. Liikumatute laagrite õlitamine toimub harilikult üksikute õlitooside ja tahtide abil. Ülekandemehhanismi ja siibriseadme õlitamine toimub kas käsitsi või mööda erilisi torusid tsentraal-õlitorustikust. Väntvõllides kasutatakse vahel tsentrifugaalmäärimist. Kasutatakse ka surveõlitamist, s. t. et õli surutakse ühtlaselt ja alaliselt kindlal hulgal õlituskohtadele. Laevamasinates kasutatakse surveõlitamist silindrite ja siibrikarpide sisemiseks õlitamiseks. Selleks õlitamisviisiks vajalised seadised jagatakse *mehaanilisteks*, milledes õli surutakse välja nagu pressist, ja *impermeaatoriteks*, milledes õli tõrjutakse seadisest välja veega.

103. Käsi-õlikannud.

Käsi-õlikannud, mis on kujutatud joon. 242 ja joon. 243, on tehtud plekist. Joonisel 243 kujutatud õlikannu kasutatakse õli valamiseks taht-toosidesse, lubrikaatoritesse ja muudesse õliseadistesse. Õlikann joonisel 242 on masina liikuvate osade määrimiseks käigul. Tal on kitsas pikergune kuju, on varustatud pika nokaga ning on ülalt tihedalt kinni vindilise korgiga, nii et õli võib kannust välja joosta ainult sõrme vajutamisel õhuklapile.



Joon. 242



Joon. 243

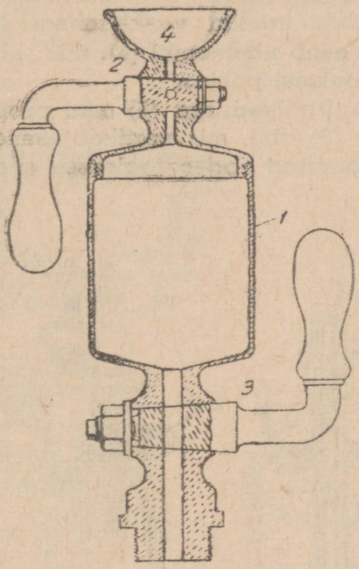
Määrija, hoides õlikannu käepidemest, õõtsutab seda taktis määritava osa liikumisele, sealjuures sellest õli mitte välja lastes seni, kuni pole sattunud õlikannu nokaga masina liikuva osa õlijuhtimisauku; siis surub ta sõrmega õhuklapile ja õlitab. Sel viisil väldítakse asjatut õlikulu, mis muidu voolaks kõrvale, kuni määrija pole sattunud õlikannu nokaga õlitamisavasse.

104. Lubrikaatorid.

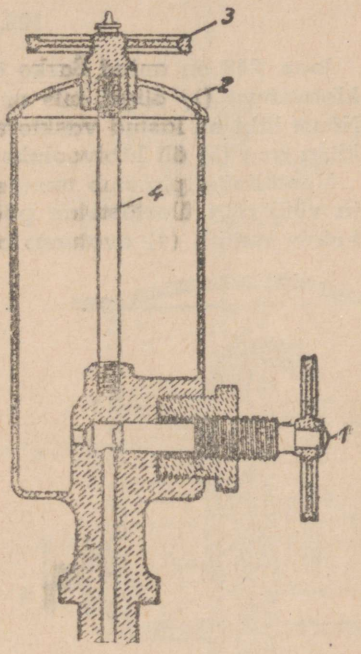
Lubrikaatorid on üksikud õlitoosid, mis sageli asetatakse silindrite ja siibrikarpide kaantele masina sisemiseks määrimiseks, ehkki, nagu varem selgitatud, seda määrimist peab vältima või kasutama võimalikult piiratult.

Lubrikaator on kujutatud lõikes joon. 244. Ta koosneb pronksist valatud õõnsast kerest kahe kraaniga (2 ja 3) ning keerdub oma alumise lõikelise osaga silindri või siibrikarbi kaande, omades ülal väikest trehtrit (4) õli sissekallamiseks.

Lubrikaatori täitmiseks suletakse alumine kraan ja avatakse ülemine, siis suletakse ülemine ja avatakse alumine. Aur tungib lubrikaatorisse ja tõrjub vähehaaval õli välja silindrisse.



Joon. 244



Joon. 245

Joon. 245 on kujutatud veidi teist ehitusviisi lubrikaator külgnõelventiiliga (1), mis lubab reguleerida õlihulka. Enne täitmist õliga keeratakse kinni nõelventiil, sulgedes sellega õli väljumise lubrikaatorist, siis keeratakse lahti kaane (2) käsiratta (3) abil, mis istub varrel (4).

105. Õlitoosid tahiga.

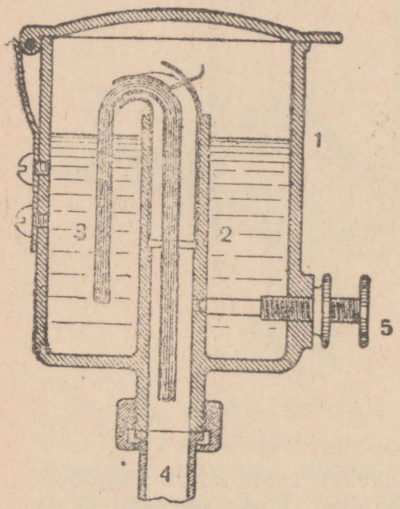
Need asetatakse peamiselt raam- ja tugilaagritele. Selline õlitoos on kujutatud joon. 246, tema taht aga joon. 247. Käesoleval juhul on valgevasest toosi (1) kere tehtud eraldi-kaanega ja omab sise-

mist toru (2), millesse on pandud taht (3) kokkukeeratud villastest või puuvillastest niitidest. Kui on vajalik laagri õlitamine, pistetakse taht traadi (2) abil (joon. 247) torusse (2) (joon. 246). Õli kallatakse toosi allapoole toru (2) ülemist otsa. Kapilaarsuse tõttu tõuseb õli mööda tahti ja voolab aeglaselt mööda toru (4) hõõrduvale pinnale. Kui osutub tarvilikuks lasta torusse (2) õli suuremal hulgal, avatakse nõelventiil (5).

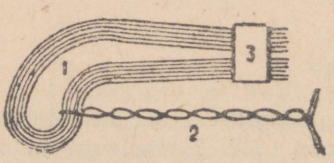
106. Šarko õlitoosid.

Joon. 248 on antud Šarko õlitoosi lõige ja välisvaade. See koosneb klaasnõust (1) õliga, mis on ülalt tihedalt kaetud vaskkaanega (2). Nõust läbi on lastud vasktoru (3), milles asub nõelventiil (4), mis suleb kitsa ava (5) õli läbivooluks õlitoosi pronksist põhjas.

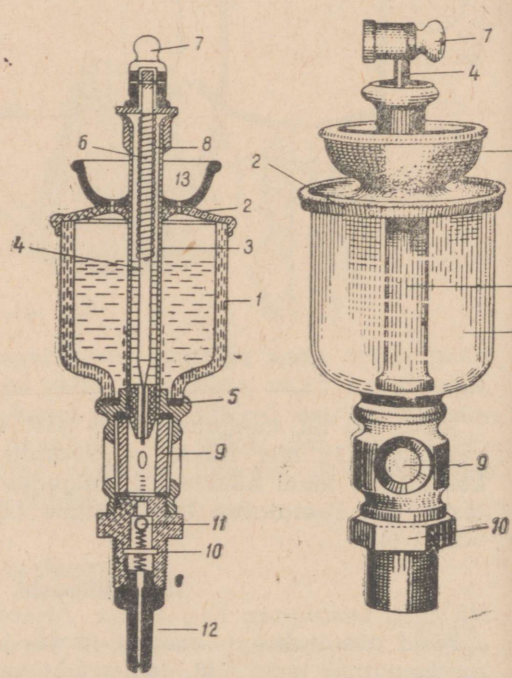
Ventiilinõel pigistub temale asetatud spiraalvedruga (6) oma pesale ja võib olla ülestõstetav pöörduva pea (7) abil, mis vertikaalasendis hoiab ventiili (4) avatuna; olles aga pööratud horisontaalsesse asen-



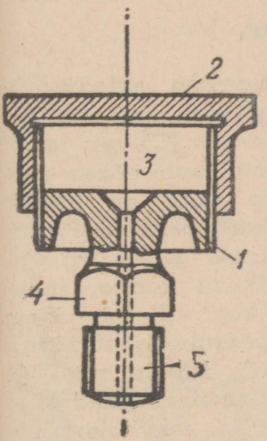
Joon. 246



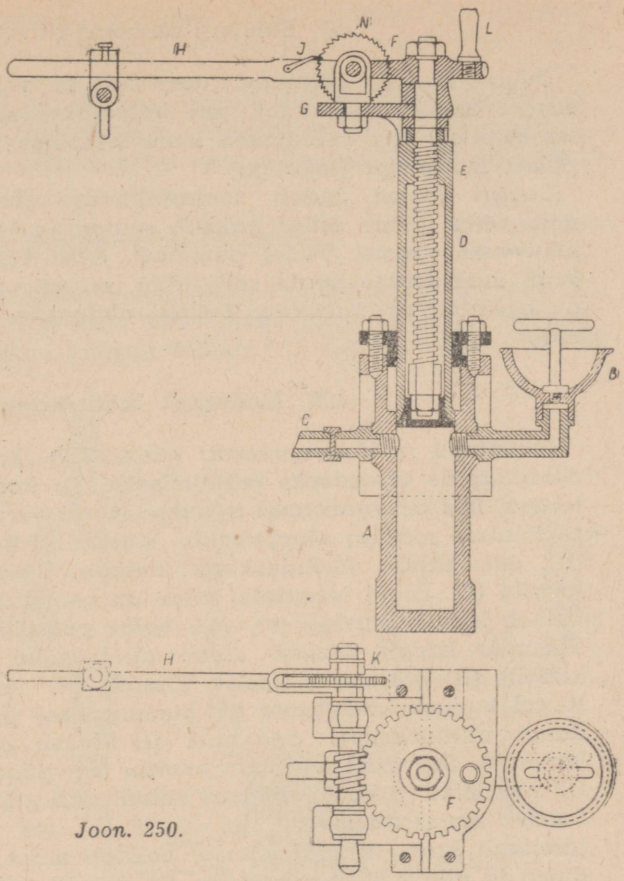
Joon. 247



Joon. 248.



Joon. 249.



Joon. 250.

disse, laskub nõel-ventiil alla ning ava sulgub. Ventiili avamise suurus, järelikult ka õli hulk, reguleerub mutri (8) keeramisega: mida kõrgemale see on tõstetud, seda enam on avatud nõelventiil. Õlitoosi põhja ülemises osas on otstükk õli väljavooluks, keskmise osa väljalõigetesse on asetatud kontrollklaas (9) ning alumisse ossa on sisse keeratud teine otstükk (10) keraventiiliga (11); see on koormatud kerge vedruga, mis ei luba aurul tungida õlitoosi.

Õlitoosi kaas on kahekordne; selle alumine osa (2) on liikumatu ja kergelt kumer, ülemine osa (13) on kausikujuline ja võib pöörelda toru (3) ümber. Mõlemal osal on avad, mis kausi (13) keeramisel omavahel ühtivad. Sellises asendis kallatakse toosi õli läbi ülemise kausi (3), siis aga keeratakse see nii, et avad sulguksid.

107. Staufer'i õlitoosid (tavotitoosid).

Selline toos on kujutatud joon. 249. Ta valatakse harilikult pronk sist ja omab otstükki (5), mis keeratakse sisse määritavasse osse väljastpoolt aga keeratakse kinni kaanega (3) ja täidetakse sees paksu määrdega (tavotiga).

Laagri soojus andub soojusjuhtivuse tõttu edasi tavoti-toosile mille tõttu määre selles hakkab sulama ja jookseb aeglaselt määret juhtivasse avasse. Vahel pannakse toosi vaskketas, mis surub alaliselt määrdeaine peale selle tõttu, et ketta ja õlitoosi kaane vahele on asetatud spiraalvedru. Selline ehitusviis teeb määrimise kindlamaks.

108. Mollerup'i määrdeaparaat.

Mollerup'i määrdeaparaati (joon. 250) kasutatakse silindrite ja siibrikarpide sisemiseks määrimiseks. Ta koosneb silindrist (A) imitoruga, mis on varustatud trehtriga (B) ja survetoruga (C), mis tungib peatorusse masina stoppventiili lähedal. Silindris asub õõnes mänt (D), mis läbib tihenduskarpi: mända ülemine põhi on mutriks kruvile (E). Kruvi ülemisele peale on asetatud hammasratas (F); see ühineb lõputu kruviga (e), mis saab pöördliikumise kangi (H) abil. Tõmmitis kangilt ühineb mõne aurumasina liikuva osaga, andes kangile (H) õõtsuva liikumise. Kangil (H) on kael (J), mis kangi tõusul tugineb käristiratta (K) hammastesse ja pöörab lõputut kruvi. Kangi allalaskmisel aga kael (I) libiseb ainult mööda ratta (K) hambaid. Sel viisil antakse kruvile (E) pöördliikumine. Kuna kruvi (E) osa lõike ja kangi (H) pea vahel asub põikrauas, mis hoidub ülal kahest sammasmuhvist, siis kruvi (E) ise edasi liikuda ei saa. Järelikult kruvi (E) pöörlemisel hakkab mänt (D) temast välja keerduma ja alla laskuma, surudes õli silindrist (A) torusse (C).

Aparaadi täitmisel õliga eemaldatakse lõputu kruvi rattast (F), milleks üks tema laagritest nihutatakse kergelt eemale, millejärele mänt käepideme (2) keeramisel tõuseb oma äärmisse ülemisse asendisse. Nihutades ülekandekangil (H) klemmi (näpitsat) (1), võime muuta hammaste arvu, mis haaratakse kiilust (J) ja järelikult võime reguleerida õli hulka.

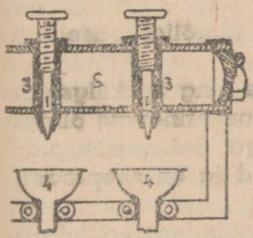
109. Tsentraalne õlitorustik.

Tsentraalne õlitorustik on näidatud joon. 251. See koosneb pikast neljakandilisest lehtvasest tehtud õlitoosist (2). Õlikarpi on pandud muhvid (3) avadega all; muhvidesse on keeratud nõelventiilid (1). Ventiilide avamisel (nende väljakeeramisel) tilgub õli trehtritesse (4).

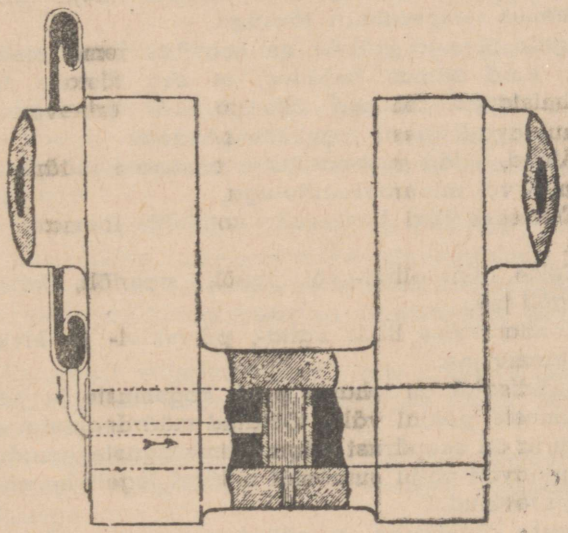
milledest ta juhitakse masina liikuvate osade juurde. Õli andmine on siin nähtav langevate õlitilkade järgi; peale selle võib seda reguleerida iga õlitoru jaoks eraldi, nõelventiili enam või vähem välja keerates. Õlikarbi (2) juurde voolab õli harilikult surve all õlisisteemist, kusjuures ühendustoru varustatakse eraldusventiiliga. Iga õlitoru varustatakse osa nimetusega, mille juurde õli juhitakse.

110. Tsentrifugaal-õlitamine.

Tsentrifugaal-õlitamine, mida kasutatakse vahel kiirjooksuliste masinate laagrites, on kujutatud joon. 252. Vända palge külge on kinnitatud rõngakujuline elliptilise lõikega õlitoos (A). Õli juhitakse sellesse



Joon. 251.



Joon. 252.

mööda toru, mis on kinnitatud raamlaagri külge ja pole joonisel näidatud. Tsentrifugaaljõu mõjul visatakse õli masina töötamisel radiaalselt väljapoole ja ta satub toru mööda esmalt kanalitesse, mis on puuritud vända kaela, sealt aga edasi vändalaagrisse.

Valik ja nõuded määrdeaineile. Masinate hõõrdumispindade vahetu kokkupuutumine üksteisega põhjustab nende töös tugeva hõõrdekao, mille vähendamiseks täidetakse vaheruum pindade vahel määrdeainega.

Määrdeaine otstarve on — vältida tööpindade vahetut kokkupuutumist, mille tõttu masina töös esineb vaid määrdeaine osakeste sisemine hõõrdumine, mis on paljukordselt vähem.

Siit selgub, et määrdeõli ei tohi välja pigistuda vaheruumidest tööpindade vahelt isegi tugeva surve puhul; s. o. õli peab olema küllalt sitke, mille tõttu ta omab ka võrdlemisi suurt sisemist hõõret; teiselt poolt peab õli võimalikult väikese hõõrdekao saavutamiseks omama võimalikult väikest sisemist hõõret. Sellepärast peab määrdeaine valikul vastava masina jaoks, olenedes survest hõõrdumispindadele, alati kindlaks määrama minimaalse lubatava sitkuse suuruse määritavate pindade normaalse temperatuuri puhul, kusjuures: mida suurem on surve laagrile, seda sitkemat õli tuleb määrimiseks kasutada. Samuti peab rakendama sitkeid õlisid juhtumeil, kus tööpind on kõrge temperatuuri mõju all, kuna määrde sitkus väheneb temperatuuri tõusuga.

Igale masina tüübile on soovitav tema omadustele vastav eriline õli, kuid silmas pidades, et see tõstaks tugevasti õlide hinda, valmistavad tehased õlisorte, mis erinevad sitkuselt ja üldiselt rahuldavad täiesti tegelikke nõudeid.

Ained, mida rakendatakse masinate määrimiseks, on kas looma-, taime- või mineraalpäritoluga.

Esimesse liiki kuuluvad: kondiõli, loomarasv, searasv, lambarasv jne.

Teise liiki: oliivi- või puuõli, naeriõli, kastoorõli, palmiõli, puuvillaõli jne.

Kolmandasse liiki: nafta-, põlevkivi- ja kivisöe toorõlid, vaseliin, naftarasv jne.

Nüüdisajal on tehaste poolt kogemuste ja katsete ning igakülgsete uurimuste põhjal välja töötatud määrdeaineid, mis on erinevate õlide segu ja on seepärast väga mitmesuguste omadustega. Sellised segud rahuldavad palju suuremal määral tegelikke nõudeid ja on seepärast väga levinud.

Suure tähtsusega on määrdematerjali sordi õige valik igal eri juhul määrde õige valik tagab määritavate masinaosade parimat säilitamist ja hõõrdekadude vähenemist.

Peamised omadused, mida nõutakse määrdeõlidelt, on:

1. Suur määrimisvõime, s. t. määrdeaine peab vähendama töötavate pindade hõõrdetakistuse minimaalseks.

Mida vedelam on määrdeaine, seda väiksem on määrimisvõime, kuna ta surutakse siis kergemini välja liuglevatest pindadest, õlikihi paksus on seega väiksem ja hõõrdetakistus suurem. Määrdeaine kergema väljapressimise tõttu suureneb soojaksjooksmise oht.

Mida vedelam on kasutatav määrdeaine, seda enam teda üldiselt kulub.

Mida suurem on pinnaühikule tulev surve ja mida väiksem on töötavate pindade liugkiirus, seda paksem võib olla kasutatav määrdeaine.

Teiselt poolt ei tohi väikese pinnasurve ja kõrge liugkiiruse puhul määrdeaine olla nii vedel, et ta liiga kergesti ära viskuks liugpindadelt.

2. Võimalikult suur muutumatus. Määrdeõli ei tohi õhus kuivada ega pigituda. Soodustab seda soojus ja tolm. Sellistelt õlidelt, mida kasutatakse kolbide ja siibrite määrimiseks, on nõutav, et nende süttimistemperatuur oleks palju kõrgem aurumistemperatuurist. Õli ei tohi tema kasutamise temperatuuris auruda ega tekitada kergestisüttivaid gaase.

3. Happevabasus. Taimeõlid ja loomarasvad sisaldavad sageli väävelhapet, mis sööbib liugpinda. Mineraalõlid on harva hapetsisaldavad.

Rasvades ja taimeõlides sisalduvad või tekkivad orgaanilised happed on vähem ohtlikud.

Et tõestada mineraalhapete sisaldust, loksutatakse hästi läbi väike hulk õli ühes keedetud veega, millele on lisatud veidi lakmustinktuuri, ja lastakse seista. Kui ülesujunud veekiht värvub seejuures punaseks, siis sisaldab õli hapet.

4. Täielik puhtus mehaanilistest lisanditest: tolmust ja taimekiududest taimeõlides, koksiosakestest mineraalõlides.

Need lisandid rikuvad õli puhtust ja põhjustavad määrdeaparaatide ummistumist. Seepärast tuleb määrdeainetest ja õliriistadest eemal hoida igasugune mustus.

Tahtõlitamise puhul laagritest väljajoosnud õli, mis sisaldab laagritelt mahahõõrutud metallosakesi, võib edasi kasutada ainult teisejärgulise tähtsusega otstarbeks.

Määrdeainete omadusi määratakse kindlaks järgmiste elementidega: erikaaluga, värvusega, läbipaistvusega, sitkusega, leekpunktiga ja süttimistemperatuuriga.

Erikaal määratakse areomeetriga, hüdrostaatilise kaaluga või püknomeetriga.

Õlide värvus võib teataval määral vihjata mitmesugustele tõrva iseloomuga lisanditele ning määratakse kindlaks eriliste aparaatide ja kolorimeetrite abil.

Õlide läbipaistvus võib samuti olla teataval määral nende suurema või väiksema puhtuse näitajaks, kuid seejuures peab silmas pidama, et sogasus võib õlis tekkida ka väikesest niiskusest.

Õlide sitkus määratakse kindlaks teatava õlihulga väljajooksmise aja järgi läbi ava erilistes aparaatides, mida nimetatakse sitkusmõõtjateks ehk viskosimeetriteks. Sitkus väljendub arvuga,

mis näitab, mitu korda enam aega on nõutav teatava õlimahu väljavoolamiseks võrreldes veega, samades tingimustes.

Suurimat levikut omab nn. Engleri viskosimeeter. Õli sitkuse tundmine on eriti tähtis, kuna see iseloomustab üldiselt õlide sisemise hõõrdumise suurust.

L e e k p u n k t i k s nimetatakse temperatuuri, milleni peab soojenema õli, et leegi lähendamisel õliaurud süttiks.

S ü t t i m i s t e m p e r a t u u r i k s nimetatakse seda temperatuuri, milleni peab soojendama õli, et see süttiks ja jätkaks põlemist. Leekpunkt määratakse kindlaks Brenken'i, Abel-Pensky', Martens-Pensky' jt. seadeldiste abil, süttimistemperatuur Marcuson'i jt. aparaatide abil. Tuleohutuse mõttes on soovitav omada kõikide määrdeainete jaoks võimalikult kõrget süttimistemperatuuri.

Õlidelt, mis töötavad laagrites välisõhus, madalas temperatuuris, (näiteks vagunite telgedes), on nõutav madal h a n g u m i s t e m p e r a t u u r (—10° C ja alla seda).

Vähekoormatud masina laagreis kasutatakse määrdeökonoomsuse otstarbel tavotti, vaseliini ja patentmäärdeid, millede sulamistemperatuur peab olema kaunis kõrge (+40° C ja üle selle), kuna vastasel korral nad vedelduksid masinaruumi kõrges temperatuuris ja jookseksid laagreist välja, kulutudes asjatult.

M i n e r a a l õ l i d e k s on mitmed toornafta destillaadid. Nafta esimese destillaadina, erikaaluga 0,784, saadakse bensiin, umbes 4% kaalu järgi destilleeritavast naftast.

Edasi saadakse samal viisil:

erikaaluga alates 0,784 kuni 0,864	33%	petrooleumi,
erikaaluga alates 0,864 „ 0,892	19%	solaaröli,
erikaaluga alates 0,982 „ 0,900	7%	värtnaõli ja
erikaaluga alates 0,900 „ 0,923	20%	masinaõli

jääb . . . . . 3% gudronit
ja 3% kadusid

Gudronist valmistatakse harilikult mitmet sorti silindriõlisid, olenedes auru temperatuurist, milles tuleb töötada. Mida kõrgem on auru surve ja selle temperatuur, seda kõrgemat süttimistemperatuuri ja seda suuremat sitkust peab nõudma silindriõlilt.

M ä ä r d e õ l i d e l i i g i t u s. Määrdeõlide valiku kergenduseks toome alljärgnevalt määrdematerjalide nimistu NSV Liidu naftasündikaadi nomenklatuuri järgi.

Määritavate osade nimetus	Määrdeaine liik	Märkus
I. Peamasinad		
a) aurusilindrid ja siibrid	Viskosiin nr. 3 ja Vapor L.	
b) Raamlaagrid, paralleelid ja liuglejad, kepsulaagrid ja muud liikuvad osad	Masinaõli nr. 2	
	Masinaõli T	
	Solidool	
II. Abimehhanismid:		
1. Pumbad:		
a) silindrid	Viskosiin nr. 3	
b) liikuvad osad . .	Filtreeritud töötanud masinaõli nr. 2 . . .	
2. Dünamo masinad:		
a) aurumasinate silindrid	Viskosiin nr. 3	
b) aurumasinate laagrid ja liikuvad osad		
c) auruturbiinide laagrid	Turbiiniõli T	
d) dünamote laagrid	Voltaõli L	

Tegelikud õlikulu määrad. Tahtõlitusega kolbmasinate määrimiseks tuleb nende normaalsel töötamisel arvestada õlikuluga iga 1000 HJ peale tunnis:

Silindriõli . . . . . 0,04 kuni 0,1 kg.
Masinaõli . . . . . 0,4 kuni 1,0 kg.

Viimane, s. o. masinaõli jaotub peamiselt määrdekohtadele järgmiselt:

a) Peamasin:
Vända laagreile . . . . . 35 %
Kandelaagreile . . . . . 35 %
Ristpealaagreile . . . . . 10 %
Ristpea-liugpindadele . . . . . 5 %
Ekstsentrikuile, kulissidele ja käigumuutmisseadmeile . . . . . 5 %
b) Masina- ja katlaseadmete abimasinaile . . . 10 %

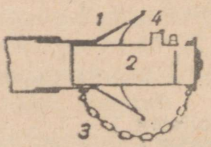
Kokku: 100 %

NELJATEISTKÜMNES PEATÜKK.

Masinatelegraaf ja tiirulugejad.

111. Kõnetorud.

Käskluste ja teadete edasiandmine sillalt masinaruumi toimub kõnetorude ja masinatelegraafi abil. Kõnetorud tehakse valgevase lehtedest või tsinkplekist kokkujoodetuina. Nende juhtimisel väldi-takse nurgelisi pööranguid. Iga toruots on varustatud trehtriga (1) (joon. 253), millesse on asetatud vile (2), mis hoidub kohal ketil (3).



Joon. 253.

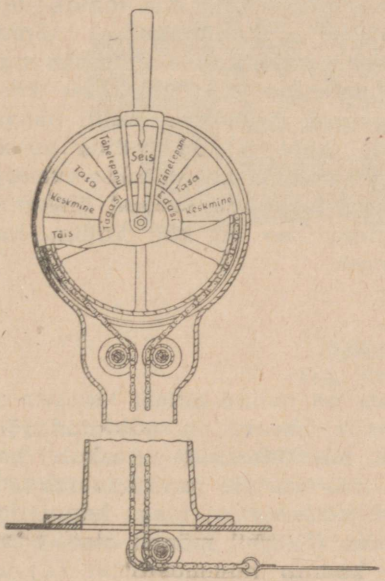
Et juhtida kõnetatava isiku tähelepanu kõne algusele, võetakse vile välja ja puhutakse torru, mille tõttu kostab vile toru teisel otsal. Pärast seda asetatakse vile kohale ja oodatakse tagasivilet, mille saades võetakse vile välja, pannakse kõrv toruotsa vastu ja kuulatakse. Üleantavat käsklust korratakse alati märgiks, et on kuuldud. Näiteks käsklusele „tasa edasi: vastatakse „tasa edasi". Klapp (4), mis vile juures avaneb, annab teada, kust räägitakse, kui on kõrvuti mitu kõnetoru.

112. Masina-telegraaf.

See koosneb kahest ühesugusest seadisest, milledest üks on üle-andja (joon. 254) ja asub samba peal komandosillal, teine aga — vastuvõtja (samasugune), mis kinnitub masinaruumi seinale.

Iga selline seadis on vasest silindriline karp numbrilauaga, millele on märgitud käigumuutmiseks vajalised käsklused. Numbrilaual liigub osuti. Et anda käsklus, pannakse komandosillal telegraafi käepide vajalisele pealkirjale, näiteks „pool edasi". Telegraafi osuti

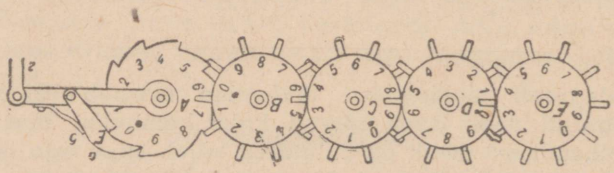
masinas pöördub sellest samuti „pool edasi" peale ning annab seejuures kellaheli, et äratada masinisti tähelepanu. Viimane asetab siis telegraafi käepideme „pool edasi" peale, mille tõttu telegraafi osuti sillal tuleb samuti asendisse „pool edasi". Ka siin pannakse helisema telegraafikell, millest käsuandja sillal veendub, et käsklusest on masinas õigesti aru saadud.


Seis
Tähtsamat
Tõsta
Keskmine
Tähtsamat
Tõsta
Keskmine
Tõsta
Tähtsamat

Oletame, et kang (7) pöördub kellaosuti liikumise suunas: siis ta, tuginedes alumise otsaga seibi (6), tõmbab varda (3) haamriga (9) vasakule, surudes kokku vedru (10), mis on asetatud kronsteini (8) muhvide ja varda õla vahele. Kui hammasratta (1) hammas hüppab maha sõrmelt (5), siis tõukab kokkusurutud vedru (10) varda (3) paremale ning haamer (9) lööb kausikujulise kella vastu, mis on näidatud punktiiris. Vedru (4) on haamri eemale tõukamiseks kellast pärast lööki, et heli tuleks puhtana. Samasuguse ehitusega on telje teisel poolel olev varras (2) haamriga (9), mis töötab telje pöörlemisel vastupidises suunas. Hamba mahahüppamisel sõrmelt tekib heli osuti üleminekul ühelt käskluselt teisele, kuid suuremaks tagamiseks viiakse käepide harilikult kaugemale üle nõutavast käsklusest ja asetatakse siis tagasi nõutavasse asendisse. Ketid asuvad ainult ketastel ja juhtplokkidel; sirgetel kohtadel on kettide asemel jäme traat (joon. 254, 255). Traadi pingutamiseks kasutatakse talreppe (pingutuskruve). Vahel kasutatakse traat-ülekande asemel ülekannet võllidest ja koonilistest hammasratastest; see on küll kallim, kuid parem, sest traat venib välja ja rebeneb.

113. Tiirulugeja.

See aparaat näitab tiirude arvu, mis on teinud masin teatava aja vältel, millal on töötanud lugeja. Selle skeem on näidatud joon. 256. Ta koosneb viiest hammasrattast, mis (paremalt vasakule) vastavad ühtedele, kümnetele, sadadele, tuhandetele ja kümnetuhandetele tiirudele. Hammasratas (A) on käristiratas ning kangi igal õõtsumisel, mis saab liikumise tõmmitsa (2) abil mõnelt otse, edasi-tagasi liikuvalt masina osalt; kiil (E) keerab hammasratast (A) ühe hamba võrra edasi.

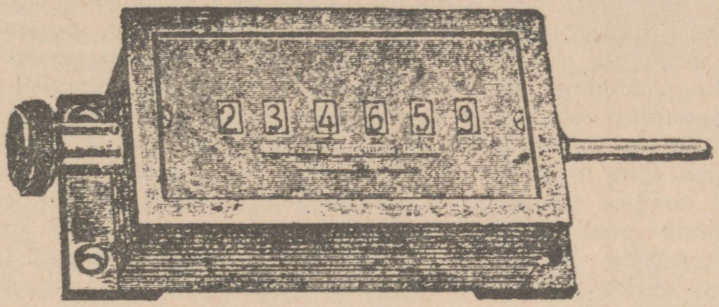


Joon. 256.

Iga ratas omab 10 hammast ja kui hammasratas (A) teeb ühe tiiru, siis samal ajal ratta (A) tihvt (joon. must täpp nulli juures), mis on paralleelne ratta teljega, haarab ratta (B) hambast, millel on samuti kümme hammast, ja pöörab seda 1/10 tiiru võrra. Samal viisil, kui ratas (B) teeb kümme tiiru, ratas (A) aga sada, pöörab ta

1/10 tiiru võrra ratast (C) jne. Hammasrattale asetatud numbrid hüppavad mööda karbi numbrilaua piludest, milledesse on mahutatud seadis (joon. 257), ja näitavad tehtud tiirude arvu.

Tiirulugejal on seade, mis võimaldab asetada kõik hammasrattad nullile.

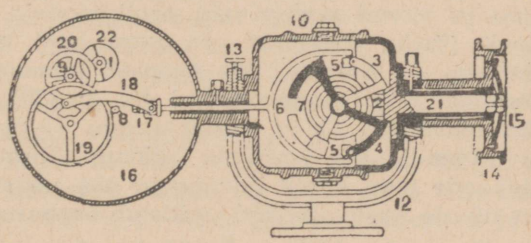


Joon. 257.

114. Tahhomeeter.

Tahhomeetriks nimetatakse aparaati, mis näitab, kui palju tiirusid teeb masin minutis mõõtmise momendil.

Buss'i süsteemi tahhomeeter on näidatud lõikes joon. 258. Selle töötamine põhineb tsentrifugaaljõul. Ta koosneb kahest karbist: silindrilisest karbist (10), riputatud kahvlikujulisele kronsteinile (12),



Joon. 258.

mis kinnitub masina kolonni külge ääriku abil, ja teisest karbist (16). Karbis (10) mahutub tahhomeetri mehhanism, karbis (16) aga klaas numbrilauaga, mis näitab tiirude arvu minutis. Samuti asub karbis (16) osuti hammas-ülekande-seade tahhomeetri mehhanismilt.

Paremalt poolt väljub karbist (10) võll (21) kettaga (siiviga) (4), mis saab pöörlemise peamasina väntvõllilt rihma abil ja paneb töötama tahhomeetri mehhanismi. Võll (21) lõpeb vasakul kahvliga (2), mis on ühendatud kahe pendli (3 ja 4) pöörlemisteljega; pöörlemistelg asub karbi tsentris, kumbki pendel aga omab kahe sissekäänatud otsaga kangi kuju (selge kujutluse saamiseks on pendel (4) näidatud joonisel mustana). Läbi karbi (10) vasakpoolse pooltelje käib vabalt võll (6); vasakult on ta ühendatud osuti seadmega, paremalt aga lõpeb kahvliga, mis on ühendatud liigendiliselt sissepoolekäänatud pendlite muhvidega (3). Spiraalvedru (7) ühendab omavahel pendlite parempoolsed otsad ning surub need vastu võllil (21) olevat õla. Karp (10) on kahest osast ja ta pooltelied asuvad kronsteini (12) laagrites. Neis laagrites võib karpi (10) keerata sellisesse asendisse, milles seadme numbrilaud on kõige paremini nähtav, ning siis pidurdada poldiga (13). Seibi (14) muhv on asetatud karbi (10) parempoolsele pooltelielе ja ühendub võlliga (21) plaadi (15) abil. Viimane on kinni keeratud seibi (14) külge ja omab tsentris kvadraadilist väljalõiget, millesse tungib neljakandiliseks viilitud võlli ots (21). Seibi (14) ja tihvti vahel, mis on lastud läbi võlli (21), asub lame vedru, mis surub võlli (21) kogu aja paremale. Tahhomeetri osuti ühineb võlli (6) vasakpoolse otsaga muhvi (17), tõmmitsa (18) ja suure hammasratta (19) abil, mis hambub osuti teljele asetatud väikese hammasrattaga (9).

Kui tahhomeeter on rahulikus olekus, siis ta osuti on nullil. Võlli (21) pöörlemisel pöörleb pendel (4) ja (5) tsentrifugaaljõu tagajärjel oma telje ümber, kuni vedru pinevus tasakaalustab tsentrifugaaljõu mõju. Pendlite pöörlemisel nihutavad muhvid (5) võlli (6) vasakule ja kangi (18) ning hammasratta (19) abil osutit. Tiirude arvu muutumisel väheneb ka pendlite tsentrifugaaljõud, nad pöörduvad vastupidisesse suunda ja viivad tahhomeetri osuti tagasi.

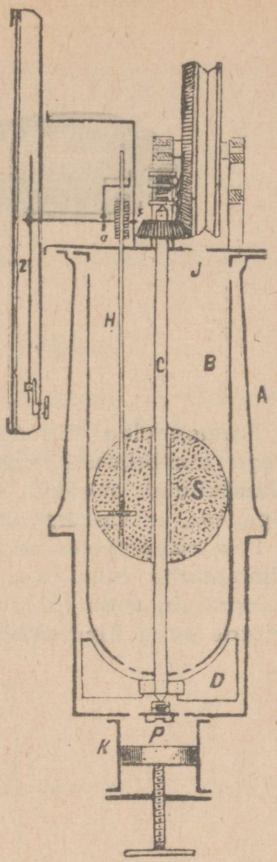
Et osuti ei teeks järske võnkumisi, on karpi (16) asetatud osutit vaigistav mehhanism — summuti, mis koosneb hammasratastest (9), (20), (1) ja tiibrattast (22). Hammasrattad (9) ja (20) on kinnitatud ühisel teljel, hammasratas (1) ja tiibratas aga — teisel. Võlli (6) nihkumisel kas paremale või vasakule hakkab tiibratas kiirendava hammasratasülekande tõttu kiirelt liikuma ja õhu takistuse tõttu, mis on võrdeline ta tiirude arvu ruuduga, takistab osuti rutulist liikumist.

Hüdrauliline tahhomeeter. Selline Šneider'i süsteemi tahhomeeter baseerub vedeliku tsentrifugaaljõu toimel. Tarvitatav vedelik koosneb ühest osast glütseriinist ja viiest osast veest, mis on valatud teatava tasapinnani riista (A) (joon. 259). Nagu näha joonisest, koosneb seadeldis kahest kontsentrilisest, ühenduvast riistast (A) ja (B), milledest viimane ühendub atmosfääriga läbi ava (7). Silindri (B) alumisse ossa on monteeritud tiibratas (D); see on asetatud tel-

jele (C), mis saab liikumise peamasinalt hammasrataste (E) ja (F) abil. Telg (C) läbistab vabalt korgist kera (S), mis ujub riistas (B) sisalduva vedeliku pinnal ja on ühendatud hammaslati (H) abil hammasrattaga (a) ja võllil oleva osutiga (Z).

Kui seadeldis ei tööta, siis on vedeliku tasapind mõlemas silindris (A) ja (B) ühel kõrgusel, ja osuti asub nullil. Telje (C) pöörlemisel tekib tiibratta (D) olemasolu tõttu vedeliku osakestes tsentrifugaaljõud ja vedeliku tasapind riistas (B) hakkab tõusma, riistas (A) aga alanema; korkkera tõuseb ja osuti (Z) pöördub seda suurema nurga võrra, mida suurem on võlli (C) tiirude arv.

Kuna aja vältel vedelik aurub ning üldiselt on raske valada seda nõutava tasapinnani seadme laadimisel, siis on riista (A) alumises osas ehitatud kolviga (P) varustatud lisasilinder (K); see kolb liigub väga peenikese lõikega varustatud varre abil. Selle kolvi abil peab enne igakordset seadme käivitamist reguleerima vedeliku tasapinda selliselt, et seadme rahulikus seisukorras osuti (Z) oleks täpselt nullil, kuid nii, et ta ei tugineks näitelaua nulljaotuse stopptihvtile.

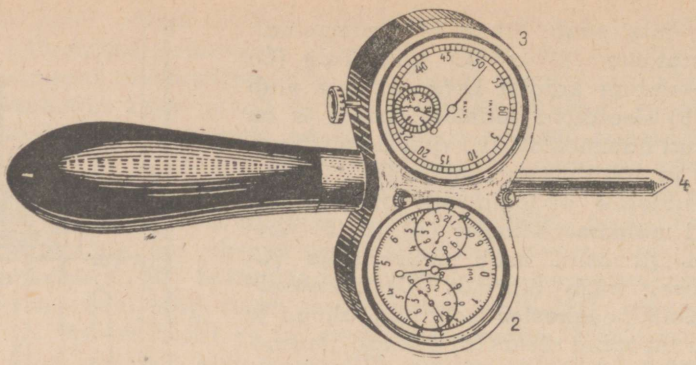


Joon. 259.

Käsitahhomeeter. Kiirkäiguliste masinate tiirude arvu määramiseks kasutatakse käsitahhomeetreid ehk tahhoskoope. Selline antimagneetiline tahhoskoop on kujutatud joon. 260, kus numbrid tähendavad: (1) — käepide, (2) — tiirudelugeja, (3) — sekundimõõtja, (4) — terava otsaga varras, mis on sisemiselt ühenduses tiirudelugeja mehhanismiga. Selleks, et mõõta masina tiire, võetakse kinni käepidemest ja surutakse varras (4) võlli otsas olevasse tsentreerimisavasse, mille tõttu varras saab pöörlemisliikumise ja tiirudelugeja hakkab näitama.

Tiirudelugejal (2) on kolm osutit: suur näitab tiire nullist kuni sajani, üks väike osuti — sadasid, teine — tuhandeid, sekundimõõtjal on kaks osutit: sekundi- ja minutiosuti.

Seade loeb tiirusid 0 kuni 10 000, ükskõik — kas parem- või vasakpoolsel tiirlemisel, ja on kõlblik ka kiirkäiguliste masinate ja turbiinide jaoks.



Joon. 260.

Parempoolne tiirlemine tähistub automaatselt musta täpi ilmumisega numbrilaual, vasakpoolne aga — punase täpi ilmumisega. Numbrilaua mustad arvud vastavad parempoolsele tiirlemisele, punased — vasakpoolsele.

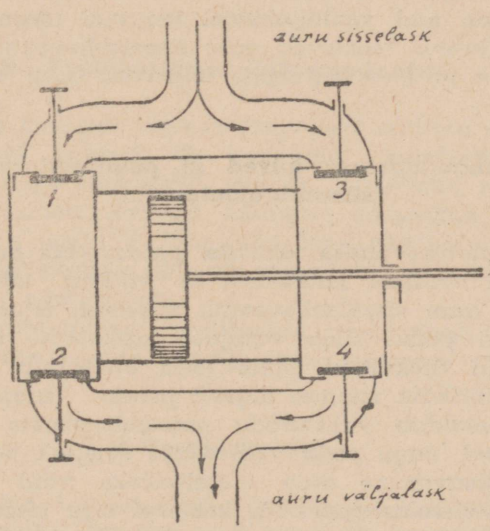
See tahhomeeter on nn. antimagnetiline, kuna ta käsitamisel elektrimagnetite läheduses ei magnetiseeru; see asjaolu aga lubab rakendada seda tahhomeetrit ka dünamomasinate ja elektrimootorite tiirude arvu kindlaksmääramisel.

VIIETEISTKÜMNES PEATÜKK.

Ventiilmasinate uuemaid süsteeme.

115. Auru töö ventiilmasina silindris.

Ventiilaurumasinal on samad aurujaotuse perioodid ja momendid nagu siibermasinal, kuid need momendid ei teostu siibritega, vaid ventiilide avamise ja sulgemisega. Ühesilindrilise horisontaalse ventiilaurumasina töötamise skeem on näidatud joon. 261. Masinal on



Joon. 261.

kaks auru sisselaskeventiili (1 ja 3) ja kaks väljalaskeventiili (2 ja 4), mis asuvad silindri otstes. Sisselaskeventiilid on ühendatud üldise värskeaurutoruga, väljalaskeventiilid — üldise heitaurutoruga. Kolvi liikumisel paremale on avatud sisselaskeventiil (1) ja väljalaskeventiil (4); ventiili (1) sulgemisel algab vasakpoolses silindri-

ruumis auru katkestus ja paisumine, ventiili (4) sulgemisel parempoolses — kokkusurumine. Kolvi liikumisel vasakule on avatud sisselaskeventiil (3) ja väljalaskeventiil (2), nende sulgemisel algab parempoolses silindriruumis auru katkestus, vasakpoolses — kokkusurumine.

116. Ventiilmasinad ja nende seadmete süsteemid.

Aurulaevade masinaid on silindrite asetuselt horisontaalseid ja kallakulisi — rataslaevadel ja vertikaalseid — propellerlaevadel. Nüüdisaja laeva ventiilaurumasinad ehitatakse kahekordse paisumisega, mis lihtsustab nende konstruktsiooni ja vähendab hõõrduvate osade arvu.

Samuti nagu siibriga aurujaotusel, peavad olema aurulaeva ventiilseadmed tingimata reversiivsed, s. o. võimaldama käigu vahetamist. Jõuülekande viisi järgi jaotusvõllilt ventiilidele jagunevad ventiilseadmed nukkseadmeiks ja ekstsentrikseadmeiks. Samal ajal kui aurujaotusel siibriga kõik aurujaotuse momendil teostuvad ühe ja sama siibriga, on nad ventiiljaotusel jaotatud järgmiselt: 1) sisselase ja aurukatkestus teostuvad auru sisselaskeventiiliga; väljalaske ettetõtt, väljalase ja kokkusurumine toimuvad auru väljalaskeventiili abil.

117. Ventiilaurujaotuse hüved ja puudused, võrreldes siiberaurujaotusega.

1. Ventiilaurujaotuse üheks tähtsaks paremuseks on võimalus saavutada kergesti varajasi katkestusi ja väikesi täitumisi silindris, sundides ainult auru sisselaskeventiili varemalt istuma oma pesale, sellal kui siibri puhul tuleb varajase katkestuse saamiseks suurendada väliseid ülekatteid, mille tõttu kitsendub auru sisselase silindrisse ja siibrikäik muutub liigselt pikaks. Varajaste katkestuste kasutamine võimaldab vähendada paisumisastmete arvu masinas.

2. Siiberjaotusel, nagu seda võib näha Zeuner'i siibridiagrammist, kestab akna täisavamine auru sisselaskeks vaid lühikest aega, kogu ülejäänud sisselaskeperioodi kestusel aga akna avamise suurus muutub. Ventiil-aurujaotusel aga kestab ventiili täisavamine peaaegu kogu sisselaskeperioodi.

3. Aurujaotuse rippumatu juhtimine mõlemas silindriruumis eraldiolevate ventiilide ja seadmete abil võimaldab saavutada kergelt täitumise võrdsust silindri mõlemal poolel, mis on võimatu siibrite puhul.

4. Sisselaske- ja väljalaskeklappide avamine ja sulgemine toimub kiirelt, mis vähendab aurulohisemist ning selle tõttu saavutub täpne

aurujaotus ja indikaatordiagrammi täiuslikkus, mis võrdse võimsuse puhul siibermasinaga annab kokkuhoidu auru ja kütteaine kulus.

5. Ventiilaurujaotus on kasutatavam tööks ülekuumendatud auruga kui siiberjaotus, sest viimasel juhul nõuab auru kuivus siibrite suurte hõõrdumispindade tõttu rikkalikku määrimist, mis on kahjulik kondensaatoritele ja kateldele.

6. Väheneb tunduvalt mõlema silindripoole kahjulikkude ruumide suurus pikkade auruakende puudumise tõttu silindri otstest siibri peegelpinna keskele. Teiseltpoolt pole ventiilaurujaotus vaba ka puudustest, milledest tähtsamateks on: 1) Ventiil-aurujaotusseadme suur keerulisus, 2) palju väiksem kindlus ja vastupidavus, mis osutub siibrite hüveks, sest need võivad töötada rasketes oludes kuude kaupa järelevaatuseta ja sobitamiseta; 3) ventiilide sagedane sobitamise vajadus, nende kiire kulumise tõttu; 4) ventiilide ja nende pesade vaheline väiksem tihedus võrreldes siibritega, ja suurem auru läbilaskmine, eriti ülekuumendatud auru puhul; 5) ventiilaurujaotusega masina remont maksab rohkem — suure kulumise tõttu; 6) ventiilmasin on hinnalt kallim kui sama võimsusega siibermasin.

118. Ventiilseadme olulisemad osad.

Iga ventiilseade sisaldab eneses järgmised olulised osad: 1) ventiilid; 2) ventiilide kangid; 3) ventiilide tõmmikud; 4) kõikide ventiilide jaoks üldine jaotusvõll, mis on varustatud nukkidega või ekstsentrikutega, millest saavad liikumise tõmmikud, mis avavad ventiilikangide abil ventiilid. Jaotusvõll ise saab pöörlemise masina väntvõllilt hammasülekande abil või ekstsentrikute kaudu, kusjuures jaotusvõll pöörleb edasi-tagasi.

Erinevuseks siiberseadmest ventiilseade avab ainult ventiilid, ventiilide sulgemine aga toimub ventiili vedru pinevuse tõttu.

119. Ventiilide ehitus.

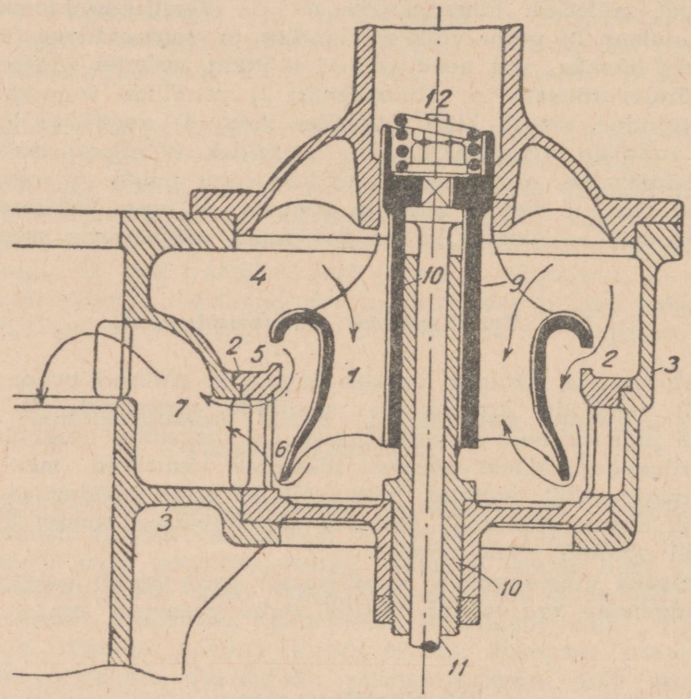
Nii sisselaske- kui ka väljalaskeventiilid peavad olema tasakaalustatud ja sel otstarbel tehakse nad kahekordsetena või „kahepesalistena". Säärane kahepesaline ventiil esineb lõikes joon. 262, millel ventiili (1) lõige on näidatud mustana, ventiili pesa (2) ja ventiilikarbi lõige aga viirutatuna. Auru surve ventiilile külgedelt, pealt ja alt on tasakaalus.

Auru tee sisselaskeventiili juures on järgmine: mööda toruotsa, mida joonisel pole näidatud, tuleb värske aur ventiilikarbi ruumi (4). Ventiili avamisel, mis toimub tema ülestõstmisel ühes varrega, aur

(näidatud nooltega) voolab otsekohe läbi ülemise pilu kui ka ventiili silindrilise keha seespoolt ja läbi alumise pilu (6) satub siis kanalisse (7) ja sellest silindrisse (8).

Väljalaskeakna juures on auru tee vastupidine.

Nii ventiilid kui ka ventiilikarbid valatakse peenteralisest malmist ja samast materjalist, et nad omaksid üht ja sama termilist paisumiskoefitsienti ventiili kinnikiilumise ja ebatiheduse vältimiseks oma pesas.

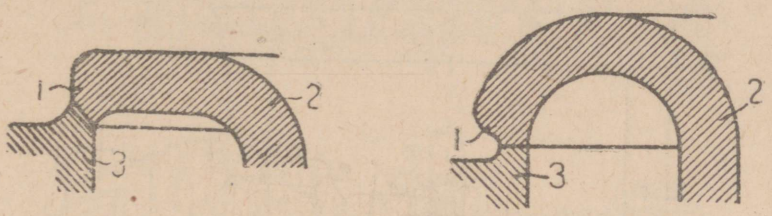


Joon. 262.

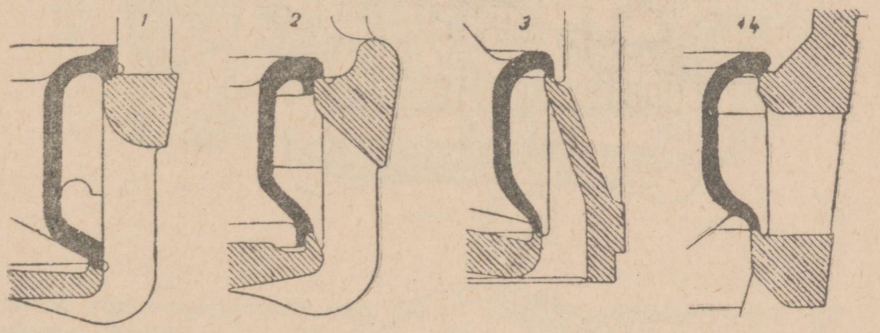
Ventiilipesal (2) on muhvi kuju, akendega külgpinnal auru läbikäiguks ja ta on varustatud kinnitusribidega; pesa asetatakse kohale tihedalt, juurdelihvituna, tema jaoks treitud astmesse ventiilikarbis. Aste on kas tasane (joon. 262) või treitud kooniliselt (joon. 263).

Ventiili tsentraalne osa moodustab ventiiliga ühiselt valatud pika muhvi (9), mis ventiili tõusu ajal liugleb mööda sisemist juhthülsi (10), mille sees omakorda liugleb ventiilivars (11). Selline kahe-

kordne juhtimine on tehtud selleks, et ventiil liiguks täiesti paralleelselt ning istuks kiivumiseta oma pesale. Ventiili ühendus varrega on näha joonise ülemisel osal: ventiil istub oma muhviga (9) ventiilivarre äärele ja kinnitub ülalt mutriga, kontramutriga ja laialiaetud plindiga. Ülalpool on kujutatud osa ventiilivedrust (12).



Joon. 263.



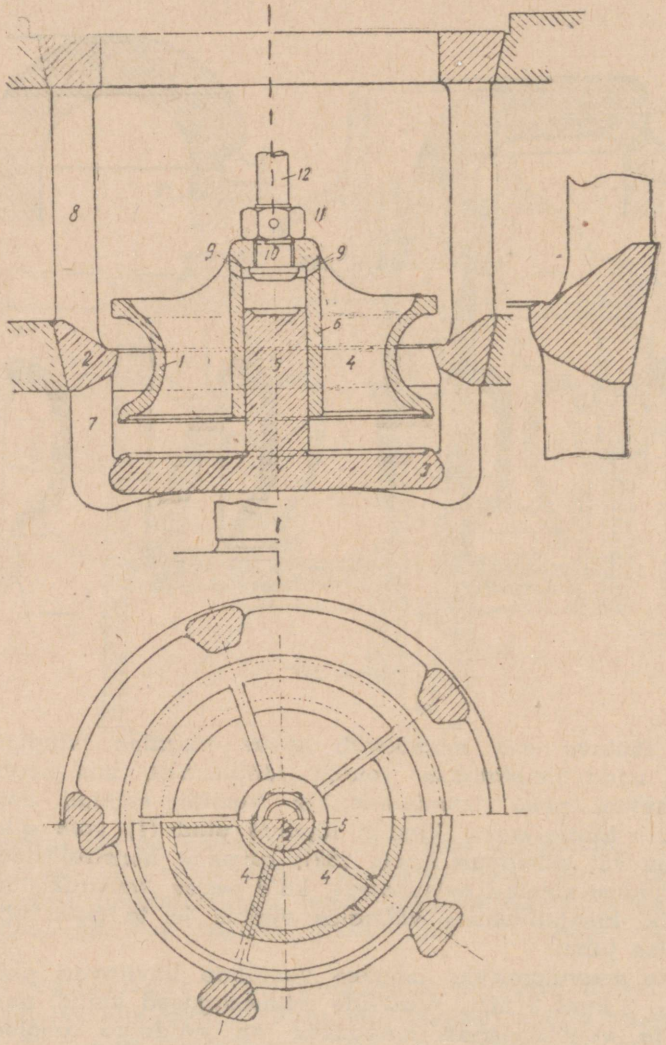
Joon. 264.

Ventiili töötava osa moodustab kitsas ringiline tugipind (1) — joon. 263, mida nimetatakse ventiili tööpinnaks, mis peab olema juurde lihvitud pesa istepinnale, et ventiili suletud seisukorras poleks auru läbilaskmist. Ventiili lihvitud pind (1) võib olla treitud koonilisena või lamedana (joon. 263); esimene konstruktsioon tagab ventiili tihedust suletud seisukorras, kuid selles konstruktsioonis ilmneb ventiili kinnikiivumise võimalus ventiili ja ta pesa ebaühtlase soojenemise juhul.

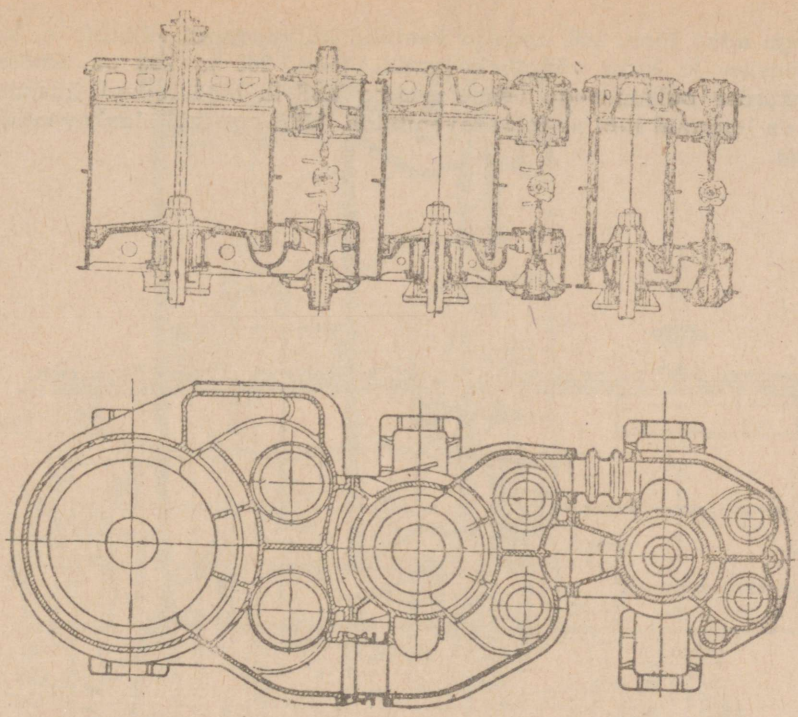
Tiheduse saavutamiseks tehakse ventiilide lihvitavad pinnad kitsastena — 2 kuni 3 mm. Ventiilide mitmesugused kujud, nende istepindade ja ventiilipesade moodused on näidatud pooles lõikes (joon. 264). Neist konstrukstsioon, mis on näidatud joon. 2, kus

istepinnad on tehtud astmelistena — on kõige ebakindlam, kinnikiilumise võimaluse mõttes.

Joon. 265 on kujutatud vertikaalses ja horisontaalses lõikes auru sisselaskeventiil ühes pesaga. Sellel joonisel tähendavad: (1) — ventiili keha, (2) — ventiili ülemine istepind, mis valatud ühiselt sissepandava ventiilikarbiga (8), (3) — alumine tugipind, mis moo-



Joon. 265.



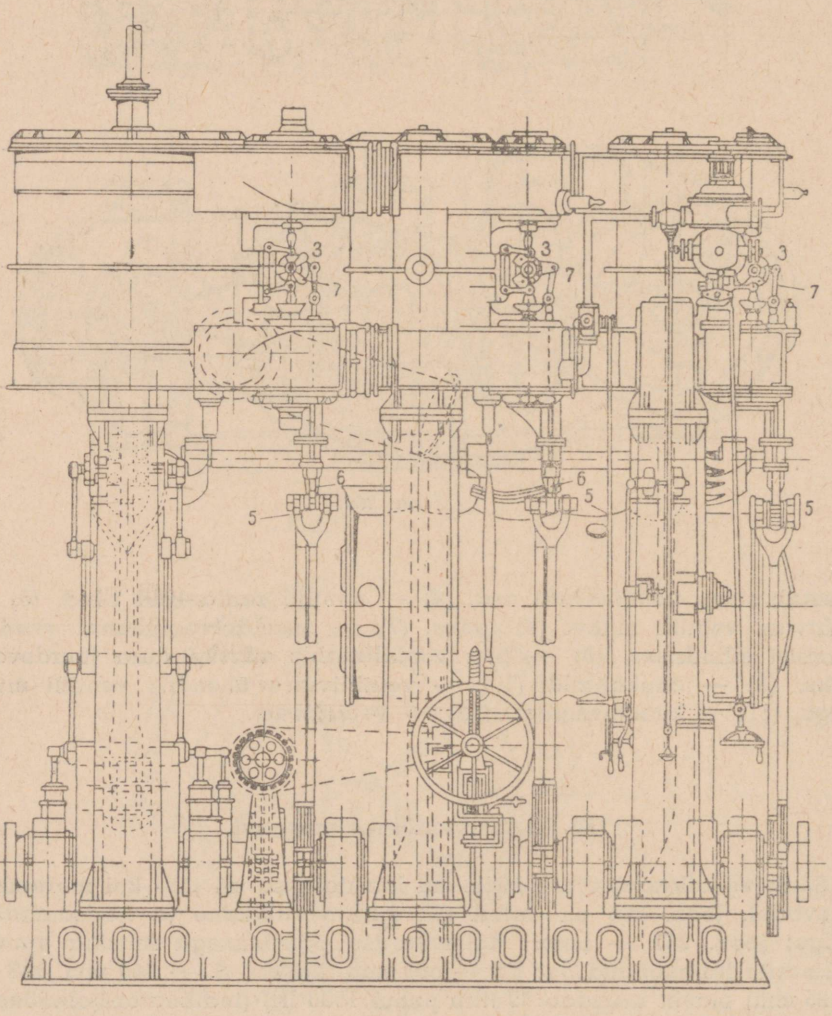
Joon. 266.

dustab sama ventiilikarbi osa, (4) — ventiili radiaalsed ribid, (5) — juhtvars ventiili muhvi (6) jaoks, (7) — auruläbivoolukanal ventiilikarbist silindrisse, (8) — ava ventiilikarbis värske auru juurdevooluks, (9) — õhukanalid, (10) — ventiilivarre ühendus ventiili muhviga, (11) — kinnitusmutter, (12) — ventiilivars.

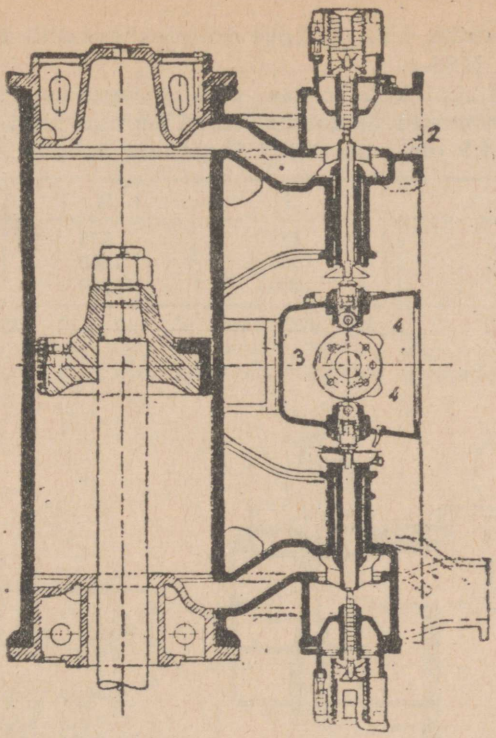
120. Lenz'i ventiilaurumasinad.

Seda ventiilaurujaotuse süsteemi kasutatakse nii jõe- kui mereaurulaevadel. Joon. 266 on antud silindrite vertikaalne ja horisontaalne lõige; joon. 267 — Lenz'i kolmekordse paisumisega masina vaade. Silindrite läbimõõdud on: KS — 500 mm. Keskm. S. — 840 mm, MS — 1425 mm; masin arendab 80 tiiru puhul 1500 IHJ (indikaator-hobujõudu) ja töötab ülekuumendatud auruga.

Nagu näha joon. 266, asuvad ventiilid kõrvuti; igal silindril on kaks sisselaske- ja kaks väljalaskeventiili. Joon. 268 ja 269 on näidatud kahekordse paisumisega Lenz'i masina KSS ja MSS lõiked, kusjuures KSS on lõigatud läbi sisselaskeventiilide, MSS aga väljalaskeventiilide kohalt.



Joon. 267.



Joon. 268.

Nagu näha joon. 268 ja 269, on ventiilivedrud (1,2) välja viidud väljaspoole ventiilikarpe, et nad ei soojeneks aurust ega kaotaks oma pinevust.

Ventiilide avamine ja sulgemine toimub lühikese jaotusvõlli (3) abil, millele on kinnitatud karastatud terasest nukid (4).

Käigu muutmine ja aurujaotus iga silindri jaoks toimub Stephenson'i kulissiga (5) (joon. 267); kulissikividelt suunduvad üles varred (6), siis lühikesed tõmmitsad (7), mis on ühendatud liigendi abil jaotusvõllide (3) nurkkangidega.

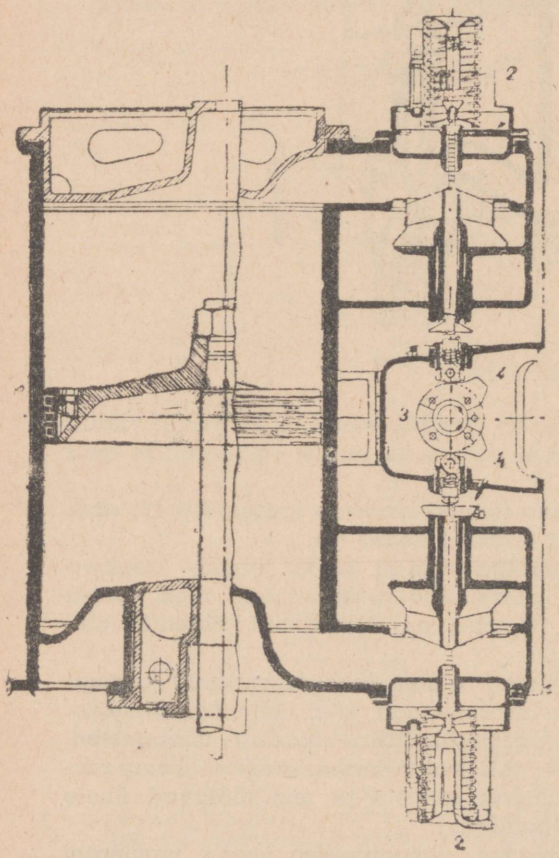
Uuemad Lenz'i masinad töötavad ainult ülekuumendatud auruga ja need ehitatakse kahekordse paisumisega ehk neljasilindrilistena. Joon. 270 on näidatud sellise neljasilindrilise masina üldjoonised. See on kaksik-kompaundmasin ehk kaks kahesilindrilist kompaunmasinat, mis on monteeritud ühisele alusele ja mis töötavad ühele väntvõllile 90° all asetatud väntadega.

Peale selle on uutel kahekordse paisumisega Lenz'i masinatel kahes silindris mitte kaheksa, vaid ainult kuus ventiili ja nimelt: 1)

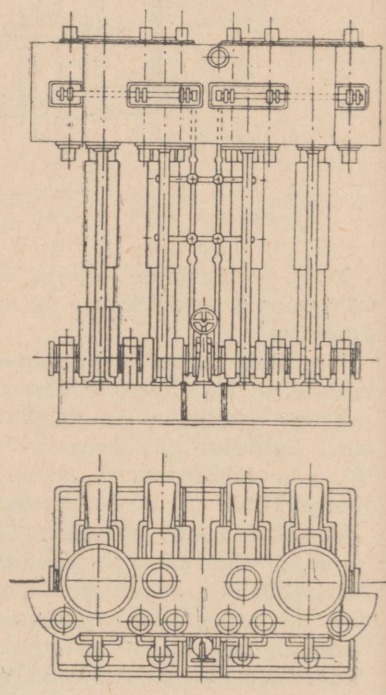
kaks sisselaskeventiili KSS, 2) kaks väljalaskeventiili KSS ja 3) kaks väljalaskeventiili MSS-s.

Kolme standardtüüpi kahekordse paisumisega Lenz'i masina peaelemendid, mis töötavad ülekuumendatud auruga kuni 325°C ja auru survega katlas 14,5 atm., on antud järgnevas tabelis:

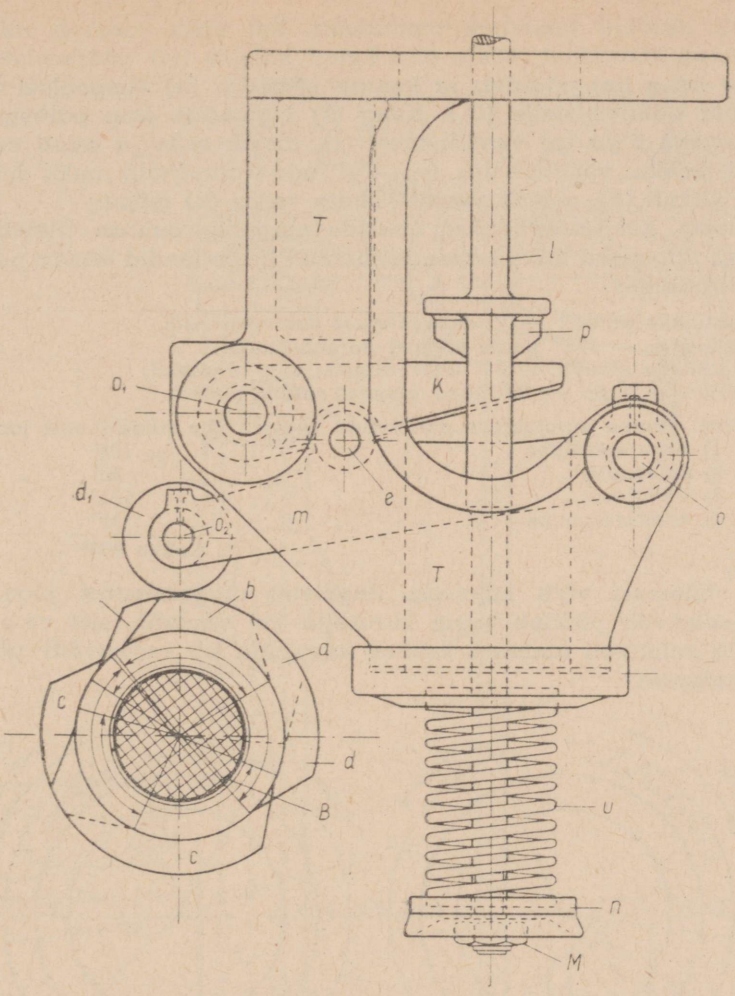
Masina tüüp	I			II			III		
KSS läbimõõt mm	475			575			675		
MSS „ „	1000			1200			1400		
Kolvikäik „	1000			1200			1400		
Tiirude arv	400	420	440	95	110	110	125	90	100	110
Aurukatkestus KSS — %/%	35	35,4	41,4	32,3	38,4	34,8	41,4	30,8	35,7	42
Võimsus (indik. hobujõud)	1400	1800	2300	2300	3000	2800	3600	3400	4200	5200



Joon. 269.



Joon. 270.



Joon. 271.

121. Ventiilmasinate aurujaotus ja käigu muutmine nukksiivide abil.

See süsteem seisneb selles, et masina iga ventiili avamine toimub erilise nukiga, mis on asetatud erilisele jaotusvõllile ja saab pöörlemise masina võllilt hammasülekande abil, kusjuures jaotusvõll teeb sama arvu tiire mis väntvõllgi. Sellise ventiiliseadme ehitus on kujutatud joon 271. Jaotusvõllile (B) on kinni kiilutud nukksiivid (a, b, c, d). Iga nuki väline profiil on kaar, mis on tõmmatud jaotusvõlli tsentrist; külgedelt

on nukk piiratud lamedate pindadega. Kui nukk jookseb rullikule (d_1), mis on kinnitatud teljele (O_2) kangi kahvlis (m) pöörlemisteljega (O), siis kang (m) pöördub ja keerab sõrmega (e) ühepoolset kangi (k) ümber pöörlemistelje (O_1). Kang (k) tuginedes oma parempoolse otsaga vastu õlga (p) ventiilivarrel (1), tõstab selle ja avab ventiili, surudes kokku ventiilivedru (u). Kui aga jaotusvõlli nukk hüppab maha rullikult (d), asetub ventiil kohale vedru (u) mõjul.

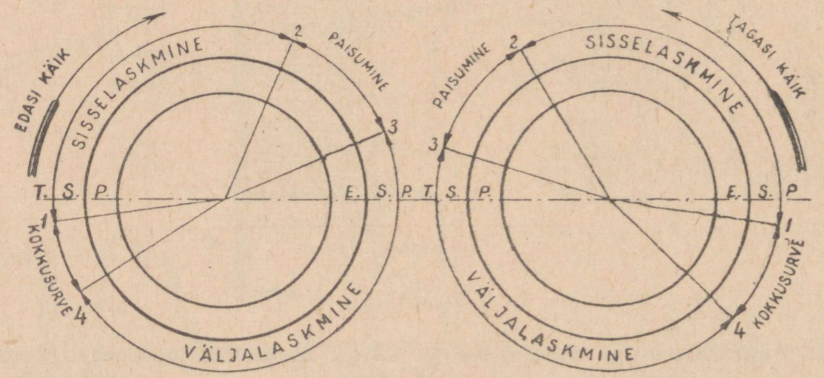
Vaatleme, kuidas saadakse nukkide nurgeline suurus. Oletame, et on antud järgmised aurujaotuse momendid ja perioodid vända pöördenurga kraadides:

1) Sisselaske ettetõtt — 5° enne ülemist surnud-punkti;
2) katkestus — 125° peale ülemist surnud-punkti;
3) väljalaske ettetõtt — 35° enne alumist surnud-punkti;
4) väljalaske lõpp — 30° enne ülemist surnud-punkti.

Sel viisil saame aurujaotuse perioodide kestuse ühe silindripoole jaoks:

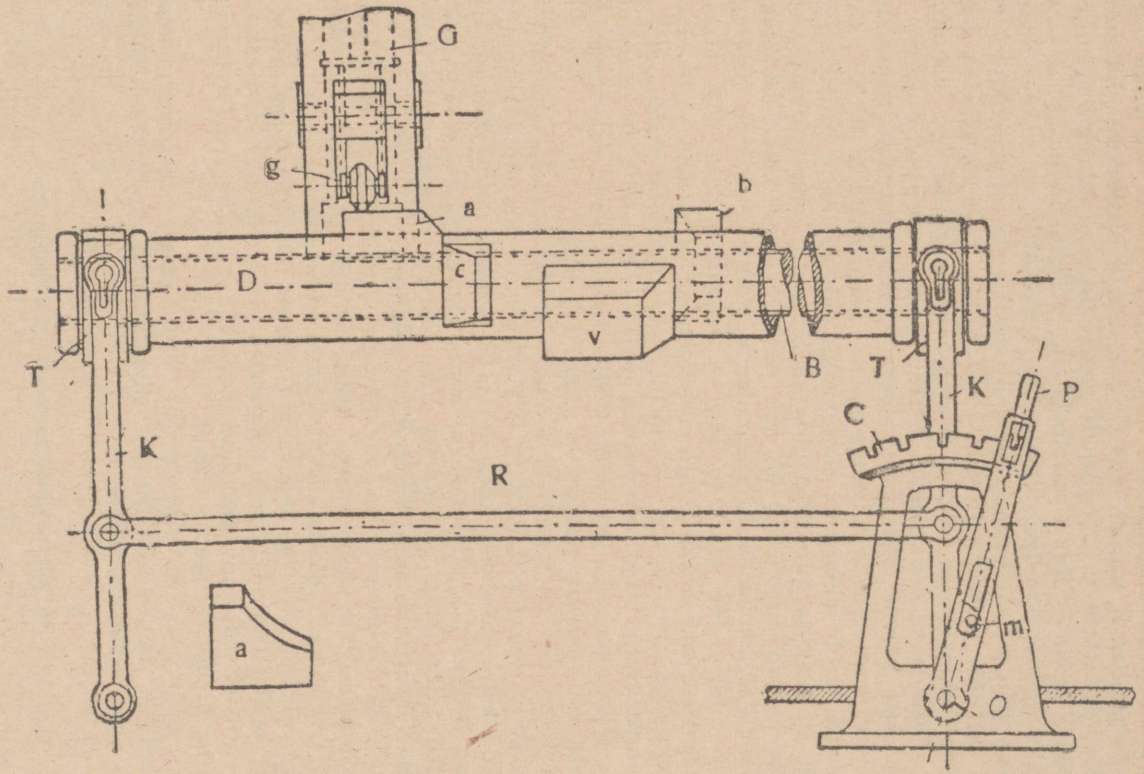
1) Auru sisselase	130°
2) Paisumine	20°
3) Väljalase	185°
4) kokkusurumine	25°
kokku	360°

Neid tulemusi võib kujutada ringilistel diagrammidel joon. 272. Kuna jaotusvõll pöörleb sama kiirusega kui väntvõll, siis võib ülalantud ja kujutatud andmete kestust arvutada ka jaotusvõlli pöördumise nurkades.



Joon. 272.

Nukksiivi nukkide pikkused välisäärel on väiksemad aurujaotuse momendile vastavast kaarepikkusest diagrammis, kuna ventiil vajab teatavat aega avamiseks ja sulgemiseks. Selliste andmete põhjal on konstrueeritud nukid, mis on kujutatud joon. 271.



Joon. 273.

Oletades, et masin töötab tagasikäigul, s. t. võrreldes diagrammiga I joon. 272 kellaosuti liikumisele vastupidises suunas, siis peab tagasikäigu-diagrammi II samuti välja joonistama kellaosuti liikumisele vastupidises suunas, s. t. tagurpidi sümmeetrilises järjekorras, nagu on näidatudki joonisel. Kuna sisselaske- ja väljalaske-perioodid ei ühti edasi- ja tagasikäigu-diagrammidel, siis on selge, et sisse- ja väljalaske-klappide nukksiivide asendid edasi- ja tagasikäigu jaoks samuti ei ühti. Sellest järgneb väga tähtis tulemus masina käigu muutmise võimaluseks sellise ventiiliseadme puhul, ja nimelt: et oleks võimalus muuta masina käiku, peab jaotusvõllil olema iga ventiili jaoks kõrvuti kaks siivi — üks edasikäigu, teine tagasikäigu jaoks, vastavas asendis üksteise suhtes, nagu näha joon. 271. Käigu muutmiseks peab nihutama jaotusvõlli nukksiividega edasikäiguks selliselt, et kõikide ventiilikangide rullikute (d) alla tuleksid edasikäigu-nukksiivid; tagasikäiguks aga selliselt, et rullikute alla tuleksid tagasikäigu-nukid. Sellist käigumuutmise viisi nimetatakse „reversiks liikuvate nukksiivide abil" ja see on kujutatud joon. 273. Siin on neli nukksiivi: (a) — edasikäigu sisselaskeventiili jaoks, (c) — tagasikäigu sisselaske jaoks, (b) — edasikäigu väljalaskeventiili jaoks ja (d) — tagasikäigu väljalaskeventiili jaoks, — mis kõik on paigutatud üldisele pikale muhvile (D), mida võib nihutada ühes nukkidega kas paremale või vasakule pööratava kangi (P) abil.

Kui asendis, mis on kujutatud joonisel ja mis vastab edasikäigule, keerata kangi (P) mööda sektorit (C) vasakule, siis pöördub kang (K) teljel (O) samuti vasakule, kuna kang (P) haarab selle sõrmega (m). Mõlemad kangid (K), pöörates vasakule, tõmbavad kahvlitega kaasa muhvi (D), mille tõttu rullikute (r) alla tulevad tagasikäigusiivid (c) ja (d) ning masin hakkab töötama tagasikäigul.

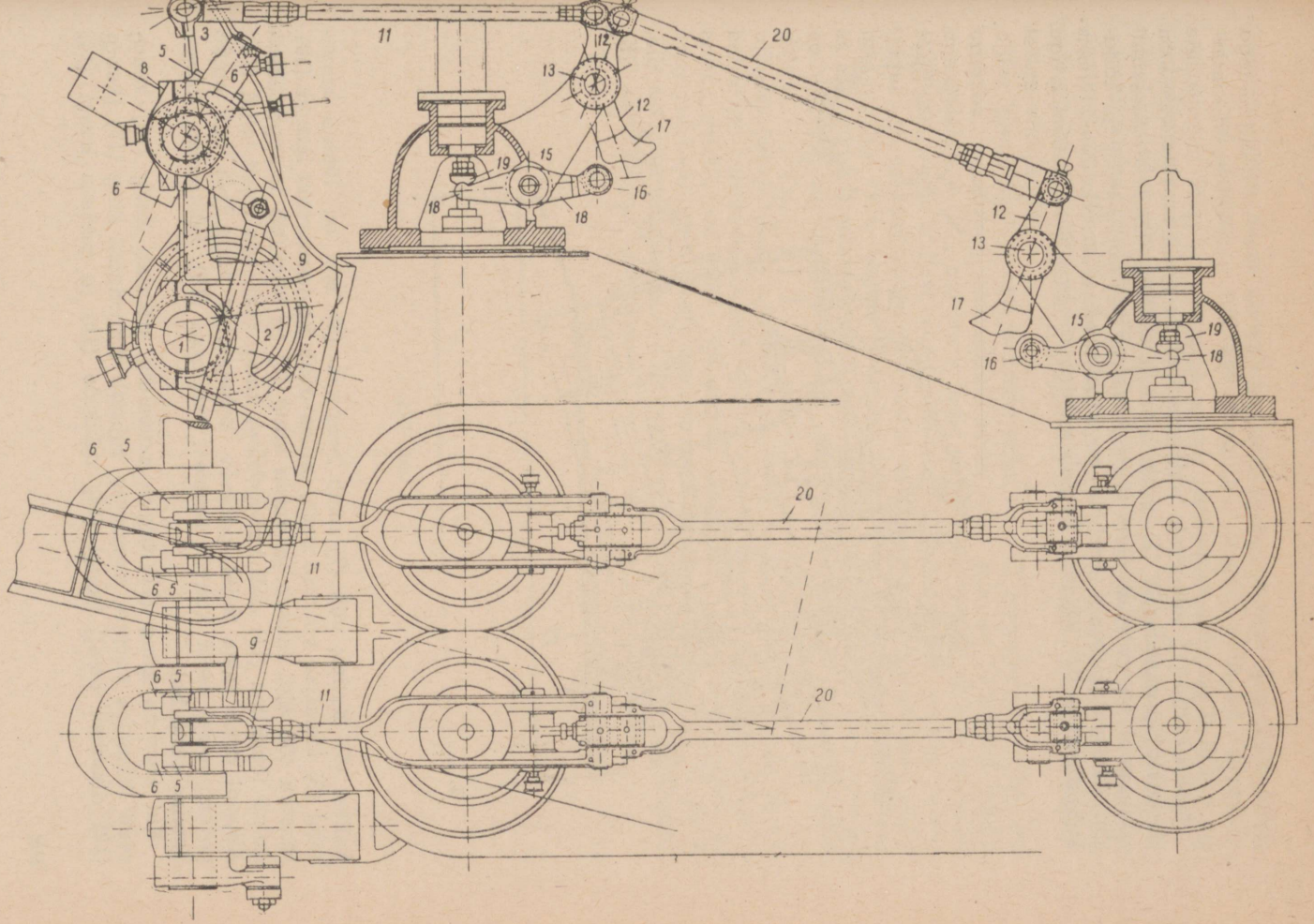
Nagu näha joonisest, on edasikäigu sisselaskesiiv (a) tehtud palju laiemana kui tagasikäigu sisselaskesiiv (c), mis võimaldab edasi-käigul saada mitmesuguseid silindri täiteastmeid.

Selleks tehakse siiv (a) kas kolme erineva läbimõõdulise astmega — hilise, keskmise ja varajase katkestuse jaoks või kujundatakse siiv (a) kõverjooneliselt, nagu näidatud joon. 273 all. Vastavalt katkestusastmele on kangil (P) teatav asend.

Selleks otstarbeks on sektoril (C) tehtud mitu väljalõiget; neisse käib kangi (P) küljes olev kramp, mis takistab kangi (P) libisemist teataval auru katkestusastmel.

122. Ekstsentriline ventiilaurujaotus.

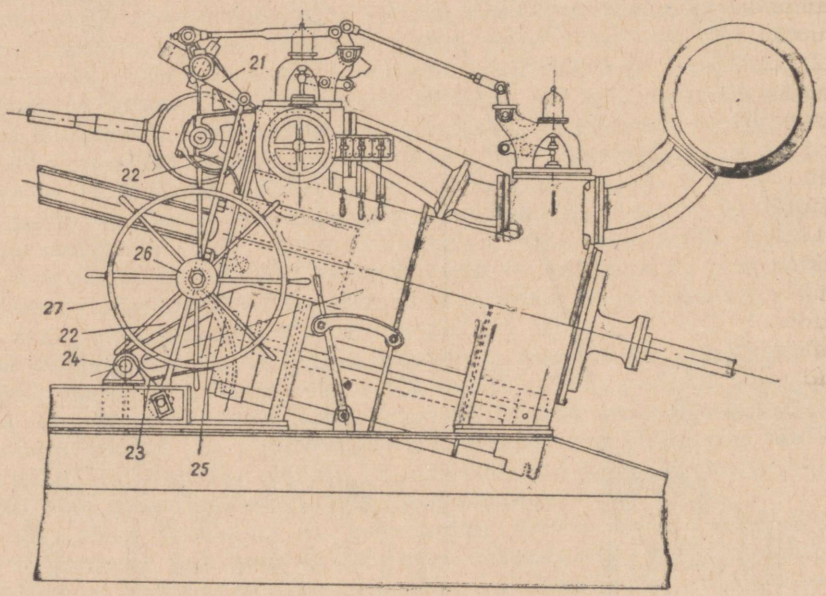
Joon. 274 on näidatud selline aurujaotusseade kolmekordse, 1200 hobujõulise rataslaevmasina kesksurvesilindri jaoks. KSS ja MSS omavad samasuguseid seadiseid, mis töötavad kõik üldisel jaotus-



Joon. 274.

võllil. Kõik neli ventiili mahuvad silindri peale ja on asetatud: sisselaskeventiilid ühes pinnas, väljalaskeventiilid — teises. Igal paaril on eraldi ülekandemehhanism.

Jaotusvõllile (1), mis asub horisontaalselt ja põiki masina silindreid, on asetatud ekstsentrik (2), mida haarab ekstsentriku rehv, mille ülemine pool on valatud ühes tükis kõverjoonelise ekstsentrikukangiga (3). Ekstsentrikukangi keskele on kinnitatud sõrm (4), mis mahutub kulissikivisse (5). Viimane liugleb masina töö ajal üles ja alla mööda



Joon. 275.

kulissi (6). Kulissi võll (7) asub laagrites (8), mis on tehtud kronsteini (9) ülemisse valatud ossa, milles asub ka jaotusvõlli laager (10). Masina töö ajal tõuseb ja vajub kang (3) ja kiigutab temaga ühendatud tõmmitsa (11) abil kahepoolset kangi (12), mis asub teljel (13). Allpool asub teine teljel paiknev kahepoolne kang (14), mis omab parempoolsel otsal kahvlit terasest rullikuga (16), hõõrumise vähendamise otstarbel.

Kui seadme kang (11) liigub paremale, pöörleb kang (12) kellaosuti liikumise suunas, seejuures vajutab ümardatud king (17) (kangi (12) alumisel otsal) kangi (14) rullikule (16) ja pöörab kangi (14)

päri kellaosuti liikumist; seetõttu tõuseb kangi (18) vasakpoolne ots, vajutab ventiilivarrel olevale astmele (19) ja selle tõstmisega avab ventiili. Kui king (17) hüppab maha rullikult (16) ja vabastab kangi (14), sunnib ventiilivedru ventiili kiiresti sulguma.

Tagumise ventiili juhtimiseks on samasugune mehhanism (joon. 274), millel on samad tähised ja mis saab liikumise kangilt (11) kangiga (20). Kulissi teljele on kinnitatud ühepoolne kang (21), mis on ühendatud pika kangi (22) abil ülekandekangiga (23), mis on kiilutatud edasikäigu võllile (24).

Kui käsiratta (27) abil pöörata teljel asuvat hammasratast (26), siis viimane, hambudes hammassektoriga (25), mis on kiilutatud käigumuutmisvõllile (24), pöörab viimast ning kangide (23), (21) ja tõmmitsa (22) abil veab kulissi vastupidisesse asendisse. Kui endise asendi puhul toimus auru sisselase silindri eesotsa ruumi läbi esimese sisselaskeventiili, siis asetub käigumuutmisseade sellisesse asendisse, et kulissikivi samasugusel liikumisel ülespoole mööda kulissi avaneb nüüd tagumine sisselaskeventiil ning masin hakkab töötama teisel käigul.

Lenz'i masinad on viimastel aastatel laialt levinud. Nende konstruktsioon väljendub standarditud ehk ühtlustatud kompaundmasina tüübis, millel on kaks ühesugust kõrgsurve- ja kaks samasugust madalsurvesilindrit. Kogu aurujaotus teostub ventiilide abil, ja sõltuvalt võimsusest, jagunevad standarditud Lenz'i masinad väljakujunenud mõõtmetega seeriateks.

KUUETEISTKÜMNES PEATÜKK.

Otsevoolulised masinad.

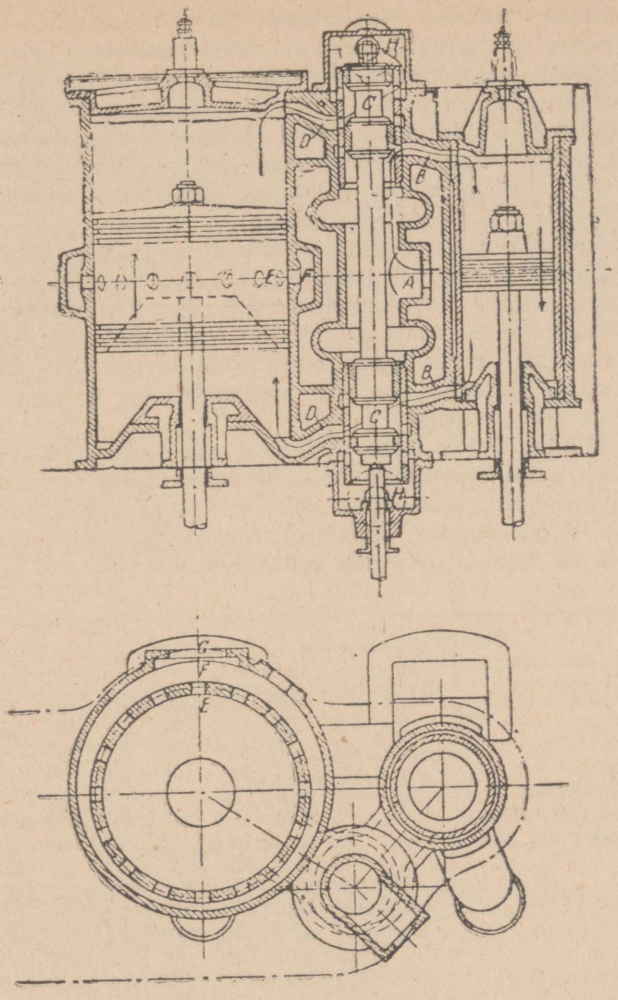
123. Cristiansen-Meyer'i pooleldi otsevoolulised aurumasinad.

Otsevoolulisteks masinateks nimetatakse selliseid, milledel väljalaskeventiilide asemel on tehtud silindrite töökolvi poolt avatavad ja suletavad väljalaskeavad (väljalõiked). Stumpf'i konstruktsiooni masinates liigub aur sisselaskeventiilide juurest mõlemast silindriotsast silindri keskel olevaisse väljalõigetesse, mille tõttu silindriotsad ja sisselaskeseadmed ei puutu kokku väljuva jahutatud auruga, sellal kui keskelasuvad väljalaskekanalid ei puutu kokku sissetuleva kuuma auruga.

Otsevoolulise aurumasina konstruktsiooni eesmärk seisneb silindriseintes termiliste kadude niivõrd suures vähendamises, et masin võib töötada paisumisega ainult ühes silindris. Suurte võimsuste puhul monteeritakse kõrvuti mitu täiesti ühesugust silindrit, milledesse siis (kõikidesse ilma erandita) lastakse kõrgsurveauru.

Otsevoolumasinatest on leidnud rakendust laevades Christiansen-Meyer'i süsteemi masinad. Seda süsteemi võib iseloomustada kui pooleldi otsevoolulist, kahekordistatud kompaundmasinat siiberaurujaotusega. Masinal on kaks paari kõrg- ja madalsurvesilindreid, mis on kompaundeeritud 180° all üksteisele asetatud väntadega. Iga silindripaari vändad on nihutatud 90° võrra teisest vändapaarist. Järelikult omatakse kaht KS silindrit 90° all asetatud väntadega, nii et masinat võib käivitada vända ükskõik mis asendist. Silindrite asetuse harilik järjekord, laeva ahtrist arvates, on: 1) MSS, 2) KSS, 3) MSS, 4) KSS. MS-silindrid on pooleldi otsevoolulist tüüpi, kusjuures keskmised väljalaskeaknad on asetatud samal viisil, nagu harilikul otsevoolulisel masinal; neid läbib peamine auru hulk, auru ülejääk aga väljub läbi otsakende tagasikäigu (tagasiliikumise) vältel.

Aurujaotus silindritesse teostub iga KS- ja MS-silindripaari jaoks nelja tihendusrõngaga varustatud siibri abil; siiber saab liikumise ekstsentrikult Klug-Hakworth'i käivitusseadme abil.



Joon. 276.

Nende masinate konstruktsiooni põhimõte omab ülekuumendatud auru kasutamisel kaheldamatut paremust termilises suhtes, võrreldes kolmekordse paisumise printsiibiga. Peamine hüve seisneb selles, et auru üleminek KS-silindrist MS-silindrisse toimub väga soodsais tingimusis, sellal kui kolmekordse paisumisega masinates tekivad väljuva auru tagasivoolu tagajärjel, selle alalhoidmisel ressiivris ja läbiminekul järgmise silindri kanalitest — suured kaod.

Auru voolamise teekond Christiansen-Meyer'i masinates on näidatud joon. 276. Värske aur tuleb silindrilise siibri kambrisse, mis on masina mõõtmete lühendamise mõttes asetatud küljele, kõrg- ja madalsurve silindrite vahelt ja suundub KS-silindrisse läbi kanali (B). Pärast vastavat paisumist KS-silindris aur kolvi jõudmisel alumise surnud-punktini (mis on näha alumise silindriruumi joonisel), väljub KS-silindrist läbi kanali (B), siis kambrisse (C) siibri alumiste kolvikehade vahele ja väljub läbi kanali (D) MS-silindrisse.

Kui madalsurvekolb jõuab oma äärmisse asendisse, siis avab tema äär auru väljalaskeakna (E) ning aur suundub ringilisest ruumist (F) kondensaatorisse läbi väljalasketoru (G). Kolvi tagasikäigul pärast auru väljalaskeakende sulgemist, jääb silindrisse veel küllalt palju auru; selleks, et mitte põhjustada liiga kõrget kokkusurvet (kompressiooni), juhitakse see aur kambrisse (c) ja toru (H) kaudu suunatakse kondensaatorisse.

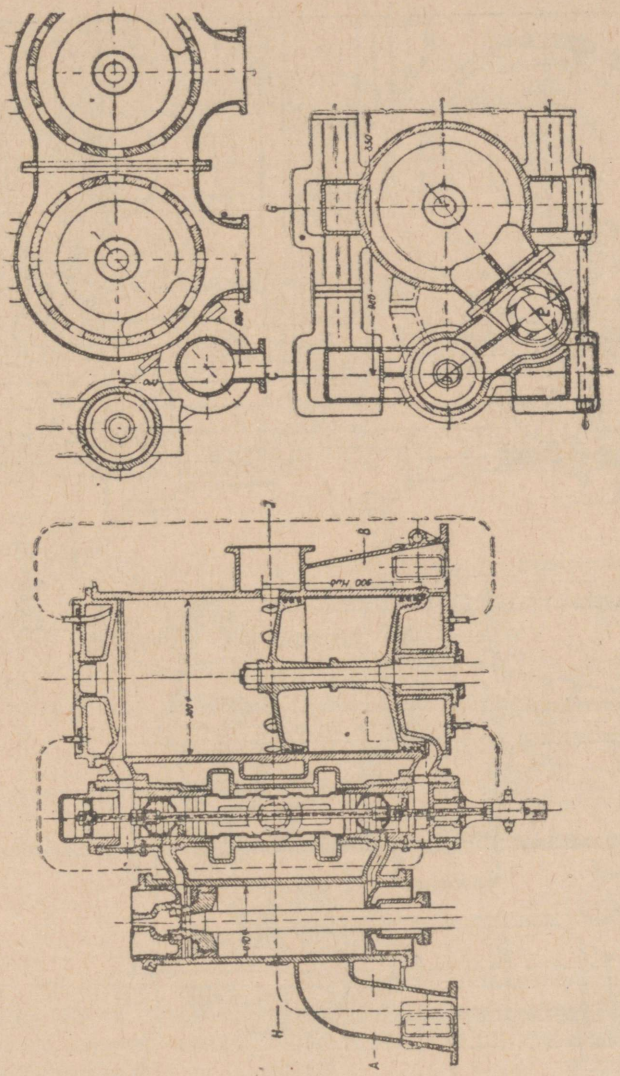
Kõrgsurvesilinder omab sissepandavat töö-särki. MS-silindri kolb on pikendatud tüüpi. Keskmiste silindrite ristpeadelt saavad liikumise balansiir-kangide abil õhu-, toite-, õli-, piltsi- ja muud pumbad.

Alljärgnevalt on toodud konstruktiivseid andmeid Christiansen-Meyer'i masinate kohta (pikkused millimeetrites).

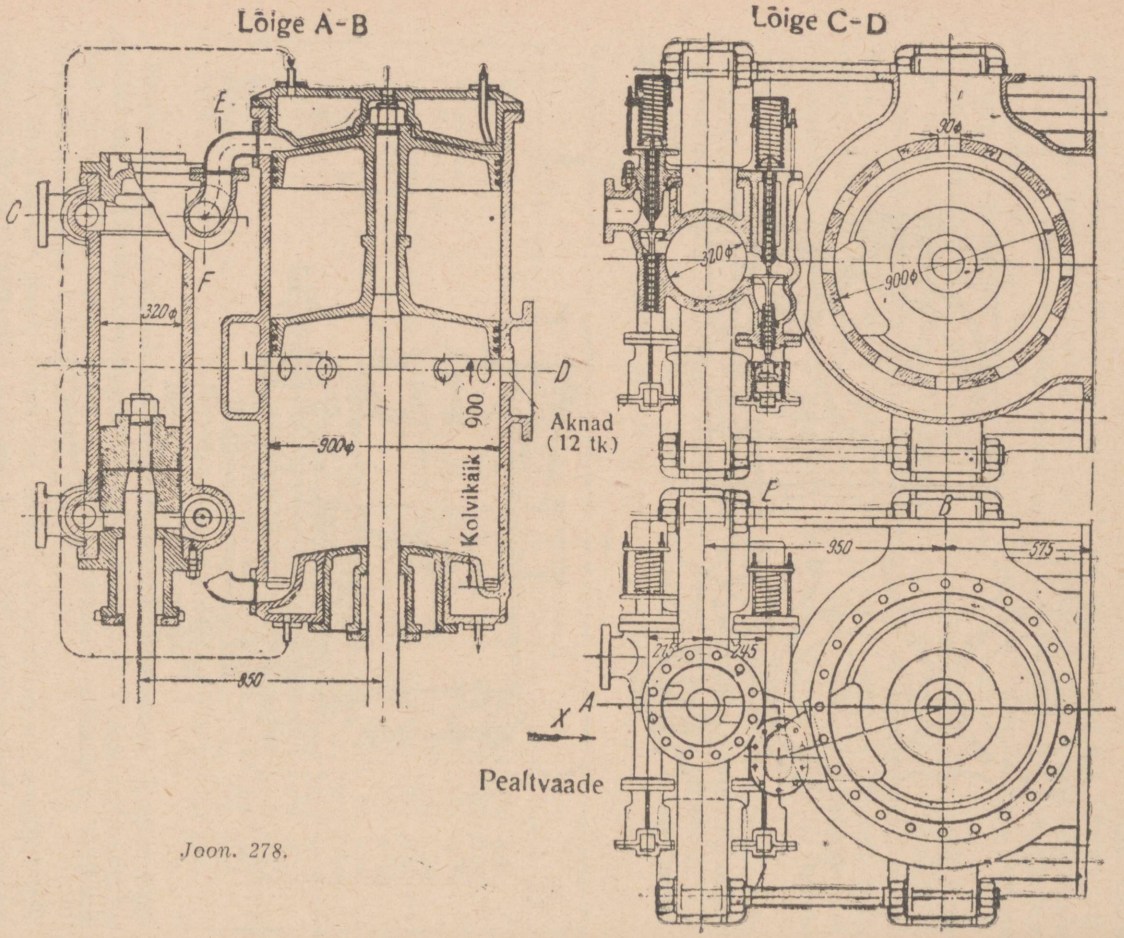
Neljasilindrilised laevamasinad.								
KSS Ø 2x	270	290	310	345	375	425	370	520
MSS Ø 2x	580	320	660	730	800	900	1000	1100
Kolvikäik	580	620	660	730	800	900	1000	1100
Tiirude arv	125	120	115	105	95	88	82	75
Normaalne võimsus HJ	420	500	600	700	875	1110	1350	1650
Katla küttepind m^2	125	145	170	205	250	300	360	430
Kaal tonnides ca	20	26,5	28,5	33	46	65	90	115
Mõõted A	750	820	920	1050	1200	1320	1450	1560
Mõõted B	3000	3200	3220	3660	3960	4800	5200	5440
Mõõted C	500	535	560	520	650	750	800	870
Mõõted D	1350	3600	3740	4030	4400	4900	5300	5750
Mõõted E	890	860	920	980	1080	1200	1300	1400
Mõõted F	800	920	970	980	1080	1200	1300	1400
Mõõted G	1520	1580	1620	1900	1950	2200	2400	2600

Neljasilindrise Christiansen-Meyeri masina teisendiks (variandiks) osutuvad nn. Christiansen-Stumpf'i kolmesilindrised kompaundmasinad. Nad omavad üht KS-silindrit ja kaht otsevoolu põhimõttel töötavat madalsurvesilindrit (joon. 277 ja 278).

Iga aurusilinder omab silindrilist, sisemise aurujaotusega siibrit; KS-siiber juhib auru sisselaset KSS-sse ja ka väljalaset sellest; mõlemad MS-siibrid juhivad ainult auru sisselaset MS-silindrisse. Auru läbivool toimub järgmiselt. KS-siibrit läbiv aur paisub KS-silindris surveni

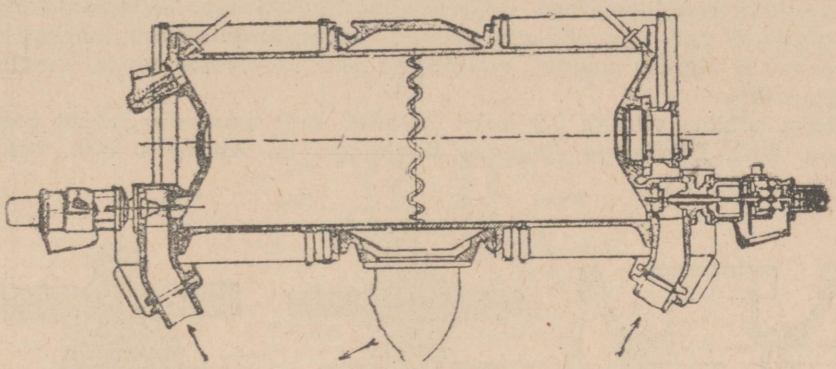


Joon. 277.

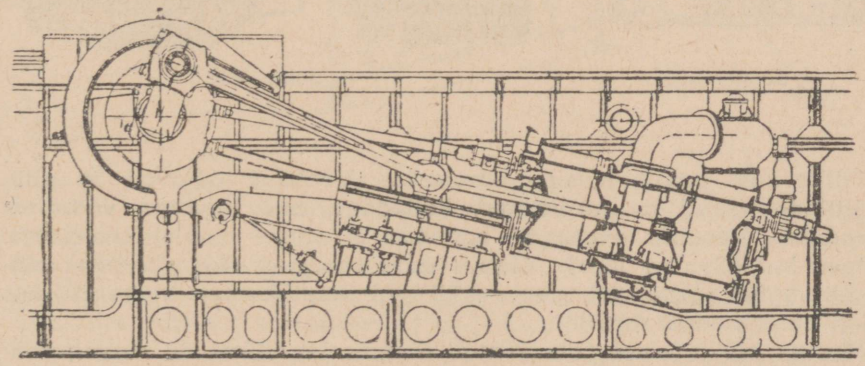

Lõige A-B
Lõige C-D
E
C
F
320ϕ
D
900ϕ
900
Kolvikäik
850
Aknad
(12 tk)
E
B
950
575
215
245
X
A
Pealtvaade

Joon. 278.

3—4 atü ja läheb siis vahetult üle esimesse MS-silindrisse; auru ülejääk aga, pärast selle silindri täitumist, läheb ressivrisse, kust tungib edasi teise MS-silindrisse.



Joon. 279.



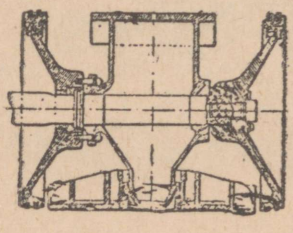
Joon. 280.

Esimene MS-siiber osutub sel viisil ülelaskesiibriks, teine MS-silinder aga töötab ressiivri auruga. Selline auru läbimineku kord on tingitud auru suurest voolamiskiirusest KS-silindrisse ja MS-silindri väikesest täitumisest.

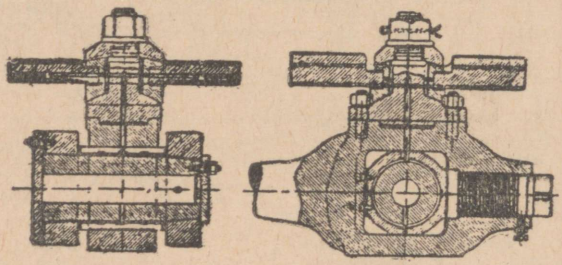
Mõlema MS-silindri keskel on väljalaskeaknad, mis avanevad MS-kolvikäigu 14% pikkusel. Aur väljub läbi ringiliste kanalite vahetult jahutisse. Kompressioon MS-silindris ulatub kuni 91%.

Otsevooluline ventiilmasin jõelaevadele on näidatud joon. 280. See on 1500 HJ, kolmesilindriline masin, mis on monteeritud rataslaevale. Silinder (joon. 279) koosneb kahest osast, mis on monteeritud üldisele, valatud vundamendile; mõlemad osad on jagatud lainekujulise kanaliga, mille kaudu väljub töötanud aur, mis voolab edasi kaht aurujuhestikku mööda kondensaatorisse. Tihenduskarbid sisaldavad neli rõngast, mis asuvad neljas eraldiolevas kambris ja koosnevad igaüks neljast, vedrudega end kolvivarre vastu suruvast segmendist.

Kolvi pikkus võrdub 0,9 kolvi käigust; kolb koosneb neljast osast (joon. 281). Kolvivarre ühendus liuglejaga on näidatud joon. 282.



Joon. 281.



Joon. 282.

Erilist huvi pakub masina aurujaotus. Ventiilid töötavad õli abil. Ventiilide varred on varustatud kolbidega, mis liiguvad väikestes silindrites. Ventiilid avanevad surutava õli mõjul nendele kolbidele. Niipea kui õlisurve lõpeb, sunnib auru kompressioon silindrites sulguma ventiili vedru abil, ning ventiil jääb suletuks auru surve all, mis tuleb aurujuhtivast torust.

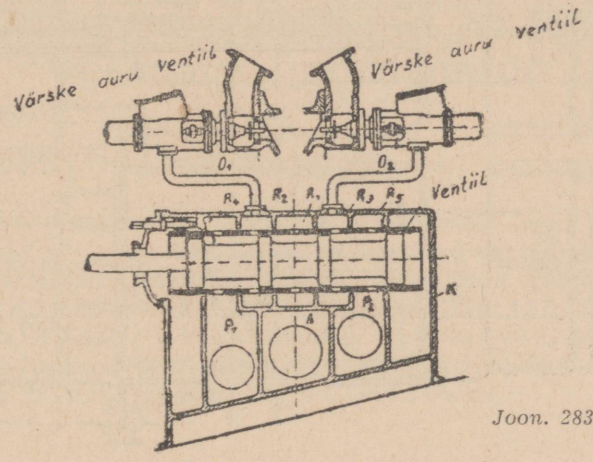
Masina käivitamisel pole ventiili avamiseks küllalt õli survet; seepärast vähendatakse auru survet aurujuhtivas torus manööverventiili abil. Õli juurdeandmise reguleerimine kolvile toimub muutuva siibri abil, mis käivitub ekstsentrikuga (joon. 283).

Õli, mida surutakse erilise pumbaga, jookseb läbi ruumi (A), mis on surve ühtlustamise kambriks, läheb siit üle ruumi (R) ning siis kordamööda ruumidesse (R_2) ja (R_3); viimased ühenduvad torudega (O_1) ja (O_2) ventiilide abil. Õli voolab välja läbi (R_4) ja (R_5) ja samuti ka (P_1) ja (P_2). Need ruumid on varustatud seadeldistega õlilöökide summutamiseks torudes.

Ekstsentrik, mis paneb liikuma siibri, istub võllil ja võib olla pööratav selles; ekstsentriku paneb liikuma hammasülekanne. Tagasikäik

toimub käsikangiga servomootori abil, mis mõjutab manööverventiili varrega seotud kolbi ja võimaldab reguleerida õli survet vastavalt aurusurvele. Nii on kaunis keeruline juhtimine koondatud siin ühele kangile.

Peale kahekordistatud kompaund-masinaid ehitatakse ka lihttöötamisviisiga kompaund-masinaid (Hollandi laevamasinad „Jaffa"). Sellisel masinal on neli ühesuguse mõõduga silindrit monteeritud õõnsale malmraamile, mis osutub ühtlasi ka ressiivriks töötanud auru jaoks:



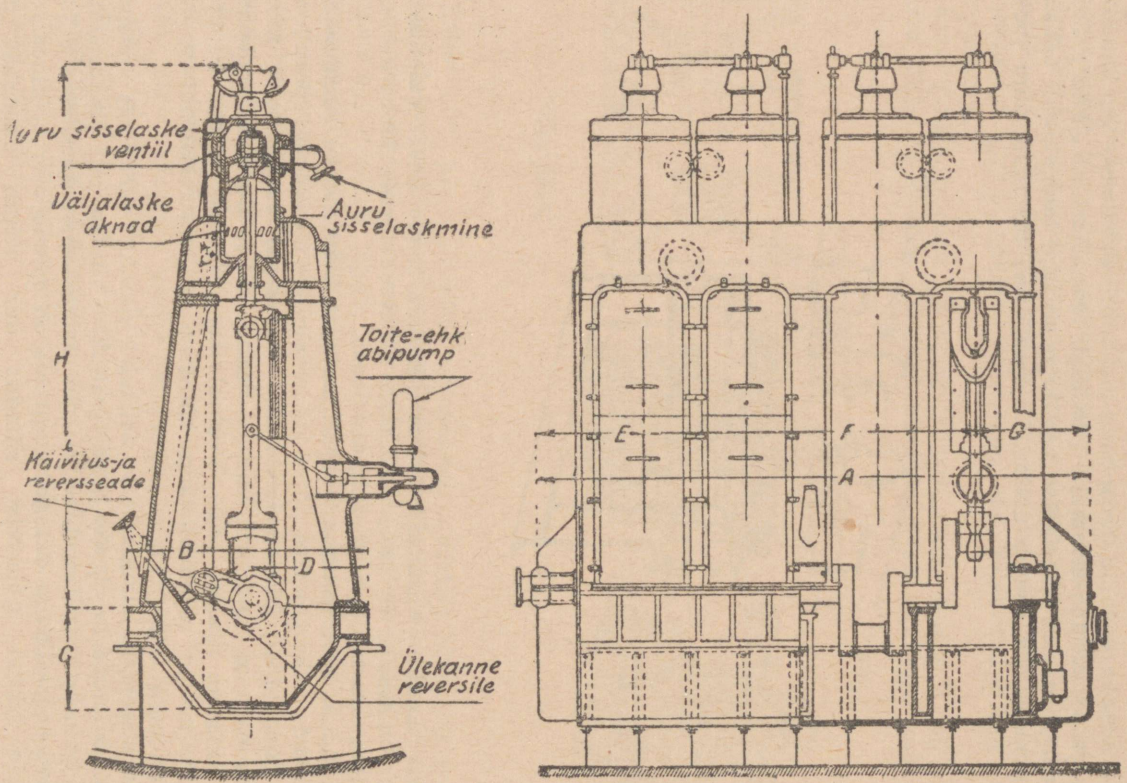
Joon. 283.

samasse raami on ehitatud kolvivarte tihendusseadeldised. Väljalaskekamber on valutervik kahe otstükiga väljalasketorude jaoks kohendsaatorisse, kumbki iga silindripaari jaoks.

Silindrid ja raam on monteeritud malmist A-kujulistele sammastele. Tagumised sambad on varustatud valgemetalliga üle valatud paralleelidega (joon. 284). Masin on kinnise karteriga; vundamendi raami alumine osa on panniks ära töötanud õlile. Sundmäärimispump saab liikumise masina võlli otsal olevalt vändalt. Masin on igalt poolt kinnine ja sarnaneb oma välimuse ja konstruktsiooni poolest naftamootorile.

Auru sisselase silindritesse toimub ventiili abil, mis asetseb iga silindrikaane teljel. Sel viisil juhitakse värske aur silindrikaane ruumi, kus see tsirkuleerub enne tema sisselaskmist silindrisse. Silindrikaaned soojenduvad auruga, nagu see on omane otsevoolumasinate ehitusele. Pärast paisumist silindris aur väljub akendest, mis avanevad kolvi allakäigul, ja väljub kondensaatorisse.

Ventiilid saavad liikumise nukksiividelt.


Auru sisselaske ventiil
Väljalaske aknad
Auru sisselaskmine
Toite-ehk abipump
Käivitus-ja reversseade
Ülekanne reversile
H
G
B
D
E
F
A

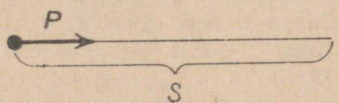
Joon. 284.

SEITSMETEISTKÜMNES PEATÜKK.

Indikaatordiagrammid ja masina võimsuse määramine.

124. Masina võimsus.

Mehaanikas nimetatakse tööks jõu (P) korrutist tema poolt läbitud tee pikkusega (s) (joon. 285). Kuna jõu suurused on antud kilogrammides, tee pikkus aga meetrites, siis on töö ühikuks kilogramm-meeter (kgm). Kilogramm-meeter tähendab sellist tööd, mida tuleb kulutada, et tõsta kilogramm ühe meetri kõrgusele. Masina töö hindamiseks määratakse kindlaks ta töö ühe sekundi vältel, seda tööhulka nimetatakse võimsuseks.



Joon. 285.

Võimsuse ühikuks on ammust ajast olnud nn. hobujõud, s. t. keskmise hobuse võimsus kestval tööl. See võimsus moodustab 75 kilogramm-meetrit sekundis. Kui teataval ajavahemikul on arvutatud masina töö kilogramm-meetrites, siis selleks et saada võimsust, jagatakse see arv 75-ga ja sekundite arvuga, mille vältel töö tehti.

Masina võimsus võib olla indikaatoriline ja efektiivne, mida sageli nimetatakse ka kasulikuks, tegelikuks või pidurvõimsuseks.

Indikaator-võimsus on auru töö silindris ühe sekundi vältel, mida võib määrata väga täpselt seadise, indikaatori abil.

Masina efektiiv-võimsuseks nimetatakse masina sekundilist tööd ta võllil. Seda võib kindlaks määrata eriliste seadiste abil, milledega koormatakse võlli. Seadiseid on mitmesuguseid ja nad kannavad pidurite nime. Masina efektiiv-võimsus on alati väiksem ta indikaator-

võimsusest. Kui näiteks indikaator-võimsus on 1000 hobujõudu, siis efektiivne on ainult 850. Seejuures räägitakse sageli, et masin arendab 1000 indikaatorilist või 850 efektiivset jõudu. Kuid see ei tähenda, et üks efektiivne jõud on suurem, kui üks indikaatoriline: mõlemad võrduvad tööga 75 kgm sekundis, kuid 150 hobujõudu kaob masina silindrite ja võlli vahel kõikide liikuvate osade hõõrdumisele.

Kui tähistada: N_i — masina indikaator-võimsust ja N_e — efektiivset, siis suhet

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$$

nimetatakse masina mehaaniliseks kasukraadiks.

Mehaaniline kasukraad kõigub laevamasinatel piirides 0,70 kuni 0,90 ja oleneb masina suurusest, konstruktsioonist ja korrasolekust. Nii on mehaaniline kasukraad nüüdisaja masinatel suurem kui vanemat tüüpi masinatel, madalam mittekorrashoitud masinatel.

125. Indikaatorid.

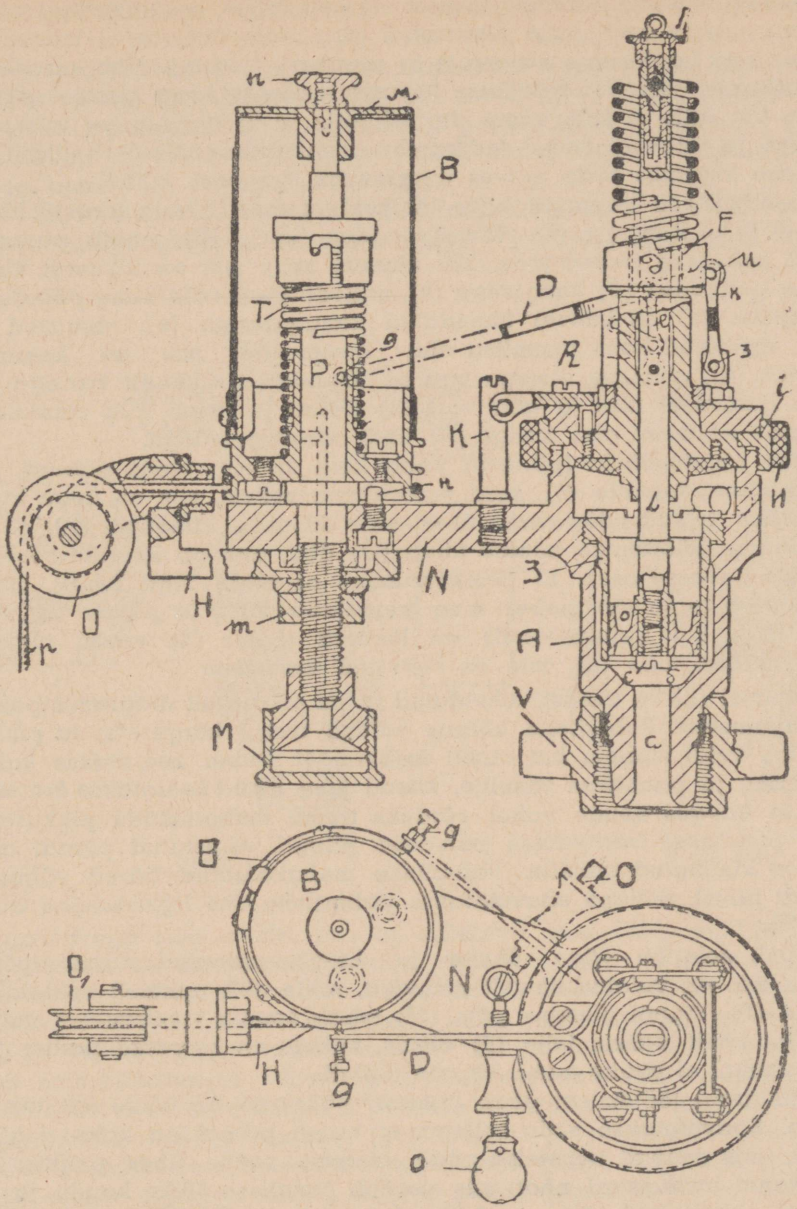
Seadist, mis määrab kindlaks masina võimsuse ja puudused masina aurujaotuses ning töös, nimetatakse indikaatoriks. Neid on mitu süsteemi. Toome siin mõned parimad.

Maihak'i indikaator on kujutatud joon. 286 lõikes ja plaanis. Ta koosneb järgmistest peaosadest: silindrist (A), kolvist (O), varrest (L), vedrust (E), kirjutusseadisest (keDg), trumlist (B) diagrammpaberi asetamiseks, trumli poolt üleskeeratavast vedrust (T) ja trumli vertikaalteljest (P).

Seadise töö põhimõte seisneb selles, et ta silindrisse, mis on ühenduses aurusilindriga erilise kraani abil, tungiv aur tõstab üles indikaatori kolvi (O), surudes kokku indikaatori vedru, kusjuures kirjutusseadise nõel (g) joonistab trumlile pandud paberile (B) diagrammi; trumlit pöörab sellal seadis, mis on kirjeldatud allpool.

Indikaatori välissilinder on valatud ühiselt horisontaalse kronsteiniga (S), millel asub trummel (B). Silindri (A) sisse on pandud töömuhv (3), mille sees käib üles ja alla kolb (O), mis on keeratud varrele (L) ja on pidurdatud kruviga (c). Kolb on auru tihenduseks varustatud välispinnal kolme rõngalise soonega. Silindri ülemine ruum kolvi pealpool on ühendatud mitme augu abil atmosfääriga, et kolvi peal ei tekiks vastusurvet.

Silindri kaas (1) on isoleeritud alt ja külgedelt eboniidist seibiga ja rõngaga, et kaas tugevasti ei soojeneks. Oma kerasarnase peaga tungib ta väljalõikesse, mis on tehtud varres, mille järele varre (L) ülemise otsa peale keeratakse kuplikujuline mutter (1), mis pigistab vedru varrel kinni.



Joon. 286.

Selle indikaatori paremus teistest seisneb selles, et indikaatori vedru ei asu silindri sees, vaid väljaspool ning selle tõttu ta ei kuumendu aurust ega kaota oma karastust ja elastsust. Vedru töötab survele ja ta otstarve on: 1) kolvikese tagasisurumiseks tema kohale pärast seda, kui talle ei suru enam aur silindris ja 2) auru surve vastuvõtmiseks ja üleandmiseks indikaatori kujutamisseadisele selliselt, et viimane kujutaks seda survet diagrammil teatavas mõõdus.

Kaande (R) on keeratud kaks lühikest sammast, mis on liikuvalt ühendatud kahe kangiga (K). Kirjutusseadme kang (D) tungib paremalt poolt kahvlisse (vaata joon. 286 alumist osa), mis on liikuvalt ühendatud punktides (U) kangidega (k), millede peal võib kang pöörduda. Punktides (d) on kahvel ühendatud kangipaariga (e); viimased on üles riputatud kahe tõmmitsa abil sammastel, mis on keeratud kaande (R), alumiste otstega aga on ühendatud liikuvalt varrega (L). Oma liikumisel üles ja alla vars (L) tõstab ja laseb alla vaadeldud kangide süsteemi abil kangi (D) ühes kirjutusnõelaga.

Kuna kirjutusnõela (pliiatsit) peab kord suruma vastu paberit, mis on asetatud trumlile (B), kord eemaldama sellest, siis on kogu kirjutusseadis tehtud pöörlevana ühes oma ülemise kaanega (R). Kirjutusseadme pööramine toimub tihvti (O) abil, mis on keeratud kaane (R) pöörlevasse ossa. Et pealesurumine ei oleks liiga tugev, millepärast võib rebeneda paber ning vigastuda kang ja pliiats (g), siis tihvt (O), kui kirjutusseadis on lükatud trumli (B) vastu, tugineb vastu erilist tuge (K), mis on keeratud kronsteini.

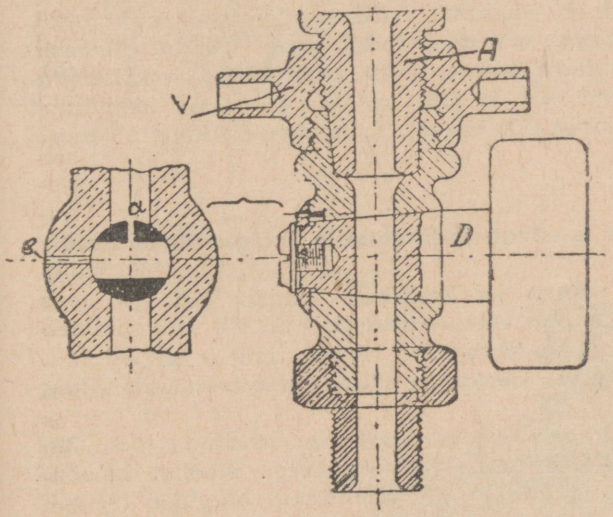
Trummel (B) on vasest, nikeldatud ja on määratud diagrammipaberi mahutamiseks. Paberilehe kõrgus võrdub trumli kõrgusele, ta pikkus aga on veidi suurem kui trumli ümbermõõt. Paber keeratakse kokku silindrina ja pannakse trumlile, kitsad lehe otsad keeratakse ära selliselt, et kaugus nende vahel võrduks trumli ümbermõõdu pikkusega, ning pistetakse vertikaalse painduva piluga varustatud plaadi alla, mis on kinnitatud trumlile. Paberilehe mahakeeratud ääred väljuvad plaadi pilust, millega saavutatakse paberilehe tihe ligisurumine trumlile (B).

Trumli sein on väga õhuke ja kerge, asetatud trumli põhja külge, mis on valatud ühiselt muhviga, mille abil trummel asetatakse teljele (P). Trumli ülemine põhi (M) omab samuti tsentraalset muhvi, millega istub vabalt telje (P) otsale, millele on keeratud mutter (n), et trummel ei saaks maha hüpata teljelt.

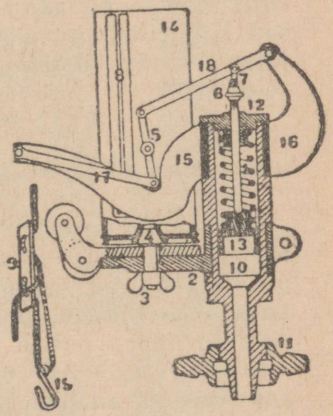
Indikaatori töötamisel peab trummel pöörlema nii ühele kui teisele poole. Saavutatakse seda sellega, et trumli põhjal on kaks ringilist soont, mis asuvad teineteise peal; alumise soone ühes punktis on kinnitatud indikaatori nöör, mis siseneb trumlisse lõike kaudu ja on sellesse kinnitatud võtmega. Nööri (p) teine ots läbib silindrilise ava, mis on tehtud käpas (H), keerleb ümber rulliku (O) ja suundub eri-

lise käiguvähendaja, indikaatori lisaseadme juurde. Seade tõmbab nööri ja keerab trumlit (B). Selle sees ümber telje (P) asetseb tugev vedru (T), mille üks ots on kinnitatud trumli põhja, teine aga — erilise mutri väljalõigetesse, mis on asetatud varre (P) ruudulisele osale. Kui indikaatori nöör liigub alla poole, keerab ta vedru pinguli; niipea kui lõpeb nööri pinge, trumli vedru lahti keerdudes pöörab ta trumli (B) vastupidises suunas.

Et vältida kinnikiilumist trumli pöörlemisel ümber telje (P), peab telge ja trumlit määrima. Selleks on telge (P) tehtud vertikaalne kanal



Joon. 287.



Joon. 288.

väljumisavaga telje otsale, mis on näidatud joon. 286 punktiirina ja mis altpoolt on ühendatud Stauferi õlitoosiga (M). Õlitoosi kaane pealekeeramisel tungib määre mööda kanalit üles ja määrib telge (P).

Kõik indikaatori liikuvad osad: kolb, kirjutusseade ja trummel tehakse inertsjõudude vähendamiseks võimalikult kerged. Seepärast peab kolb hõõrdumise vähendamiseks olema hästi sobitatud ja määritud. Kolvi liikumise kergust loetakse küllaldaseks, kui ta suuga sisse puhudes hakkab liikuma (kui vedru pole kohale pandud). Pliiatsi hõõrdumise vähendamiseks tehakse paber läikivana ja kaetakse erilise seguga, millele vasest pliiats joonistab selge tumeda joone. Indikaatori silindri sabaosa (A) (joon. 286) ühendub tiibmutri (V) abil kraaniga (D). See ühendus on näidatud lõikes joon. 287.

Selle ühenduse tihedus saavutub sellega, et indikaatori silindri sabaosa (A) on treitud koonilisena ja tungib täpselt vastavasse koonilisse õnarasse kraani ülemises otsas. Tiibmutter (V) omab seespool kaht lõiget: ülemist ja alumist. Ülemisega ta keerdub vastavale lõikele, mis on tehtud indikaatori silindri sabas, koonuse peal, alumisega aga — lõikele, mis on tehtud indikaatori kraani ülemisel otsal. Ülemine lõige on jämedam kui alumine ja seepärast mutri pealekeeramisel indikaator tõmbub tihedalt kinni kraani külge. Kolmekäigulise indikaatori kraani läbilõige on näidatud joon. 287 vasakul pool.

Joon. 288 on kujutatud lõikes meil väga levinud Richards'i indikaator sisemise vedruga, mis asetseb kolvi (13) peal. Selle indikaatori kirjutusseadis erineb Maihak'i indikaatori omast ja koosneb muhvist (joonisel mustana), mis asub indikaatori silindri ülemisel osal ja võib pöörelda silindri ümber. Selle muhvi külge on kinnitatud liikumatult kronsteinid (15) ja (16), millede külge on ühendatud kirjutusseadme liigendkangid (17) ja (18). Tiibmutter (3) kinnitub trumli telge (14).

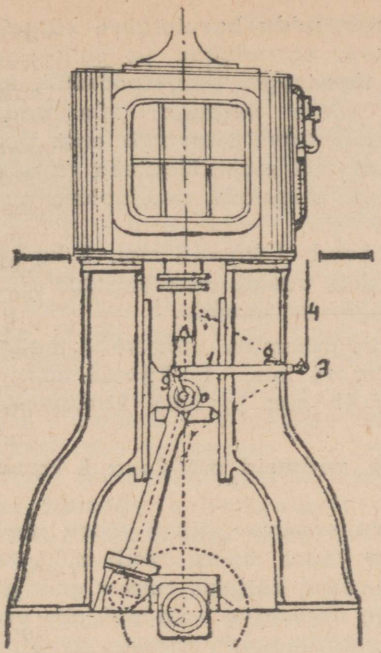
Liikumise ülekandmine masinalt indikaatorile (käiguvähendajad).

Indikaatordiagrammi pikkus on harilikult umbes 100 mm, peamasina kolvikäigu pikkus aga mitu korda (5 kuni 20) suurem. Seepärast peab indikaatori trumli ja masina ristpea vahele, millelt indikaatori nöör saab liikumise, asetama erilise käiguvähendamisseadeldise.

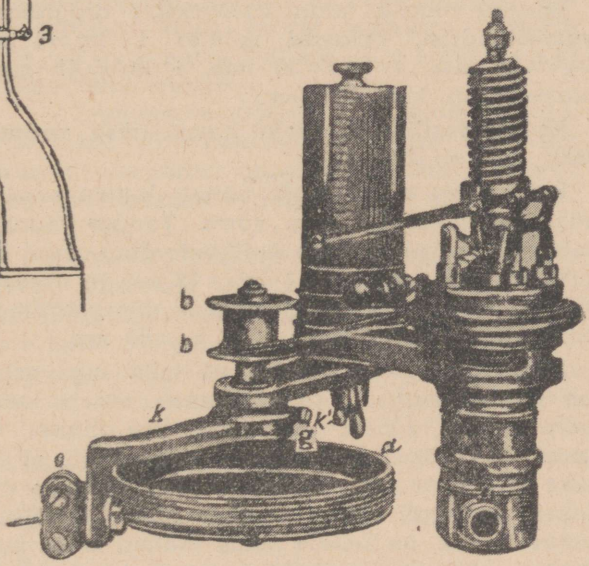
Selline seadeldis vertikaalse masina jaoks on näidatud joon. 289. See koosneb kangist (1), mis omab pöörlemistelge masina kolonnil olevas punktis (2). Kangi pikem ots on ühendatud obaduse (9) abil kolvivarre ristpeaga (10), lühem ots (3) aga nööri (4) abil indikaatoriga selliselt, et nöör on keeratud indikaatori trumli alumises otsas olevasse soonde; nööri üks ots on kinnitatud trumli külge, nöör ise aga läbistatud kahe rulliku vahelt.

Kui kangi ots (3) liigub allapoole ja tõmbab enese järele nööri, siis trummel pöörleb ühes suunas suuruse võrra, mis masina kolvi täie käigu puhul võrdub kangi otsaga (3) tõmmatud kaarega. Masina kolvi tagasiliikumisel nöör ei mõjuta enam indikaatorit ja selle trumlis olev vedru pöörab trumli tagasi algasendisse.

Peale kang-käiguvähendaja kasutatakse väga sageli rull-käiguvähendajat. Selline Maihak'i tüüpi käiguvähendaja on kujutatud joon. 290 ühes Maihak'i indikaatoriga. Ta koosneb suurest rullikust (a), mis asetseb vertikaalsel teljel (c), mille ülemisele otsale on asetatud teine, väiksem rullik (b). Seadme töötamisviis on lihtne ja küllalt selge joonisel 290.



Joon. 289.



Joon. 290.

126. Indikaatori vedrud.

Iga indikaatori juurde kuulub komplekt vedrusid, kuna ühe ja sama indikaatoriga tuleb sageli võtta diagramme masinatel, mis töötavad erineva survega; peale selle peab ka ühe ja sama masina eri silindri jaoks olema eri pinevusega vedru. Kolmekordse paisumisega masina jaoks peab olema kolm eraldi vedru: kõrge-, kesk- ja madalsurve jaoks, kusjuures madalsurve jaoks — kõige nõrgem vedru, kõrgsurvesilindri jaoks aga kõige tugevam. Võttes madal-

survesilindrilt diagrammi tugeva vedruga, mida kasutatakse kõrgetel survetel, tuleb diagramm liiga väiksena, ebaselgena ja selle järgi ei saa arvutada võimsust küllaldase täpsusega. Ümberpöördult, kui kõrgsurvesilindrilt võtta diagramm nõrga vedruga, siis vedru surutakse täielikult kokku enne, kui auru surve saavutab oma tippsuuruse, indikaatordiagramm tuleb pealtpoolt mahalõigatuna ja selle järgi ei saa välja arvutada võimsust ega otsustada aurujaotuse puuduste üle.

Tugevatel vedrudel on harilikult mõõdud: 1 kg = 3 mm, 1 kg = 4 mm, 1 kg = 5 mm, 1 kg = 6 mm, milledele vastab maksimaalne aurusurve suurus: 8 kg, 6 kg, 4 kg, 2 kg, ühe cm^2 pinnale.

Nõrgad vedrud, mida kasutatakse diagrammide võtmiseks madalsurvesilindrist, omavad mõõte: 1 kg=4 mm, 1 kg=20 mm, 1 kg = 25 mm, 1 kg = 30 mm, 1 kg = 45 mm ja neid kasutatakse surve jaoks kuni 6 kg/cm^2.

Kesksurvesilindrite jaoks kasutatakse vedrusid mõõduga 1 kg = 8 mm, 1 kg = 10 mm.

Indikaatori vedru mõõt näitab kirjutusseadise pliiatsi tõusu mm-s rõhu muutumisel 1 atm võrra. Teades vedru mõõtu, võib määrata, millisele survele vastab indikaatordiagrammi kõrguse teatav osa. Kui näiteks vedru mõõt on 1 kg = 12 mm ja aurusurve 5 kg/cm^2, siis osutub indikaatordiagrammi kõrgus atmosfäärijoonest arvates ja kirjutusseadise pliiatsi tõus: $12 \times 5 = 60$ mm.

Kuna indikaatori vedru ei tohi tugevasti venitada, siis selleks on kirjutusseadisel kangülekanne nii, et vedru ise pigistub kokku mitu korda vähem kirjutusseadise pliiatsi tõusust. Indikaatordiagrammide võtmisel valitakse vedrud nii, et diagrammi kõrgus osutuks küllalt suureks, umbes 60 mm. Vedrude õiget näitamist kontrollitakse aeg-ajalt erilise seadme abil. Et võiks otsustada iga vedru pinevuse üle, on sellele peale löödud mõõt, mis antakse indikaatorile kaasa jaotusega varustatud puust joonlaua kujul. Mõõdud võivad olla nii inglise kui ka meetrilistes ühikutes. Näiteks mõõt 1/24 näitab, et 1 toll indikaatordiagrammi kõrgust vastab survele 24 naela ühele ruut-tollile; mõõt 1 at = 5 mm tähendab, et iga 5 mm mööda vertikaaljoont diagrammil vastab aurusurvele 1 at (1 kg/cm^2).

Indikaatori mõõtepiirkonda võib sama vedru juures laiendada vahetatavate silindrite ja kolbide kasutamisega, millega muutub vedrule mõjuv koormus. Selleks antakse indikaatoriga kaasa teine komplekt kolbe ja silindreid. Vedru mõõte uuel kolvi läbimõõdul võib määrata avaldisega: $f_1 = f\frac{d_1^2}{d^2}$ (mm/atm), kus: f — esialgne vedru mõõt (mm/atm), d — esialgne kolvi läbimõõt (mm), d_1 — uus kolvi läbimõõt (mm).

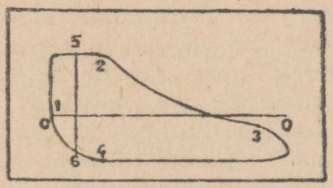
127. Indikaatordiagramm.

Kui eraldada indikaator tema kraani (A) abil aurusilindrist, ühendada see kraan atmosfääriga, indikaatori nöör aga haagiga ühendada liikumise ülekandeseadmega, siis joonistab indikaatori pliiats paberile horisontaalse joone (O—O) (joon. 291), mida nimetatakse atmosfäärijooneks. Selle pikkus kujutab kolvi käiku. Atmosfääriliseks nimetatakse teda aga sellepärast, et indikaatori kolvile sel ajal mõjub altpoolt atmosfääri surve.

Ümberpöördult, kui eraldame indikaatori atmosfäärist ja ühendame ta aurusilindriga, siis joonistab indikaatori pliiats paberile vertikaalse joone (5—6), sest auru surve tõstab kolbi. Sel viisil kujutab iga vertikaalne joon teatavas mõõdus auru survet silindris teataval momendil. Nagu juba teame, on auru surve silindris auru katkestuse ja teiste aurujaotuse momentide tõttu muutuv.

Ühendades indikaatori ta liigutamisseadmega ja aurusilindriga, hakkab indikaatori pliiats liikuma vertikaalselt ja paber pöörlema ühes trumliga horisontaalselt; seepärast joonistab pliiats paberile suletud kõverjoone, mida nimetatakse *indikaatordiagrammiks*. (1—2—3—4).

Joon. 291 on kujutatud *tegelik* indikaatordiagramm. Vaatleme diagrammi, alates vasakust ülemisest nurgast. Joon (5) on diagrammil kõrgeim. Kaugus (perpendikulaar) punktist (5) kuni atmosfääri jooneni kujutab mastaabis silindrisse tuleva värske auru survet, ülemine joon (5) aga on *sisselaske-joon* ja kujutab osa kolvi käigust kuni auru katkestuseni. Joon (2—3) on *aurupaisumis-*



Joon. 291.

joon ja kui selle isesugustest punktidest hakkame alla tõmbama perpendikulaare joonele (00), siis näitab nende ikka vähenev pikkus, kuidas väheneb auru surve suurus silindris pärast auru katkestamist. Antud joonisel lõikab atmosfäärijoon diagrammi; see näitab, et diagramm on võetud madalsurvesilindrist, milles auru surve väljalaske puhul, silindri ühenduse tõttu kondensaatoriga, langeb alla atmosfäärisurvet.

Diagrammidel, mis on võetud kõrg- või keksurvesilindritelt, asub atmosfäärijoon alati allpool diagrammi. Paisumisjoon ulatub kuni diagrammi parempoolse otsani, kui pole auru väljalaske ettetõttu. Joonisel kujutatud diagrammil algab aga punktis (3) auru väljalaske ettetõtu moment ja diagrammijoon langeb järsult allapoole auru surve vähenemise tagajärjel. Kogu alumine joon kuni punktini (4) kujutab auru väljalaset alalise surve puhul. Masinas, mis töötab kondensaatorita, kulgeb väljalaskejoon veidi kõrgemal atmosfäärijoonest.

Punkt (4) tähistab kokkusurumismomenti: auru väljalase on lõppenud, aur surutakse kokku ja ta surve suureneb, mida näitab joon (4—1), mis on kokkusurumisjooneks. Lõpuks punktis (1) teostub värske auru sisselase, mille tõttu auru surve kiiresti tõuseb kuni surveni sisselaskmisel ja diagrammijoon punktist (1) alates suundub ülespoole peagu vertikaalselt. Punkt (1) kujutab auru sisselaske ettetõtu momenti. Masina järgmise tiiru vältel pliiats joonistab uuesti samasuguse suletud kõverjoone jne.

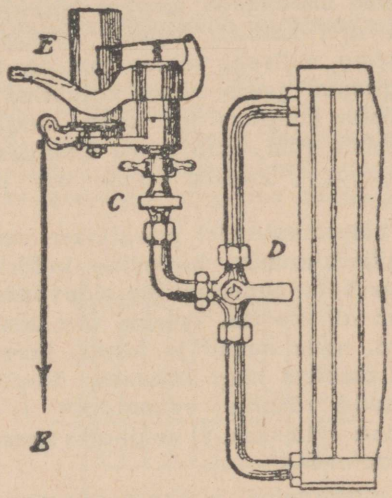
128. Indikaatori ülesseadmine masina silindri külge.

Üldjoonis indikaatori ülesseadmiseks masina silindri külge on antud joon. 292. Nagu sellest näha, on mõlemad silindriruumid, ülemine ja alumine, ühendatud kolmekäigulise indikaatorikraaniga (C), mille külge on kinnitatud indikaator. Käesoleval juhul on indikaatorikraani (C) ja masina silindri vahel veel teine kolmekäiguline kraan (D). Säärane ehitusviis on peamasina kõikidel silindritel, kuna indikaatordiagrammid võetakse kõikidelt silindritelt üheaegselt.

Et indikaator oleks alati korras ja töötaks õigesti, peab teda hoidma hästi puhastatuna ja määrituna. Indikaatorite määrimiseks kasutatakse erilist kondi- või vaseliinõli, kuid võib kasutada ka kastoorõli; ülekuumendatud auru, samuti ka kõrge aurusurve puhul võib kasutada head silindriõli või viskosiini sorte.

Enne indikaatori asetamist masina silindrile peab läbi puhuma indikaatori torud, mis juhivad auru kolmekäigulise kraani (D) juurde (joon. 292). Selleks avatakse kraanid torudel silindrite ülemise ja alumise otsa juures, avades enne seda keskmine kolmekäiguline kraan. Kui jätta torud läbi puhumata, siis võib torudesse korjunud mustus mustata indikaatorit ja rikkuda ta korralikku tööd. Torud läbi puhutud, keeratakse kolmekäigulise kraani toru külge indikaatori kraan (C) (joon. 292). Seejuures on vaja kraani käepide asetada selliselt, et seda võiks keerata igale poole ja et oleksid nähtavad kriipsud kraani käepidemel. Siis määritakse indikaatori kolb, valitakse antud silindri jaoks vajalik vedru ja asetatakse indikaator kohale selliselt, et seda oleks hõlbus käsitada ja et indikaatordiagramm oleks hästi nähtav.

Indikaatorinööri hõlpsamaks reguleerimiseks varustatakse ta puust lauakesega (O) (joon. 291), mille aukudes nöör hoidub kohal hõõrdumisega; lauake asub nööri alumisel otsal ja omab nelja auku; nöör lastakse esmalt läbi kahest ülemisest august, mille järele nööri ots põimitakse kahes alumises avas. Siis, venitades nööri kahest ülemisest august välja ja tehes konksuga varustatud aasa pikemaks või lühemaks, muudetakse sellega nööri pikkus nõutava suuruseni.



Joon. 292.

Kui nööri pikkus on kindlaks määratud masina ristpea ülemise (lähema) asendini, milleks on vaja nööri konks tõmmata selle asendini ning veenduda, et rullikul oleks veel küllalt nööri varuks (mitte vähem, kui üks keerd trumli ümber), siis haagitakse konks juhtkangile ristpealt ja kontrollitakse, kas nöör mahavõtmisel kuhugi kinni ei hakka ja kas ta jookseb ligikaudu paralleelselt silindri teljele, mille järele konks haagitakse juhtkangi küljest lahti.

Enne diagrammi võtmist avatakse täielikult indikaatorikraanid silindritel, sest muidu ei tule diagrammid küllalt täpsed.

129. Indikaatordiagrammide võtmine.

Nöör ühendatakse ristpea juhtkangiga, mille tõttu trummel hakkab pöörlema, siis soojendatakse indikaatorit, ühendades ta masina silindriga, kuid seejuures viies pliiatsi paberilt eemale. Siis eraldatakse

indikaatorikraani (C) abil (joon. 292) indikaator masina silindrist, ühendatakse ta atmosfääriga ja nihutatakse paberi juurde kirjutusseade. Pliiats eemaldatakse uuesti, indikaator ühendatakse silindri ülemise ruumiga, keeratES kraane (C) ja (D); pliiats nihutatakse vastu paberit, kuid väga lühikeseks ajaks, sest muidu võib pliiats rebida paberi katki; siis, eemaldades kirjutusseade, ühendatakse indikaator kraanide abil alumise silindriruumiga ja võetakse sellest teine diagramm.

Diagrammid võetakse üheaegselt masina kõikidelt silindritelt, seejuures peab võtmise ajal hoidma täpselt ühesugused tiirude arvud ning üldse mitte muutma milleski suhtes masina tööd.

Igal indikaatordiagrammil peab olema kirjutatud või trükitud laeva nimi, diagrammi võtmise kuupäev ja aasta, diagrammi number või seeria, kui neid võetakse mitu, auru surve kateldes manomeetri järgi, tühjus vaakuummeetri järgi, masina tiirude arv diagrammi võtmise ajal ning vedru mõõt.

Pärast diagrammi väljaarvutamist märgitakse sellele täiteaste ülemises ja alumises silindriruumis, keskmine indikaatoriline surve ja antud silindri võimsus hobujõududes. Merelaevades peab peale selle olema märgitud: auru all olevate katelde arv, laeva süvis vööris ja ahtris, mere seisukord, tuule suund ja kiirus, laeva kiirus sõlmedes, kütteaine nimetus ja omadus ning küttekulu öö-päeva vältel.

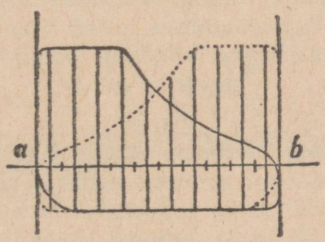
Indikaatordiagrammide võtmine võimaldab: 1) kindlaks määrata diagrammi järgi masina võimsuse, 2) selgitada igasugused väärnähted auru töös ja auru jaotuses.

Masina võimsuse määramine indikaatordiagrammide abil põhjeneb järgmisel: on teada, et iga töö väljendub jõu korrutisega tema poolt läbistatud teega. Kui jälgime, kuidas saadakse indikaatordiagramm, siis veendume, et selle pind kujutab teatavas mõõdus tööd masina silindris (ühes kolvipoolses ruumis) kahe kolvikäigu vältel. Nimelt on diagrammi pikkus — kolvikäigu pikkus (s. t. jõu läbitud tee) teatavas, vähendatud mõõtkavas, diagrammi kõrgus erinevates kohtades aga — jõud auru survest kolvile erinevatel töö momentidel, samuti teatavas mõõdus. Kui auru surve silindris oleks kogu kolvikäigu vältel alaline, siis kujuneks diagramm püstküliku kujuliseks — alusega mis võrdub jõu läbitud teega, ja kõrgusega, mis võrdub seda teed läbinud jõuga (teatavas mõõdus). Püstküliku aluse ja kõrguse korrutis väljendab ta pinna suurust ning ühes sellega ka auru töö suurust silindris. Tegelikult muutub auru surve kogu aja pidevalt kogu kolvi liikumise vältel ühest surnud-punktist teiseni ning seepärast ka jõud, mida kolb annab üle masina väntvõllile, muutub samuti kogu teepikkuse vältel katkestuse momendist kuni vastasoleva surnud-punktini. Seepärast masina võimsuse arvutamiseks indikaatordiagrammide järgi kasutatakse erilist võtet, ja nimelt: oletatakse,

et kolvi töökäik teostub silindris diagrammi ühest äärmisest punktist teiseni mingisuguse alalise survega, kusjuures selle surve suurus on selline, et püstküliku pind, mis on ehitatud sellel survel ja alusel, mis võrdub diagrammi pikkusega, täpselt võrdub ka indikaatori poolt võetud pinnaga. Leides sellise surve, mida nimetatakse keskmiseks indikaatoriliseks surveks, pole enam raske arvutada masina indikaatorilist võimsust.

130. Võimsuse kindlaksmääramine indikaatordiagrammide järgi.

Selleks peab kõigepealt (joon. 293) kindlaks määrama keskmise indikaatorilise surve. Diagrammide otstest (üks diagramm kuulub ühele silindriruumile, teine — teisele) tõmmatakse perpendikulaarid. Vahe (ab) nende vahel atmosfäärijoonel, mis vastab kolvikäigu pikkusele, jagatakse kümneks võrdseks osaks ja iga jaotuse kes-



Joon. 293.

kelt püstitatakse perpendikulaar. Mõõtes kõikide perpendikulaaride pikkused, võetakse nende summa ja jagatakse 10-ga. Oletame, et saime 28 pikkuseühikut. Olgu vedru mõõduks 1 kg=14 mm, siis keskmine surve võrdub: 28 : 14 = 2 kg/cm². Samal viisil leiame teise diagrammi keskmise surve — teises silindripooles. Oletame, et see on 2,2 kg/cm². Lõplikult leiame keskmise indikaatorilise surve mõlematest, s. o. $\frac{2+2,2}{2} = 2,1$ kg/cm².

Võimsuse arvutamine toimub harilikult meetermõõtudes, kus auru surve ühikuks võetakse surve 1 kg/cm², kolvikäigu pikkuse ühikuks m, silindri läbimõõdu ühikuks cm, aja ühikuks 1 sekund ja töö ühikuks — 1 kgm.

Võimsust arvuda võib ligikaudselt ja täiesti täpselt (soojustehnilistel katsetamistel). Ligikaudsetes arvutustes ei arvestata sellega, et kolvi pind, millele surub aur altpoolt (vertikaalses masinas), on

väiksem kolvivarre põiklõike pinna $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$ suuruse võrra ja et ebaühtlase täiteastme tõttu mõlemas silindriruumis surve ühes silindriruumis veidi erineb survest teises.

Võimsuse arvutamine toimub järgmiselt:

1. Aurusurve jõud kolvile võrdub:

$$P = \frac{p_i \cdot 3{,}14}{4} d^2 = 0{,}79\ p_i \cdot d^2, \text{ (kg)}$$

kus p_i — keskmine indikaatoriline surve mõlemas silindriruumis kg/cm², d — silindri läbimõõt sentimeetrites.

2. Aurusurve töö ühe tiiru vältel: $0{,}79\ p_i \cdot d^2 \cdot 2 \cdot s$, kus s on kolvi käik meetrites.

3. Aurusurve töö ühe sekundi vältel:

$$N_i = \frac{0{,}79 \cdot P_i \cdot d^2 \cdot 2 \cdot s \cdot n}{60} = \frac{1{,}58\ P_i \cdot s \cdot n \cdot d^2}{60} \text{ (kgm/sek)}$$

kus n — masina tiirude arv minutis.

See osutubki võimsuseks kilogramm-meetrides/sekundis.

4. Et saada võimsus hobujõududes, peab viimase jagama 75-ga.

Seega võrdub indikaatoriline võimsus hobujõududes

$$N_i = \frac{1{,}58 \cdot P_i \cdot s \cdot n \cdot d^2}{60 \cdot 75} \text{ (HJ)}.$$

Vaadeldes seda valemit, näeme, et see sisaldab *alalisi* suurusi, mis olenevad ainult silindri mõõtmetest ega muutu antud masinas, ning muutuvaid suurusi, mis muutuvad masina töös. Esimesteks osutuvad: arvud 1,58, 60 ja 75, silindri läbimõõt (d) ja kolvikäik (s). Teisteks: p_i — keskmine indikaatoriline aurusurve ja (n) — tiirude arv.

On selge, et võimsuse arvutamisel arvutada igakord esimesi suurusi oleks liigseks ja kasutuks tööks.

Tähistades korrutise $\frac{1{,}58 \cdot s \cdot d^2}{60 \cdot 75}$ meetermõõtudes tähega (A) tuletame täpse ja lihtsa valemi indikaatorvõimsuse arvutamiseks

$$N_i = A \cdot p_i \cdot n \text{ (IHJ)}$$

Näide: silindri läbimõõt — 950 mm;
kolvikäik — 1100 mm;
tiirude arv — 90 r/min;
keskmine indikaatorline surve — 1,5 kg/cm²

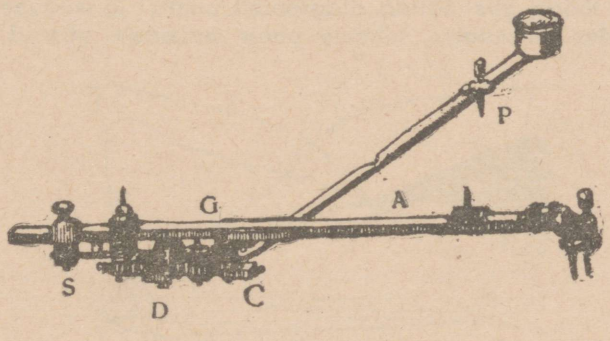
$$\text{Siis on: } A = \frac{1{,}58 \cdot 1{,}1 \cdot 95^2}{60 \cdot 75} \approx 3{,}5$$

$$N_i = 3{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 90 = 472{,}5 \text{ (IHJ)}$$

Et saada kogu masina võimsuse, peab üksikute silindrite võimsused liitma.

Selleks on vaja, et kõikidest silindritest diagrammid oleksid võetud üheaegselt, s. o. et iga silindri jaoks oleks kasutatud eri indikaatorit. Kui aga omatakse ainult üht indikaatorit, siis peab diagrammid võtma kiiresti üksteise järele ning masinasse tuleva auru surve ja masina tiirude arv ei tohi selle aja vältel muutuda, sest muidu osutub masina võimsuse kindlaksmääramine ebaõigeks.

Planimeeter — indikaatordiagrammide planimeetrimine. Eelpool nägime juba, et indikaatordiagrammi pind peab teatavas mõõdus võrduma indikaatorvõimsusega. Täpsem indikaatordiagrammide pinna mõõtmine, sellega masina võimsuse määramine, mida kasutatakse soojustehnilistel katsetamistel, toimub erilise mõõduriista, planimeetri abil.



Joon. 294.

Üks tarvitatavamaid planimeetreid, nimelt Amsler'i oma, on kujutatud joon. 294. See koosneb radiaalsest joonlauast (CP) mis on varustatud nõelaga (P) ja raskusega otsal. Nõel (P) osutub tsentriks, mille ümber pöörleb kogu seadeldis. Oma teise otsaga on radiaalne joonlaud ühendatud teljel nn. liuglejaga või roomikuga, mis liugleb mööda ruudulist joonlauda (A), mille parempoolsel otsal asub tihvt (F), — selle vedamiseks mööda diagrammi-joont.

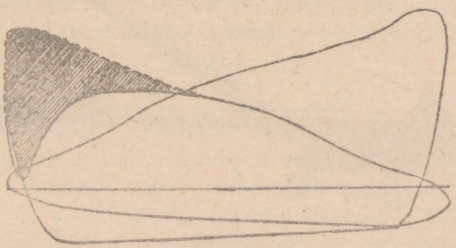
Selle joonlaua roomikul asub ka arveratas (D), mis mõjutab tigulekande abil arvelugeja ratast (G). Roomiku paigutamine täpsesse asendisse toimub kruvi (D) abil. Joonlaual (A) on mitmesugused märgid, mis vastavad ühikutele, milledes selle mõõduriista abil võib määrata diagrammi pinda. Seadme pöörlemisel tsenter-nõel (P) asetatakse väljapoole diagrammijoont, nõel (F) aga pannakse diagrammi-joonele ja loetakse näited arverattal (D) ja lugejal (G); siis veetakse tihvtiga (F) kellaosuti liikumise suunas piki kogu diagrammi-joont, kuni tullakse väljumispunkti tagasi, — loe-

takse siis uuesti näited ning lahutatakse need eelmisest, ja vahe korrutatakse arvuga, nn. mooduliga, mis on märgitud joonlaual (A) teatavate ühikute jaoks. Tulemus osutubki mõõdetava diagrammi pinna suuruseks.

131. Indikaatordiagrammidest järeldatud korratused masina töös ja nende vältimine.

Kuna indikaatordiagrammi piiravad jooned vastavad aurujaotuse mitmesugustele perioodidele, siis võib diagrammi järgi leida nii mõnegi masina vea. Sellepärast, kui laevas on olemas indikaator, siis peab püüdma temast ammutada võimalikult suuremat kasu.

Kuna indikaatordiagrammi pind on võrdeline masina silindris auru poolt tehtud tööga, siis näitab diagrammi pinna igasugune vähenemine, võrreldes normaalse, tehaste poolt masinalt võetud diagram-



Joon. 295.

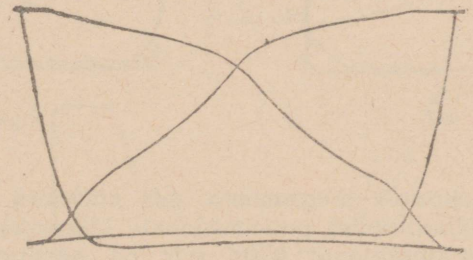
miga — masina ebaõiget tööd. Vilunud mehaanik loeb indikaatordiagrammidest kõik korratused ja puudused aurujaotuses ja ka masina enese sisemises töös.

Alljärgnevalt on toodud korratused ja indikaatordiagrammide abil avastatud väärnähted, mida võib jagada kolme rühma: 1) aurujaotuse perioodide ja momentide korratused, 2) korratused, mis tekivad masina, s. t. siibrite, kolbide ja kondensaatorite ebakorralikust tööst, ja 3) korratused kas indikaatori enese vigadest või diagrammide ebaõigest võtmisest.

a) Ebaõige sisselase. Sellised vead võivad esineda indikaatordiagrammil kas hilise sisselaske alguse või mitte küllaldase sisselaske (sisselaske pidurdamise) kujul. Hiline sisselase ühesse silindripoolde võib tekkida kas siibri ebaõigest asetamisest siibrivarrele ja mitteküllaldasest või negatiivsest sisselaske liinilisest ette-

tõtust, või siis liiga suurest sisselaske ülekattest, mille tõttu siiber, kui kolb asub surnud-punktil, et ava auruakent. Joon. 295 (hiline sisselase) näidatud diagrammil avastab tema vasakpoolne osa, mis vastab alumisele silindripoolele, suurt võimsuse kadu, milline osa on diagrammil viirutatud. Kokkusurve alumises silindriruumis on väga suur ja kui kolb hakkab liikuma edasi, langeb auru surve korraga, mille tõttu tuleb diagrammil kõrge ja kitsas l i n g ning edaspidine auru sisselase silindrisse tuleb mööda ebanormaalset, kumerat kõverjoont.

Sellisel juhul peab kõigepealt kontrollima liinilise ettetõtu suurust. Kui aga ettetõtt osutub normaalseks, peab maha raiuma hilise sisselaske küljelt siibri sisselaske ääre. Silindri täitumine selles silindripooles sellest tugevasti ei suurene, vaid tasandub ainult täitumisega teises silindripooles.



Joon. 296.

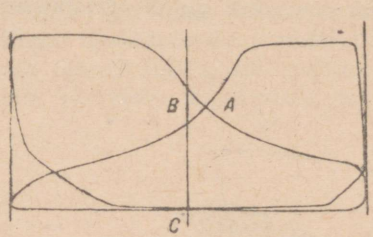
Mitte küllaldane auru sisselase silindrisse võib toimuda mitmesugustel põhjustel. Kõige sagedamaks põhjuseks osutub stoppventiili mittetäielik avamine või masina tunduv puudulik koormamine, kui masin ei tööta täie võimsusega ja ainult osa katlaid on auru all.

b) E b a õ i g e a u r u k a t k e s t u s. Vead aurukatkestuses väljenduvad kas liiga varases katkestuses või ebaühtlases katkestusastmes (täitumises) mõlemas silindripooles, mille tagajärjeks on nendes auru ebaühtlane töö ja ebaühtlane võimsus.

Kui masin pole varustatud katkestussiibriga, siis võib katkestus- ja täiteastme muutumine silindris toimuda teatavais piirides kulissi abil, kusjuures täitumise vähendamiseks ja varemaks katkestamiseks kulissi ei nihutata ta äärmise asendini. Selline juhtum on näidatud joon. 296, kus on antud kolmekordse paisumisega masina kõrgsurvesilindri indikaatordiagrammid, mis on võetud liiga varasel aurukatkestusel.

Tagajärjeks osutuvad: 1) liiga suur sisselaskesurve langus, mille tagajärjeks on diagrammi pinna ja indikaatorilise töö vähenemine; 2) lingud diagrammi ülemistes nurkades, mis näitavad liiga suurt kokkusurvet; 3) lingud alumistes nurkades, mis vihjavad liiga suurele väljalaske ettetõtule.

Mitteühtlane auru töö mõlemas silindriruumis avaldub diagrammide ebavõrdses pinnas: üks tuleb suuremana, teine väiksemana. Põhjuseks on siibri ebaõige asetus varrel — siiber on asetatud liiga kõrgele või liiga madalale — kui ka ülekatte ebavõrdne pikkus. Nii üht kui teist võib kontrollida tegelikult: esimest — mõõtes lineaarset ettetõttu ülalt ja alt, teist — mõõtes siibri äärte pikkusi.



Joon. 297.



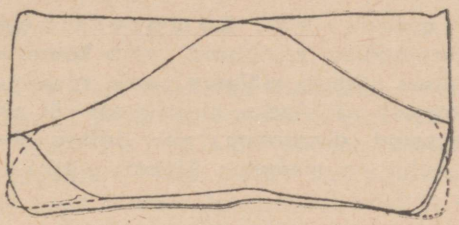
Joon. 298.

Joon. 297 on kujutatud diagrammid, mis näitavad siibri ebaõiget asetust: mõlema silindriruumi paisumisjoonte lõikumispunkt (A) asub väljaspool perpendikulaarjoont (CB), mis on püstitatud diagrammi pikkuse keskpunktist. Käesolev juhus — punkt (A) paremal pool püstjoonest — vihjab sellele, et lineaarne ettetõtt on ülal suurem kui all. Vastupidiselt: kui punkt (A) tuleb vasakule poole, siis vihjab see liiga suurele lineaarsele ettetõtule allpool. P a r a n d u s: kontrollida ja seada siiber õigesti oma varrele.

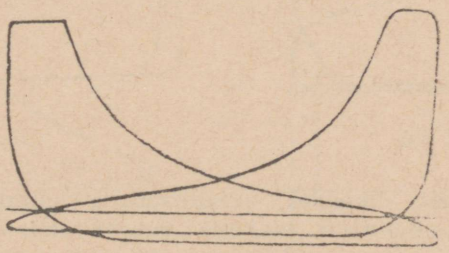
Sisselaske ülekatete ebavõrdsus väljendub mõlema silindriruumi diagrammide palju suuremas eirnevuses kui eelmisel juhul. Joon. 293 on kujutatud diagrammid, mis näitavad, et ülemine sisselaske ülekate on suurem kui alumine, mille tõttu katkestus ülal toimub hiljemini kui all. P a r a n d u s: kui katkestus all osutub liiga varajaseks, siis maha raiuda osa alumisest sisselaske ülekattest. Kui katkestus all on küllaldane, kinnitada siibri ülemisele äärele kruvidel rauast lapp — sisselaske ülekatte suurendamiseks.

c) E b a õ i g e v ä l j a l a s e. Väljalaske vead võivad väljenduda: liiga varajases või liiga hilises väljelaskes (väljalaske ettetõtt), väljalaske ettetõtu ebaühtluses mõlemas silindriruumis ja lõpuks puudulikus väljalaskes, resp. väljalaske pidurdamises, mis väljendub vastusurve suurenemises ja väljalaskejoone kõrgenemises diagram-

mil. Joon. 299 näitab diagramme, mis on võetud kompaundmasina kõrgsurvesilindrilt ning mis väljendavad liiga väikest väljalaske ettetõttu, mille tõttu paisumine kestab edasi, kuni kolb pole jõudnud oma äärmise asendini, ning auru väljalase ei teostu õigel ajal, vaid pidurdub. Öeldu on eriti kahjulik madalsurvesilindrile, kuna see väljendub vastusurve suurenemises ja diagrammi pinna tuntavas vähenemises, võrreldes normaalsete diagrammidega.



Joon. 299.



Joon. 300.

Väljalaske ettetõtu suurendamise normaalseks abinõuks on siibri väljalaske ülekatete vähendamine (nende maharaiumine), kuna seejuures väljalaske ettetõtt teostub varem. Kuid käesoleval juhul see abinõu ei kõlba, sest ta tekitab kokkusurumise vähendamist, toodud diagrammidel aga kokkusurumine puudub niigi. Seepärast võib viga käesoleval juhul parandada suurendades veidi ettetõtunurka, s. o. ümber kiiludes ekstsentriku masina tiirlemise suunas. Seejuures suureneb ühel ajal veidi ka sisselaske lineaarne ettetõtt ja kokkusurve.

Liiga suur vastusurve madalsurvesilindris tekib kas halvast tühjusest kondensaatoris või auru väljalaske kitsendustest kas silindrikanalites või heitaurutorus; kõrgsurve- ja kesksurvesilindrites aga — ressiivrite mitteküllaldasest mahust.

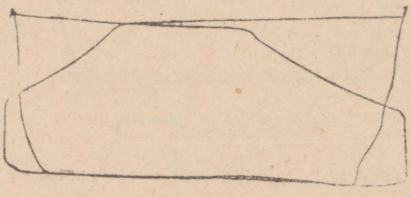
Sellal kui esimesed olukorrad kõrvalduvad kondensaatori vastava korrashoiuga, osutab viimane juhtum juba masina konstruktiivseks puuduseks.

Joon. 300 on näidatud madalsurvesilindrist võetud diagramm, milles alumise silindriruumi väljalaskejoon asub kõrgemal kui ülemise silindriruumi oma. See vihjab õhu sisseimemisele madalsurvesilindri alumisse ruumi auru väljalaske ajal läbi kolvivarre tihenduspuksi. Kõrvaldamiseks peab kas pingutama tihenduspuksi või uuendama tihendit.

d) Kokkusurumis- või kompressioonivead. Samuti nagu teisedki aurujaotuse perioodid, võib kompressioon olla suur, väike või ebaühtlane silindri mõlema poole ruumides, olenevalt liiga suurtest või väikestest väljalaske ülekatetest või nende ühtlusetusest. Joon. 301 on kujutatud diagramm, mis näitab sisemiste ülekatete erinevat pikkust: ülal on sisemine ülekate väike, all — suur, mille



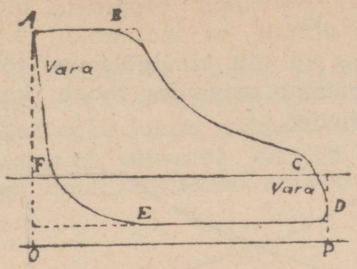
Joon. 301.



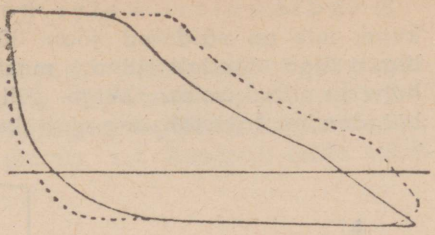
Joon. 302.

tõttu kompressioon ülemises silindriruumis algab hiljem, alumises aga varem. Parandus: ülekatte suurendamiseks pannakse ülekattele juurde lisalapp; vähendamiseks aga raiutakse osa siibripinda väljalaske poolt maha. Joon. 302 on kujutatud indikaatordiagrammid, mis on võetud ventiil-aurujaotusega masinalt, millel kompressiooniaste mõlemas silindriruumis on liiga suur. Seetõttu tulevad diagrammide ülemistes nurkades lingud ja auru sisselaske algus teostub liiga hilja. Sama pilti nägime juba joon. 293. Siin tuleks vea parandamiseks väljalaskeülekatted maha raiuda.

e) Diagrammide ja aurujaotuse vead ebanormaalsest ettetõtunurgast. Sellisel juhul osutub siibri ettetõtunurk kas liiga suureks või liiga väikeseks. Joon. 303 kujutatud diagramm vihjab sellele, et ettetõtunurk on liiga suur, mille tõttu kõik perioodid, selle hulgas ka väljalaske- ja sisselaske-ettetõtt, algavad liiga vara, ja kompressioon tuleb liiga suur. Liiga suur ettetõtunurk vähendab tunduvalt diagrammi pinda ja masina tööd, nagu seda on näha joon. 304, kus punktiirina on näidatud normaalne diagramm. Parandus: asetada ekstsentrik võllil tagasi, vähendades

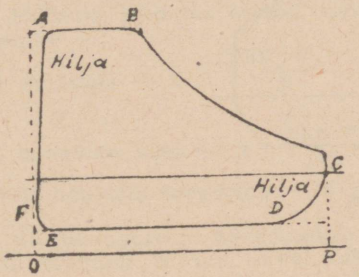


Joon. 303.

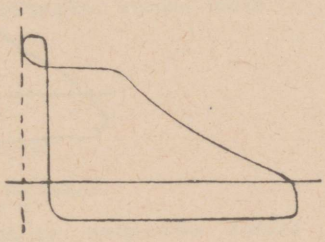


Joon. 304.

ettetõtunurka. Joon. 305 on kujutatud diagramm, mis vihjab liiga väikesele ettetõtunurgale. Sisse- ja väljalase algavad liiga hilja, kompressioon on liiga väike. Parandus: pöörata ekstsentrik võllil edasi, suurendades ettetõtunurka. Joon. 306 on näidatud ebaõige diagramm, mis tuleb liiga suurest kompressioonist ja ettetõtu puudumisest. Parandus: pöörata ekstsentrik edasi ja raiuda maha siibri väljalaske-ülekate.



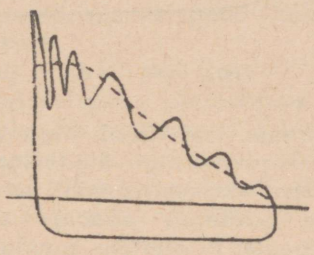
Joon. 305.



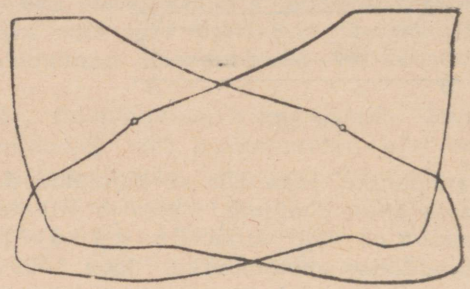
Joon. 306.

f) Ebaõiged indikaatordiagrammid indikaatori korratusest ja diagrammide võtmise vigadest.
1) Indikaatori vedru on liiga nõrk. Sel juhul ja ka siis, kui silindrisse on sattunud vett, joonistab indikaatori pliiats võnkelise paisumisjoone, mis on näidatud joon. 307. Et arvutada sellist diagrammi, asendatakse võnkeline joon ühtlase joonega, mis on tõmmatud läbi võngete keskpunktide (joonisel näidatud punktiirina). Kui indikaatori vedru on nõrk või surutakse kokku kuni lõppsuuruseni enne, kui aurusurve sisselaskmisel jõuab maksimaalse suuruseni, siis tuleb diagramm mahalõigatud tippudega, nagu näidatud joon. 308. Sellised diagrammid ei kõlba võimsuse arvutamiseks ja need tuleb võtta tugevama vedruga.

2) Indikaatori kolvi korratus. Sel juhul diagramm tuleb kujul, mis on näidatud joon. 309. See näitab, et indikaatori kolb liigub liiga tihedalt silindri mustenemise või õli kinnipõlemise tõttu kolvi ja silindriseinte külge. Pliiats joonistab astmelise joone, kuna hõõrdumine takistab aeg-ajalt kolvi liikumist.



Joon. 307.



Joon. 308.



Joon. 309.

3) Aurusilindris ja indikaatoris on vett või indikaatori kraan silindrite küljes pole avatud küllaldaselt. Sellistel juhtudel tulevad diagrammid harilikult ebaõigete väljalaske- ja kompressiooni alguse joontega. Vigu tekitanud põhjused tuleb leida ja kõrvaldada.

132. Suhe kütteaine kulu ja laeva kiiruse vahel.

Katsetega on leitud, et laeva kiirus on võrdeline masina tiirude arvuga, kütteaine kulu aga võrdeline indikaatorvõimsusega. Mitmesugustel kiirustel toimitud kütteaine kulu ja indikaatorvõimsuse mõõtmistest on tuletatud järgmine ligikaudne suhe kiiruse (V), võimsuse (N) ja kütteaine kulu (K) vahel:

$$N_1 : N_2 = V_1^3 : V_2^3;$$
või $K_1 : K_2 = V_1^3 : V_2^3$

s. o. ühe ja sama aja vältel on võimsus või kütteaine kulu võrdeline kiiruse kolmanda astmega. See suhe lubab mehaanikul lahendada rea tegelikke küsimusi, mis puutuvad kütteaine kulu ja sõidu ulatust, s. t. kaugust, mida läbib laev antud kütteaine varuga.

Näited:

1. Masina võimsus laeva kiirusel 12 sõlme võrdub 2000 hobujõuga, süte öö-päeva kulu, tunnilise kütteaine kuluga 0,6 kg/HJ on 28,8 tonni. Küsimus: a) kui suur on masina võimsus, b) öö-päevane kütteainekulu ja c) öö-päevane teepikkus kiirusel 15 sõlme?

a) võimsus — $x : 2000 = 15^3 : 12^3$

$$x = \frac{2000 \cdot 15^3}{12^3} \approx 3900 \text{ HJ};$$

b) kütteaine kulu — $y : 28{,}8 = 15^3 : 12^3$;

$$y = \frac{28{,}8 \cdot 15^3}{12^3} = 56{,}3 \text{ tonni}$$

c) öö-päevane teepikkus $15 \cdot 24 = 360$ meremiili.

2. Määrata kindlaks samad suurused 6-sõlmelise kiiruse jaoks:
Vastus:

a) võimsus — $x = \frac{2000 \cdot 6^3}{12^3} = 250$ HJ;

b) kütteaine kulu — $y = \frac{28{,}8 \cdot 6^3}{12^3} = 3{,}6$ tonni;

c) öö-päevane teepikkus — $6 \cdot 24 = 144$ meremiili.

3. Sõidukauguse ja kütteainekulu arvutamine normaalse kiiruse puhul. Masin arendab 85 tiiru puhul 3500 indikaatorilist jõudu ja annab laevale kiiruse — 14 sõlme; süte kulu hobujõu kohta tunnis on 6,65 kg ehk 54,7 tonni öö-päevas; reisi pikkus on 2560 meremiili. Leida reisi kestus ja süte hulk, mis kulutatud reisil.

a) reisi kestus — $2560 : (14 \times 24) = 7{,}6$ öö-päeva.
b) süte kulu — $54{,}7 \cdot 7{,}6 = 416{,}0$ tonni.

4. Kiiruse suurendamine. Leida sama laeva jaoks arendatav võimsus, süte kulu öö-päeva jooksul ja kogu reisi vältel, reisi kestus 15 sõlme puhul.

a) võimsus — $x = \frac{3500 \cdot 15^3}{14^3} = 5756{,}16$ HJ;

b) süte kulu öö-päeva jooksul

$$y = \frac{54{,}7 \cdot 15^3}{14^3} = 67{,}2 \text{ tonni};$$

c) kütteaine kulu $K = \frac{416{,}0 \cdot 15^2}{14^2} = 510{,}0$ tonni;

d) reisi kestus $2560 : (15 \times 24) = 7{,}11$ öö-päeva.

5. Kiiruse vähendamine. Arvutame samad suurused sama laeva jaoks kiirusel 9 sõlme.

a) võimsus — $\frac{3500 \cdot 9^3}{14^3} = 929{,}85$ IHJ;

b) öö-päeva küttekulu

$$\frac{54{,}7 \cdot 9^3}{14^3} = 14{,}5 \text{ tonni};$$

c) süte kulu reisi vältel

$$\frac{416{,}0 \cdot 9^2}{14^2} = 110{,}5 \text{ tonni};$$

d) reisi kestus

$$2560 \cdot (9 \times 24) = 11{,}85 \text{ öö-päeva.}$$

Samal viisil ja samasugustel kaalutlustel võib ka kergesti välja arvutada sõidu ulatuse ning analüüsida sõidu ökonoomsust: 1) siirdumisel teisele kütteainesordile, 2) tiirude arvu muutmisele ja 3) kiiruse määramisel olenevalt kütteaine varust. Kuna viimane küsimus on mehaanikule üks olulisemaid, siis olgu selle kohta veel näide.

Ülalmainitud laev on meres tormi tõttu ülekulutanud sütt ja ta peab oma ülejäänud 50-tonnilise sütevaruga veel sõitma 900 miili. Küsitakse: a) millise kiirusega ta peab sõitma ülejäänud tee osa; b) mitu tiiru peab arendama masin; c) kui palju aega vajab ülejäänud reisi osa.

a) 12-sõlmelise kiirusega läbib laev 288 meremiili 24 tunni jooksul ja kulutab sütt 28,8 tonni; järelikult vajaks laev samal kiirusel 900 miili läbimiseks sütt:

$$x = \frac{28{,}8 \cdot 900}{288} = 90{,}0 \text{ t.}$$

Kasutades valemit

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}, \text{ s. t.}$$

kütteainekulud (B) on erinevatel kiirustel võrdelised kiiruste (V) ruuduga, leiame

$$90{,}0 : 50 = 12^2 : V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{50 \cdot 12^2}{90{,}0}} = 8{,}95 \text{ sõlme,}$$

b) $n = \frac{85 \cdot 8{,}95}{12} = 53{,}5$ tiiru/min.

(12 sõlmelise kiirusega arendab masin 85 tiiru, 8,95 sõlmega — n tiiru.)

c) reisi kestus tuletub:

$$t = 900 : 8{,}95 = 101 \text{ tundi} = 4 \text{ päeva } 5 \text{ tundi.}$$

Ülaltoodud arvutustest nähtub, et küttekulu teatava teepikkuse kohta osutub seda väiksemaks, mida aeglasemalt sõidetakse. Mitteküllaldase küttevaru puhul omatakse seega võimalust — jõuda siiski lõppsihile. Kuivõrd seejuures tuleb vähendada laeva kiirust, peab arvutama ülalmainitud näidete järgi. Seejuures peab silmas pidama, et kindlustuseks tuleb sõita veelgi aeglasemalt, et ettenähtamatute juhtumite korral kütet siiski veel küllaldaselt käepärast oleks.

KAHEKSATEISTKÜMNES PEATÜKK.

Laeva aurumasinate ekspluatatsioon.

A. MASINATE TÖÖ JÄRELEVALVE.

133. Masinate ja abimehhanismide järelevaatus ja ettevalmistus tööks.

Enne masina ettevalmistamist tööks süüdatakse lambid ja vaadatakse üle kõik masinaosad ja ruum väntade all — kas pole sinna jäänud tööriistu, puuliiste, käsilampe või mingeid muid esemeid, mis võivad takistada masina tööd; kas laagrite poldid, kontramutrid ja pidurid on hästi kinnitatud, kas tihenduspuksid on korras.

Propellermasinal tuleb eraldada võll masina pööramisseadmest, sest muidu kas ei anna masin käiku või murrab katki hambad mõnel seadmerattal. Siis vaadatakse järele kõik masina kraanid ja nõrgendatakse täävtoru tihendus. Suletakse stoppventiil, avatakse läbipuhukraanid, jahutajate põhjaventiilid (klinketid) ning toite- ja ruumipumpade ventiilid, samuti masinatoite-ventiilid kateldel.

Kui masin omab katkestussiibrit, siis seatakse see kõige hilisemale auru katkestusele ning maksimaalsele täitumisele, et masin nihutuks kohalt kergemini.

134. Masina soojendamine ja proov.

Masina soojendamiseks, kui see on varustatud aurumantliga ehk aurusärgiga, lastakse aur särki. Kui seda aga pole, siis lastakse aur läbi masina stoppventiili ja lisasiibrite (abiaurutorude) ning viiakse kuliss vahelduvalt edasikäigult tagasikäigule ning tagasi, et aur siibrikarpidest satuks mõlemasse silindripoolde ja soojendaks need. Soojendamist toimetatakse vähehaaval ja aeglaselt.

Masina soojendamise ajal pingutatakse vajaduse korral neid silindrite ja siibrikarpide kaasi ja tihenduskarpe, millede tihendid läbi lasevad.

Niipea kui masinasse on lastud soojendusaur, käivitatakse tasasel käigul kondensaatori jahutusveepump, milleks avatakse selle kingston,

põhjaventiil või klinkett ja äravooluventiil. Kui pumpa mitte käivitada, siis masinast kondensaatorisse sattuv soojendav aur soojendab ja rikub kondensaatori tihendused.

Masina proov seisneb selles, et antakse talle mõned nn. proovitiirud edasi- ja tagasikäigul, veendumiseks, et ta töötab täiesti korralikult ja võib alata sõitu. Masina proovi võib toimida ainult pärast seda, kui masin on korralikult soojendatud, mis nõuab 1—2 tundi. Enne proovi-tiire peab vaatama, kas laeva ahtris pole paate või vees propelleri läheduses köieotsi, mis võiksid keerduda propellerile.

Masina proovi teostatakse harilikult pool või veerand tundi enne ankrult või sadamast lahkumist. Enne proovitiire õlitatakse hoolsalt kogu masin ja õlitoosidesse pannakse tahid.

Proovitiirudeks pannakse kuliss edasikäigule, avatakse vähe masina pea-stoppventiil ja andes masinale pool tiiru, viiakse kuliss üle tagumisele käigule, antakse jällegi pool tiiru, viiakse kuliss edasikäigule ja toimetatakse nii mitu korda; siis aga lisatakse auru ning antakse tiirud ühele ja teisele käigule.

Masina proovija peab silmas pidama järgmist:

1) Auru sisselaskmisel avatakse pea-stoppventiil väga vähesel määral, et masin ei võtaks järsult käiku ega tekiks veelöökidest silindrite rikkeid ning samuti et kateldes auru rõhk järsku ei langeks, mis põhjustaks vee üleskeemist ja vee kaasatõmbamist kateldest ühes auruga silindritesse. Kui silindris tulevad kuuldavale vee löögid, keeratakse stoppventiil kohe koomale või isegi stopatakse masin.

2) selleks et masin nihutuks kohalt, tuleb sageli lasta värsket auru nn. abiauru kesksurve- ja madalsurve-silindrisse läbi lisaventiilide või abisiibrite, eriti lamedate siibritega masinates, millede hõõrdumine on kaunis suur ja peamiselt masina töö algusel. Peale selle võib kõrgsurvesilindri vänt olla sellises asendis, et kõrgsurvesiiber suleb mõlemad aurukanalid ja aur ei saa tungida kõrgsurvesilindrisse, kesksurve- või madalsurvesiibrid aga avavad sel ajal sisselaske. Kui masin omab lisaauruventiilide asemel abisiibreid, siis vaadeldakse vända asendi järgi, millisesse silindriruumi, kas ülemisse või alumisse peab laskma auru. Niipea kui masin on nihkunud kohalt, peab abisiibri asetama keskmisse asendisse;

3) masina silindrid peavad olema hästi soojendatud;

4) masina silindrid peavad olema hästi läbi puhutud, sest muidu võib tekkida silindrikaante, põhjade või kolvi lõhkemisi veelöökidest. Peale selle takistab vesi masina kohalt nihutamisel. Erilist tähelepanu peab pöörama madalsurvesilindri läbipuhumisele, millesse sagedamini kui teistesse korjub vett. Kõik masina läbipuhukraanid jäetakse avatuna, kuni nendest hakkab väljuma kuiv aur;

5) enne masina käivitamist lisatakse tsirkulatsioonpumbale tiirusid ja veendutakse, kas kondensaatoris tekib tühjus (kui tsirkulatsioonipump asub lahus peamasinast).

Kui masin ei võta käiku, siis harilikult järgmistel põhjustel:

a) silindritesse on korjunud vett või kõrgsurvesilindri siiber on sellises asendis, et ei teostu sisselaset silindrisse, abisiibrid aga kas pole käivitatud või pole asetatud selliselt, nagu see olema peaks;

b) vaheruumide läbipuhukraanid on suletud ja nendes on tekkinud auru vastusurve väljalaskele kõrgsurvesilindrist;

c) kondensaator on täidetud kuuma veega, mis takistab väljalaset madalsurvesilindrist. Kondensaator on sel juhul käega katsumisel kuum ja vaakuummeeter ei näita tühjust;

d) masin ei ole eraldatud pöörde mehhanismist;

e) täävtoru tihenduspuks on pingutatud liiga tugevasti;

f) masinregulaatori või aurukatkestussiibri seade on eraldunud; on välja lülitatud katkestussiiber;

g) midagi takistab propelleri liikumist; sellele on keerdunud kas tross, või sattunud midagi muud propelleri tiibade alla ja puudutab propelleri tiiba; või on laev madalikul ja propelleri tiivad puudutavad põhja.

Pärast proovitiire suletakse masina peaventiil ja toitekraanid, avatakse läbipuhukraanid ning kulissid pannakse „stopp"-asendisse.

135. Abimehhanismide valmispanek tööks. Ühel ajal peamasina valmispanekuga käib ka abimehhanismide ettevalmistus käiguks.

Soojendatakse ja proovitakse roolimasinat. Ühel ajal roolimasinaga soojendatakse ja proovitakse ankru- või pelimasinat vabal käigul. Kui laeval on haalamisvintsid või üksik, eraldi haalamispelimasin, siis soojendatakse ja proovitakse neid samuti.

Ülalmainitud mehhanismide proovi eel kontrollitakse sillalt kõnetorude ja masinatelegraafi korrasolekut. Kui viimase näited on ebaühtlased, siis parandatakse viga kohe, lastakse vile ja sireeni juurde auru, soojendatakse ja proovitakse neid. Kui osutub, et need ei tööta, siis enamalt jaolt korjunud veest, mis tuleb igalt poolt välja puhuda.

Katelde ühendamise, peamasina ja abimehhanismide soojendamise ja proovi ajad, telegraafi kontroll jne., kantakse masina päevaraamatusse.

136. Masina töö järelevalve käigu ajal.

Kui on saadud ülalt sillalt käsklus „anda käik", harilikult „tasa edasi" või „tasa tagasi", siis tuleb toimida täpselt samuti ja samade ettevaatusabinõudega kui masina proovitiirude puhulgi.

Käiku kuni „tagasikäiguni" lisatakse vähehaaval. Kuid kui ülalt antakse „täis tagasi", siis peab tingimata andma suurema käigu, kuna see käsklus võib tähendada, et laeva ähvardab otsajooksmine või kokkupõrge.

Sillalt antavate käskluste täitmine peab toimuma võimalikult kiirelt, seepärast ei tohi vahimasinist eemalduda käivitusseadmetest kaugele, jätmata enda asemele usaldusväärset inimest.

Niipea kui on saabunud käsklus käigu lisamiseks väikesest keskmiseni, või keskmisest täiskäiguni, antakse sellest teada kütjatele, et nad avaksid restialused õhuuksed ja suurendaksid tuld ahjudes. Ühtlasi suurendatakse tsirkulatsioonipumpade ja katelde ventilaatorite käiku kunstliku tõmbe korral.

Kui on ette näha kestvad manööverdused ja paljukordsed käigumuutmised, näiteks laeva väljumisel või sisenemisel sadamasse, kitsa sõidutee läbimisel jne., siis peab sel ajal pöörama erilist tähelepanu käigumuutmisseadme heale ja korralikule tööle, jälgima, et laagrid õlituksid hästi ega kuumeneks ja et masintoitepumbad töötaksid täiesti korralikult. Samal ajal peab ühtlustama tulede hoidmist ja põlemisõhu reguleerimist manööverdustega masinas, et auru surve kateldes liialt ei tõuseks ega langeks.

Käigu ajal peab masinist jälgima kõikide manomeetrite, vaakuummeetrite ja teiste seadiste näiteid. Peale selle, kui masinist asub iseseisvalt vahis, s. t. mehaaniku juuresolekuta, on ta kohustatud mitu korda vahis läbi käima kütteruumid ja isiklikult veenduma, et vesi katelde veemõõduklaasides seisaks määratud kõrgusel.

Niipea kui masinale või masinatele on antud täiskäik, tõstetakse aur täie surveni ja jälgitakse, et see ei langeks. Lastakse käima ruumipumbad (kui sellised olemas eraldi peamasinast) ning paralleelide ja raamlaagrite sisemine jahutus-veetorustik (kui selline olemas). Lülitakse sisse ka filtrid ja toitevee eelsoojendajad.

Tsirkulatsioonpumba käiku või kingstoni avamist (kui tsirkulatsioonpump saab liikumise peamasinalt) reguleeritakse selliselt, et vaakuummeeter näitaks head tühjust.

Katkestussiibri auru katkestusaste, mis oli masina käivitamisel kõige hilisem, seatakse selliselt, et see oleks kõige kasulikum. Üldse — ükskõik missugune käik ka poleks määratud peab stopp- ja teised ventiilid hoidma avatutena võimalikult täielikult, katkestussiibrite puudumisel asetama kulissid võimalikult varajasele aurukatkestusele ja hoidma alal auru kõrget algsurvet.

Käigu ajal on soovitav tähelepanelikult jälgida ka masina ressiivrite manomeetrite näiteid, et olla veendunud kolbide ja siibrite tiheduses.

Erilist hoolt nõuab masina järelevaatus sõidul tormisel merel, kuna masina töötamine toimub sel juhul raskemais tingimusis ja tema korrasolekust sõltub kogu laeva ja meeskonna julgeolek.

Tuleb hoolikalt jälgida veeseisu katlas (mis tugevasti kõigub) ja ruumipiltsides, tühjust kondensaatoris ning laagrite töötamist (eriti tugilaagrit, mis töötab suure koormusega).

Sõupropelleri veest välja löömisel, eriti sõidul tühja laevaga, tuleb sulgeda kiiresti drosselklapp või stoppventiil, et masin ei arendaks lubamatult kõrgeid tiire, mille tagajärjel võivad kuumeneda laagrid, tekkida suurte tsentrifugaaljõudude tõttu masinaosade murdumine ning sõupropelleri kaotamine.

Üldiselt on soovitav raskes meres masina käiku vähendada.

137. Laagrite ja muude hõõrduvate osade järelevaatus.

Masinisti tõsisemaid kohustusi on laagrite järelevalve. Kui laagrite ja teiste hõõrduvate osade kuumenemine ei tule liigsest koormatusest või mitteküllaldasest hõõrdumispinnast, mis osutub kõrvaldatamatuks konstruktiivseks veaks, siis võib see olla põhjustatud halvast kokkupanemisest või laagri liigsest pingutamisest, mitteküllaldasest määrimisest, puudulikust jahutamisest, ummistunud õlitorustikust või halvast määrdeõli sordist. Vahel põhjustab laagrite, eriti raamlaagrite kuumenemist ka õlikanalite ebaõige jaotus hõõrdumispinnal ja nende mitteküllaldane suurus.

Et vältida ja ka ette näha laagrite kuumenemist, katsutakse neid käega, kusjuures masina liikuvate osade laagrite, nagu ristpea, vändalaagrite, ekstsentrikuvarte ja ekstsentrikurehvide, kulissi, õõtskangide, õhupumba ja teiste pumpade laagrite katsumine peab toimuma väga ettevaatlikult. Soovitav on kogeneda esmalt tasasel käigul, sest kogenematult võib väga kergesti jääda sõrmedeta, murda käsi või saada isegi surma.

Niipea kui ilmneb, et laager on soe, peab suurendama selle määrimist. Kui laager on liikumatu või liigub niivõrd aeglaselt, et lubab haarata ta mutreid võtmega, siis lõdvendatakse pingutuspolte, kuid mitte niivõrd, et laager hakkaks kloppima, sest selle tõttu kuumenemine ainult kasvab. Kui laagrit lõdvendada ei saa ja suurendatud õlitamine ei aita, võetakse välja tahid õlitoosist ja kallatakse õlitoosi torusse õli ja grafiidi või õli ja väävlipulbri segu. Väävli kasulik mõju seisneb selles, et see sulades võtab laagrilt soojuse, laager ise aga seejuures jahtub.

Laagri soojenemise suurendamisel pestakse ta läbi sooja veega, kuna külmast veest võib tekkida pragunemine. Kui ka see ei aita,

lastakse laagrile ettevaatlikult külmavee-jahutust. Masina käiku vähendatakse.

Liikuvatest laagritest kuumenevad kõige sagedamini vändalaagrid. Kui laager on kuumenenud sedavõrd, et ei määrmine ega jahutamine ning tiirude vähendamine ei aita, palutakse sillalt luba masina seismapanemiseks. Pidurdades masina (masinat, mis ei oma pidurit, on soovitav ühendada masina pööramisseadmega), võetakse maha laagri kaas, puhastatakse hoolsalt võlli või tapi kael, silutakse saabriga laagripoolte karedad kohad ja jahutatakse laager sooja m a g e d a veega.

Ekstsentrikurehvide kuumenemise tulemuseks võib olla ekstsentrikuvarte paindumine või isegi murdumine. Kui rehvide kuumenemist märgatakse liiga hilja, siis ei aita enam määrimine ega jahutamine. Seepärast on parem jätta masin seisma (loaga sillalt) ja lõdvendada kinnituspolte. Vahel on kuumenemise põhjuseks ka õlitorude ebaõige rehvide juurde juhtimine, nii et õli juurdevool osutub puudulikuks, või asuvad ekstsentrikuvarred ekstsentrikute suhtes väärasti, nii et rehvid töötavad oma hõõrdumispindadega ainult osaliselt.

Raamlaagrid kuumenevad harva. Kui nende sisepooled ei ole valatud üle valgemetalliga, siis tekib kuumenemisel kaelte ja laagripoolte tugev kinnikiilumine ja riknemine.

Paralleelide kuumenemine tekib sageli puudulikust määrimisest või halvast õlijaotusest mööda paralleeli hõõrdumispinda. Liugleja alumisele otsale kinnitatud vaskkamm peab alati sukelduma õlitoosi, mis on kinnitatud paralleeli alla, ja haarama õli kaasa. Talvisel sõidul jääs peab erilist tähelepanu pöörama paralleelidele, kuna esiteks võib lakata jahutusvee juurdevool (sisemise jahutusega paralleelide puhul) teiseks aga — temperatuur masinaruumis alaneb samuti, mis põhjustab silindripõhjade kokkutõmbamist ning järeldusena kauguse vähenemist silindri ja kolvivarre teljest kuni paralleelini, mis omakorda põhjustab liugleja kuumenemist ja kinnikiilumist, ja see asjaolu võib põhjustada masina seismajäämist.

138. Kolvi- ja siibrivarte ning nende tihenduspukside järelevalve.

Samuti nagu laagreidki peab kaitsma kuumenemise eest kolvi- ja siibrivarsi. Kuumenemine kaasub peagu alati põlenud õli lõhnaga ja metalli värvuse sinakaks muutumisega. Kui puudub juurepääs varre katsumiseks käega, siis võib kuumenemist avastada pritsides käsipritsiga varrele vett, mis tuliselt varrelt jookseb maha pöörlevate kerakestena (sfäroidaalne seisukord) või surub paksu pilvena.

Kui vars on vaid kuum, peab nõrgendama tihenduskarbi polte; kui see on pakitud pehme (mittemetallilise) tihendiga — määrima vart

silindriõliga ja jahutama kergelt veega (käsipritsi abil). Kui vars on kuumunud tuliseks, on kõige parem selle jahutamiseks lõdvendada ühenduskarpi niivõrd, et aur väljuks ümber varre tungivate pilvedena; jahtudes väljumisel õhu välistemperatuurist, aur omakorda jahutab vart. Ühes sellega on tarvis vähendada masina käiku, et vähendada koormust varrele, sest muidu võib viimane painduda ja kõverduda. Siis jahutatakse vart silindriõliga (kuid mingil juhul mitte külma veega, sest muidu võib vars kiirest jahutusest painduda).

Eriti peab vältima kolvivarre kuumenemist, millede tihenduskarbid on pakitud metallpakungiga, kuna metallpakung võib sulada ja tekib tihenduskarbi või varre vigastus.

Varre kuumenemise põhjuseks võib olla:

1) Tihenduskarbid on halvasti tihendatud või on tihend kulunud, ning vars kraabib tihenduskarbi põhipuksi pronksrõngast;

2) Tihenduskarbid on kinni vajutatud liiga tugevasti, mis annab end eriti tunda metalltihendiga tihenduskarpides;

3) Tihenduskarbi (mitte automaatse) kaas on kiivunud viltu poltide ebaõigest pingutusest; vars kuumeneb ühelt poolt küljest;

4) Vars ei asu tihenduskarbis tsentraalselt, mida võib tunda mõõtes vaheruumi radiaalselt ümber varre;

5) Puudulik või hooletu määrimine.

Auru läbilaskmise põhjuseks tihenduskarpides pehme tihendi kasutamisel osutub halb, kõvaksmuutunud, halvasti paigutatud või liiga peenike tihend, mis ei täida ruumi tihenduskarbi külgseinte ja varre vahel. Metalltihendiga tihenduskarbid lasevad läbi, kui tihendusrõngaste läbilõike kohad asuvad kõik ühel pool või kui on nõrgenenud tugivedrud.

Liialt karedad, soonelised või tugevasti kulunud varred võivad samuti olla läbilasete põhjuseks tihenduskarpides. Vahel võib läbilase tihenduskarbis ja varre kuumenemine tekkida paralleeli viltukiivumisest või liugleja ebaõigest sobitamisest.

139. Masina normaalne müra.

Vilunud mehaaniku ja masinisti kõrv tunneb kergesti ära hariliku, loomuliku masinamüra, eraldades selle igast juhuslikust mürast, mis vihjab masina ebaõigele tööle.

1) Kriuksumine silindris tekib harilikult puudulikust määrimisest, kui pärast määrimist kriuksumine ei lakka, siis tähendab see, et on lõdvalt või murdunud kolvirõngas.

2) Kriuksumine siibris tuleb puudulikust õlitamisest või liiga tugevasti pingutatud kompensaatori rõngast. Kui pärast siibri määrimist temas kriuksumine ei lakka, peab kompensaatori polte siibrikaanel veidi lõdvendama.

3) Tugevad löögid silindris, eriti töö algul, tulevad vee korjumisest; sel juhul peab avama läbipuhukraanid. Mitte lakkav alaline kloppimine, kui kolb tuleb alumisele surnud-punktile, vihjab kolvivarre lõdvale ühendusele kolviga. Üldse, tugeva löögi juhul silindris peab viivitamata panema masina seisma tõsisema rikke vältimiseks. Kui löök silindris kuuldub umbes poolel kolvikäigul, siis tähendab see, et siiber klopib ja löök kajastub tugevasti silindris. Löögi koha ja põhjuse kindlasmääramiseks kasutatakse kuulamistoru või võetakse hammaste vahele peenike metalltraat, surudes selle teise otsa kergelt vastu silindriseina ja kaetakse kätega kõrvad, kusjuures heli muutub siis palju tugevamaks ja selgemaks.

4) Löögid laagrites vihjavad lõtvusele nendes ja sageli, eriti siibriseadmete ja õõtskangide laagrites, tekivad puudulikust määrimisest.

140. Õige õlitamise järelevalve.

Õige ja pideva õlitamise järelevalve on tingimata vajaliseks eelduseks masina laagrite ja hõõrduvate osade kuumenemise vältimiseks. Masina igat osa peab määrima eranditult selle õli sordiga, mis talle ette kirjutatud. Uusimates masinates on harilikult liikuvate osade määrimine automaatne — tsentraalsest õlitorustikust, ning on vaja ainult jälgida klaastorukesi, et igast torukesest oleks nähtav tilkuv õli. Kui tilgad puuduvad, siis toruke on ummistunud ja laagrit peab määrima käsitsi, torukest aga esimesel võimalusel puhastama, puhuma läbi auruga või põletama. Kuumenenud laagreisse peab õli juurdevoolu suurendama, kestva kuumenemise puhul aga õlitama otse käsiõlikannuga. Laagri korraliku töötamise puhul jookseb õli laagri külgedelt maha valkjaskollase vedelikuna, mis kaob, kui laager hakkab kuumenema.

Hea määrimise puhul õli, mis voolab valgemetall-voodrita laagrist, on kergelt tumeda värvinguga, laagrist valgemetall-voodriga aga — kergelt sinaka värvinguga. Väljavoolava õli läbipaistev värvus vihjab liiga rikkalikule määrimisele, must värvus aga — puudulikule. Raud-, valgemetall- või pronkspuru lisandus, mida võib avastada, hõõrudes väljuvat õli sõrmede vahel, vihjab laagri kulumisele.

Tahtidega õlitooside järelevalve on lihtne: peab jälgima, et nendes oleks küllaldaselt õli, kallates seda mitte liigselt, ainult nii palju, et

õli ulatuks üle tahitorukese ülemisest äärest. Tahid tuleb sagedasti välja võtta, järele vaadata ja välja pigistada nendest paksuksmuutunud must õli, mis takistab õli juhtimist. Vahetevahel tuleb tahte pesta soodavee lahuses.

Masina laagrite käsitsi määrimist teostatakse iga veerand kuni poole tunni tagant. Aurusilindrite kolvi- ja siibrivarred määritakse käsisudi abil, kusjuures madal- ja keskrurvesilindritel iga poole tunni, kõrgsurvesilindritel aga iga veerand tunni tagant.

141. Kondensaatori järelevalve.

Kondensaatori korralikku tööd jälgitakse vaakuummeetri abil ning katsudes käega kondensaatori seinu, kas need liigselt ei soojene. Masina töö ajal on tarvis alal hoida head tühjust, kuna halva tühjuse puhul langeb masina tiirude arv ja masin hakkab töötama ebaökonoomselt. Kondensaatori halb tühjus ja ta korratu töö võib oleneda järgmistest põhjustest:

1. Jahutusvee puudumisest. Jahutusvee puudulik juurdevool läbi pindkondensaatori torude võib oleneda tsirkulatsioonpumba korratust tööst või ta põhjaklappide (kingstonite) ummistumisest. Vahel osutub põhjuseks kondensaatori kaane vaheseina murdumine — jahutusvee tagasivooluga kondensaatorites; vesi sel juhul selle asemel et voolata mööda torusid, valib enesele lühema tee läbi purustatud seina. Sama võib juhtuda, kui vahesein ei eralda tihedalt mõlemaid veeruume ning vaheseina ja torulaua vahel tekib veele läbikäik.

Kolb-tsirulatsioonpumba korratu töö võib tekkida kas riknenud ventiilidest või kulunud kolvist. Kui käigul pump lakkab töötamast täielikult, peab kasutama mõnd teist pumpa, vigastatud pumba aga peab lahti võtma ja järele vaatama.

Tsentrifugaalpumbad vigastuvad harvemini; veepuudus võib tekkida tsentrifugaalpumba aurumasina rikkest või ka liiga suurest vaheruumist tiibratta ja pumba kere vahel. Tugeval õõtsumisel (lingerdusel), kui laev liigub tühjalt või omab väikest süvist võib juhtuda, et paljastub kingstoni (põhjaklapi) imiava ja tsirkulatsioonipump töötab vahelöökidega. Puudulik veeandmine kondensaatorisse tekib ka sel juhul, kui tsirkulatsioonpumba kingstoni imirest või kingston ise on ummistunud. Nad võivad ummistuda limast ja liivast madalas vees, veetaimedest sõidul troopikas, jäänd sõidul talve ajal.

Harilikult on kingstonikarpi juhitud aurutoru, mida mööda lastakse auru ja puhutakse kingston läbi. Kui aga sellist seadet pole, siis avatakse ja suletakse kingston vaheldumisi kiirelt mitu korda. Kui läbipuhumine või kingstoni avamine ja sulgemine ei aita, näiteks ummistumisel mererohust, peab kingstoni võtma lahti. Et seda võiks teha ka

seisu ajal ujuvil, pannakse kingstoni ava alla väljaspoole puldanist plaaster, mis muljutakse vee survega väljaspoolt tihedalt kohale. Plaaster tuleb kinnitada nii, et ta ei saaks kohalt nihkuda. Selle järele võib võtta lahti kingstoni.

Ummistuda võivad samuti eraldusklinketid ja tsirkulatsioontorude avad kondensaatori veeruumis, mida peab sel juhul järele vaatama masina lähemal seisakul.

Jahutusvee puudusel põlevad läbi õhupumba klapid (kummist) ja kondensaatoritorude tihendus torulaudades.

Kiire tühjuse langus tekib ka tsirkulatsioonpumba käigu vähendamisest või seismajätmisest, masina käigu vähendamisel, mis on tarvilik laagrite kuumenemisel.

2) Pindkondensaatori torude mustumine. Kui õli sadestused, mis on tekkinud aururuumi pool (väljaspoolt torusid), või mullasarnased sadestused — mustast tsirkulatsiooniveest veeruumi pool (torude seestpoolt), on küllalt tunduvad, siis torude jahutusvõime väheneb tugevasti. Õlisadestuse vältimiseks kondensaatori torudele, antakse käigu ajal kondensaatorisse igas vahis läbi vastava kraani või ventiili soodavee lahu hulgal, mis on määratud vanem-mehaaniku poolt Kui torud on mustenenud seestpoolt, tõmmatakse nad harjadega läbi ja pestakse puhtaks.

3) Õhupumba kummist ventiilid pehmenevad mineraalõlist ja kuumast veest (kui toitevesi on liiga kuum) ja kleepuvad pesade külge. Masina esimesel kauemal seisul võetakse õhupump lahti, pestakse kummist klapid soodavees ja asetatakse nad pesadele teiste pooltega.

4) Õhu läbiimmitsemine õhupumpa ja kondensaatorisse. Selline läbiimmitsemine võib tekkida õhupumba kaane äärikutes, kui need on pandud kohale hooletult või halva tihendusega. Selleks et käigu ajal üles leida läbiimmitsemise koht, liigutatakse põlevat küünalt ääriku ümber. Kus leek sisse tõmbub, seal peab pingutama mutreid ja kahtlase koha kinni määrima tinamenningiga, lüües seejuures prakku kiilud pehmest puust või tükid lehttina. Samal viisil avastatakse ja kõrvaldatakse õhu läbiimmitsemine kondensaatori kaante ja vaheluukide äärikutes.

Peale äärikute võib õhu läbiimmitsemine toimuda ka õhupumba kolvivarre tihenduspuksist, kõikide klappide ja kraanide läbi, mis on paigutatud kondensaatori aururuumile, ja ka läbi madalsurvesilindri kolvivarre tihenduspuksi ning samuti läbi kõikide sellele asetatud kraanide ja ventiilide.

Tugev õhu läbilask võib toimuda ka läbi abimehhanismide heitaurutorude, mis on juhitud kondensaatorisse; sellepärast peab mittetöötavate abimehhanismide torud eraldama kondensaatorist ventiiliga.

Kui kondensaatori keres ilmneb pragu, siis pannakse sellele tükk menningiga määritud puldanit, mis vajutatakse ning kinnitatakse tihedalt kondensaatori kere külge. Väikesed praod võib täita ka puukiiludega või lehttinaga, kattes prao koha tinamenningiga.

142. Toitepumpade ja toitevee järelevalve.

Toitepumpade tööd peab valvama eriti hoolsalt, kuna nende korrasolekust oleneb katelde korrasolek ja ohutus. Toitepumpade järelevalve seisneb ta kiiruse reguleerimises (kui pump töötab lahus peamasinast) ja igasuguste rikete vältimises. Pumba kloppimine on lubatav ainult metallist ventiiliklappide puhul. Kui pump klopib, väljavoolutoru aga on külm, siis tähendab see, et pump töötab hästi. Kui aga klapid on kummist ja pump klopib, siis see vihjab sellele, et ta imeb liiga palju vett, millest ta kummiklapid võivad rebeneda. Selle vältimiseks vähendatakse vee juurdevoolu, avades enam õhuventiile. Pumpi proovitakse proovikraaniga, millest ühel kolvikäigul peab imetama õhku, teisel kolvikäigul aga välja viskuma vett.

Kui proovikraanist ei välju sugugi vett või seda ainult kergelt pritsib, siis on kas ummistunud imitorusõel või on murdunud mõne imiventiili vars. Imiventiili mustenemise või läbilaske puhul ei anna pump vett sellepärast, et kolvikäigul peagu kõik vesi läheb tagasi imitorusse. Kui aga proovikraanist tuleb liigselt kuuma vett, siis pump samuti ei saa töötada, kuna kuum vesi kolvi hõrenduskäigul surve vähenemisest muutub auruks, mis surudes imiventiilile ei võimalda viimase avanemist. Kuum vesi võib sattuda pumpa kas katlast katla toiteventiilide ja suruventiilide läbilaskmisel pumbal või siis toitevesi soojendub kolvi või mända liiga tugevast hõõrdumisest pumbasilindris (tihenduskarbis). Kui pump soojendub kuuma katlavee läbilaskmisest klappide poolt, siis jahutatakse pumpa, valades ta üle külma veega. Liigselt kuuma toitevee puhul kondensaatoris lisaks sellele, et toitepump hästi ei ime, vigastuvad ka õhupumba kummiklapid. Seepärast suurendatakse sellisel juhul tsirkulatsioonpumba tiirude arvu ja kui see saab liikumise peamasinalt, avatakse tsirkulatsioonpumba kingston täielikult. Avatakse ühtlasi lisatoiteveekraan. Ümberpöördult, kui vesi muutub liiga külmaks, siis vähendatakse tsirkulatsioonpumba käiku või suletakse ta kingston koomale.

Toitepump võtab alles siis, kui ta on välja pumbanud kogu õhu. Sellepärast, kui ta kolb või tihenduspuks lasevad õhku läbi, või on mingi pragu kas pumba keres või imitorus, siis pump ei võta. Et pump hakkaks imema, kallatakse imitorusse ja pumpa vett või eemaldatakse õhk proovikraani kaudu, pannes selle vastu süljega niisutatud sõrm imikäigul ja eemaldades see survekäigul. Seda jätkatakse, kuni kraanist hakkab väljuma vett; siis suletakse see.

Kui pumba tihenduspuks laseb läbi, pigistatakse see tugevamini ja kallatakse selle ümber vett. Kui see ei aita, peab tihenduskarpi uuesti tihendama.

Pumba imitorul olev pragu leitakse leegi kõrvalekaldumisega ning määritakse kinni rasvaga või taotakse prakku puust kork.

Töökorras toitepump ei ime vett:

1) kui imemine toimub tihedalt suletud sisternist, kuna viimases pärast mõningaid pumbalööke tekib tühjus, 2) kui õhupumba kolb laseb läbi, kuna toitepumbal tuleb siis pumbata vett kondensaatorist, kus on tühjus.

Toitepumba ventiilide igasuguste rikete puhul tuleb need võtta lahti ja järele vaadata. Ventiilide ummistumine tekib kõige sagedamini kas pumpa sattunud takust, puhastusvillast, silindrite liiga rikkalikust määrimisest või kui toitepumpa kasutatakse vee väljapumpamiseks piltsidest (põhjaruumidest). Ventiilide lahtivõtmist peab algama imiventiilist, kokkupanemist aga suruventiilist. Proovikraan tuleb hoida lahtivõtmisel avatuna, muidu raskendub pumba kolvi väljavõtmine ja selle kohaleasetamine, sest kolvi väljavõtmisel tekib tema all tühjus, kohaleasetamisel aga kõrgendatud surve.

143. Masinisti (mehaaniku) vahikohustused.

Mehaanik või teda asendav masinist (assistent), olles vahis, peab kõigepealt olema igal momendil valmis ülaltantavate käskude täitmiseks. Seepärast võib ta võimalikult harva eemalduda käikude andmise seadisest ja peab jälgima kõikide temale alluvate meeste kohuste õiget täitmist. Peamised kohustused on käigul järgmised: 1) kõikide laagrite ja hõõrduvate pindade hoolas järelevalve, et need ei kuumeneks; 2) kõikide masinaosade ja mehhanismide õige õlitamise järelevalve; 3) kõikide pumpade korraliku töö järelevalve; 4) masina tiirude arvu, kõikide manomeetrite ja vaakuummeetrite jälgimine; 5) masina päevaraamatu pidamine.

Vahi üleandmisel peab üleandja teatama vastuvõtjale: kuidas töötas masin, kas ei kuumenenud mõni osa, kas polnud kuski kloppimist ja kus oli viimast märgata, kus ja milliseid laagreid lõdvendati, milliseid pingutati, milliseid käsklusi ja korraldusi anti üle.

Vahi üleandja peab veel mainima tiirude arvu, üle andma teate katelde seisukorrast ja lõpetama kõik sissekanded vahipäevaraamatusse oma allkirjaga. Peale selle peab vahi üleandmisel olema välja pumbatud vesi piltsidest ja pühitud põrandad. Söekütte puhul peab veel teatama, missugustest punkritest võetakse sütt, kas tuhk on hiivatud ülepoordi ja kas on puhastatud ahjud.

144. Masina seismapanek ja töö lõpetamine.

Masina lühiajalise seisu puhul antakse sellest kohe teada katlaruumi, et seal suletakse õhuuksed, sest muidu tõuseb auru surve liialt ja ületab normaalse kõrguse. Toiteventiilid jäetakse avatuks, lisatoide suletakse.

Kui vee tasapind kateldes alaneb, lastakse toitepumbad kiiremalt käia. Avatakse kõik läbipuhukraanid silindritel ja siibrikarpidel. Kui aurusurve siiski tõuseb, puhutakse katel läbi ülemisest läbipuhukraanist ja suurendatakse toitmist.

Auru võib lasta katlast kondensaatorisse või eelsoojendisse suure ettevaatusega ning ainult kõige äärmisemal juhul, kuna seejuures kuumenduvad kergesti kondensaatorite tihendused. Kõige parem on aga auru mitte kuhugi välja lasta, vaid püüda see kasutada abimehhanismide töötamiseks, käivitades pumpi põhjaruumide ja piltside pesemiseks, pumbates nendesse ühe pumbaga ülepoordi vett, teisega aga pumbates seda välja. Peale selle võib merelaevades lasta käiku veemagestid.

Kui masina seisak on pikemaajaline, suletakse masina toiteventiilid, võetakse välja õlikarpide tahid ja eraldatakse masin kateldest.

Pool või veerand tundi enne laeva saabumist sihtkohta või enne masina seismajäämist hoiatatakse kütjaid, et nad ei viskaks enam sütt ahjudesse (välja arvatud katlarestide paljakspõlenud kohad), et auru surve masina seismapanemisel ei tõuseks ja aur ei jookseks läbi kaitseventiilide atmosfääri.

Niipea kui antakse pool käiku, suletakse restialused õhuuksed kas pooleldi või täielikult, olenedes auru survest. Kui on saabutud kohale ja sillalt on antud teade, et masinat pole enam vaja, eraldatakse masin kateldest, sulgedes eraldus- ehk peaauruventiilid kateldel, lastakse välja aur, mis on jäänud peaaurumagistraali, avades masina stoppventiil ning viies masin mitu korda üle edasi- ja tagasikäigule. Et ei tekiks tühjust silindrites, avatakse kõik läbipuhu ja õhukraanid. Suletakse kõik abimehhanismide värske auru ventiilid, välja arvatud tsentrifugaal-tsirkulatsioonpumba ventiil, millist pumpa lastakse veel töötada mõni aeg kondensaatori jahutamiseks. Pingutatakse täävtoru tihenduspuksi, määrides rasvaga ta poldid ja mutrid. Võetakse välja õlitahid.

Siibrikarpide ja silindrite kaaned, mida soovitakse avada, on parem maha võtta kohe pärast masina seismajätmist, kuna kaas eraldub tihendilt äärikute vahel kergemini soojas olekus.

Alatakse kõikide masinaosade lahtivõtmis-, puhastamis- ja korrastamistöödega, selles ulatuses, nagu lubab seda teha seisu kestus.

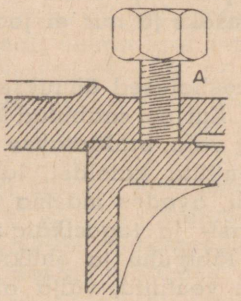
B. MASINA JOOKSEV REMONT, HÄIRED JA VIGASTUSED NING NENDE KÕRVALDAMISVIISID.

145. Silindrite ja siibrikarpide lahtivõtmine.

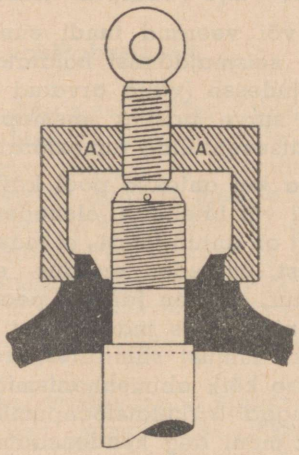
Silindreid ja siibrikarpe peab lahti võtma iga kord, kui silindris või siibrikarbis on kuulda lööke või ebanormaalset müra, kuid aeg-ajalt ka kolbide ja siibrite tiheduse ja ühenduse kontrolliks vartega, samuti kompensaatorite, peegelpindade ja silindri tööpindade kontrolliks.

Kaane tõstmiseks keeratakse selle sisselõigatud avadesse aaspoldid. Kaas vajutatakse lahti äärikult pingutuspoltidega (A) (joon 310), tehes seda ettevaatlikult, et mitte vigastada tihendit. Mutreid lahti keerates peab need koguma nöörile, et nad ei läheks kaotsi või segi teistega.

Avatud silindris kontrollitakse esmajoones kolvi ühenduse tugevust varrega — kas pole välja langenud pidurkiil või pidurtihvt. Kaantega kolbide puhul vaadeldakse, kas pole lahti keerdunud kaane pidurrõnga mutrid või nende poldid. Kui osutub vajalikuks, võetakse varrelt maha kolb, avatakse ta kaas ja kontrollitakse kolvirõngaste tugivedrude pinevust.



Joon. 310.

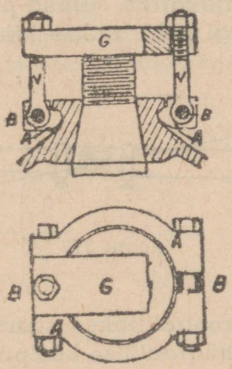


Joon. 311.

Kuna mutri ühendus varrega teostub väga tugevalt, siis kasutatakse kolvi eraldamiseks varrelt erilisi mehaanilisi seadiseid. Need seadised on näidatud joon. 311 ja 312. Esimesel juhul on kolvirummul lõige, millele keeratakse õõnes mutter (A), mille kaanest läbi käib aaspolt. Keerates polti tugineb see varrele ja hakkab vart kolvist välja tõukama. Joon. 312 on kujutatud seadis kahest poolrõngast (A) mis on

kokku tõmmatud horisontaalsete poltidega ja haaravad tihedalt kolvi ruumi, millel on selleks otstarbeks äärik. Poolrõngaste vahele paigutatakse poldid (B), mis ülal läbivad põikraua (D); poltide vajutamisel surub põikkang varrele ja pigistab selle välja kolvist. Kui mutter keerdub lahti visalt, võib seda kergelt soojendada jootmislambiga või puusõega; roostunud lõige aga valatagu üle petrooleumiga. Enne kolvimutri lahti keeramist lüüakse kolvile ja mutrile kärnid nende vastastikuse asetuse märkimiseks.

Tihendusrõnga kontrollimiseks pannakse vänt alumisele surnud-punktile, määritakse silinder seestpoolt õhukese värvikihiga (menning, berliini sinine), keeratakse masin ülemisele ning siis uuesti alumi-



Joon. 312.

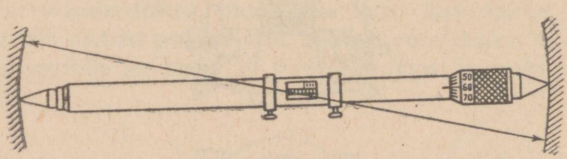
sele surnud-punktile. Need silindriseinaosad, milledel värv on jäänud puutumata, näitavad selles kohas tihendusrõnga mittekokkupuutumist silindriseinaga, s. t. siinkohas peab suurendama tugivedrude või rõnga enda pinevust.

Tihendusrõnga kokkupuutumise ebaühtlust silindriseinaga võib avastada ka õhukese terasest õhunoa (lehtkaliibri) abil. Nõrgad tugivedrud asendatakse varuvedrudega või siis (üksikute vedrude puhul) pannaks nende alla lehtrauast vahelehed. Vedrudele võib tagasi anda pinevuse kergete haamrilöökidega vedru seespoolt tagumisel.

Kolvi kokkupanemisel peab kõvasti pingutama kolvi kaant, kuid mitte viimase võimaluseni, sest muidu ei oma tihendusrõngas paisumisvõimalust. Lõtvus tihendusrõnga ja kolvi kaane või alumise ääriku vahel peab olema selline, et rõngast võiks sisse vajutada käega, s. t. et vaheruum poleks suurem kirjapaberi paksusest.

Kui kolb ei oma kaant ja peab maha võtma rõnga, siis tuleb kolb varrelt maha võtta. Kolvirõngaste mahavõtmist kolvilt peab toimima ettevaatlikult, et mitte murda rõngast. Mahavõetud kolvi silindrisse panemisel peab rõnga kas nööriga või jämeda traadiga kinni tõmbama ning vajutama ettevaatlikult rõnga silindrisse ilma löökideta kolvile, et vältida rõnga murdumist. Tihendusrõnga kohase pinevuse puhul kolb, olles asetatud silindrisse, peab hoiduma rõnga pinevuse tõttu kohal ükskõik millises kolvikäigu asendis. Kui kolbi ei saa käsitsi nihutada silindris, siis tähendab see, et rõngas on liiga pinev.

Vertikaalsetes masinates, kui võetakse välja kolb, — kontrollitakse ühtlasi ka kahjulikkude ruumide suurust silindris, kuna kolb ülekandemehhanismi laagrite kulumise tõttu ajajooksul vajub. Et teha kindlaks kahjulikkude ruumide suurus, asetatakse kolvi ja kaane ning kolvi ja põhja vahele mitu pehmest menning-grafiitrikitist tehtud sambakest, pannakse kolb järjekorras surnud-punktidele ning sambakeste kokkumuljumissuuruse järgi määratakse kindlaks vaheruumide suurus.



Joon. 313.

Silindrite lahtivõtmisel kontrollitakse samuti, kas ei lase aurusärgid läbi auru, proovides neid hüdraulilise käsipumbaga. Kontrollitakse, kas pole lõdvenenud poldid, mis kinnitavad sissepandud tööpinna silindri põhja külge. Kõik paindunud või kulunud tikkpoldid silindri- ja siibrikaantel peab asendama uutega.

Kontrollitakse nn. tikkmõõtja abil (joon. 313) mitmes suunas silindri läbimõõtu, alt, ülalt ja keskelt — et määrata silindri kulumist. Avatud silinder puhastatakse roostest ja mustusest, pestakse petrooleumiga ja hõõrutakse kuivaks.

Silindri avamisel võetakse ka lahti, kui seda lubab aeg, silindrite kaitseventiilid ja läbipuhukraanid, puhastatakse, pestakse ja lihvitakse ventiilide klapid ja kraanide korgid, puhastatakse vedrud ning läbipuhukraanide tõmmitsad.

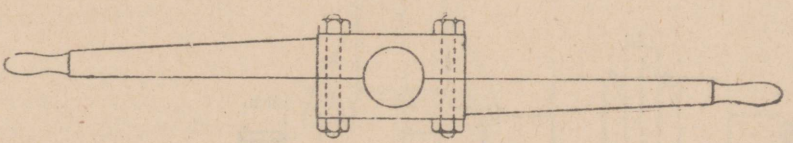
Siibrikarpide avamisel kontrollitakse kõigepealt siibri ühendust varrega ja vaadatakse üle kompensaator. Peab meeles pidama, et sellal, kui silindrilised siibrid kinnituvad varrel jäigalt, antakse karpsiibritele teatav lõtvus, et siiber aurusurvega pigistuks alati peegelpinnale. Kompensaatorrõnga ja vedrude pinevust kontrollitakse samal viisil nagu kolvi juureski. Silindrite ja siibrikarpide avamisel peab tingi-

mata sulgema (kinni toppima) aurukanalid kaltsuga, et nendesse midagi ei satuks. Sulgedes silindrid ja siibrikarbid, peab esmalt veenduma, kas pole jäänud nendesse mingeid tööriistu, mutreid või mõnda muud eset.

146. Laagrite lahtivõtmine ja sobitamine.

Kõigepealt märgitakse kinnitusmutrite asend, tehes kaks märki, ühe mutrile, teise laagrile; märgid on parem teha kärniga, mitte aga meisliga, kuna märkimine viimasega rikub mutrid.

Siis, lahti võtnud laagri, võetakse välja laagripooled ja uuritakse kaela seisukorda. Kui kael on ainult täkestatud või kaetud sulanud laagrimetalliga, puhastatakse see peene lihvviili ja smirgelriidega. Elliptiliseks ja kooniliseks kulunud kael viilitakse silindriliseks, mis nõuab suurt oskust ja ettevaatust. Kaela lõplikuks lihvimiseks kasutatakse puust käepidemetega liiste, mis on ehitatud sarnaselt joon. 314, millede abil kaela esmalt poleeritakse õli ja smirgliga, siis aga ainult puhta õliga.



Joon. 314.

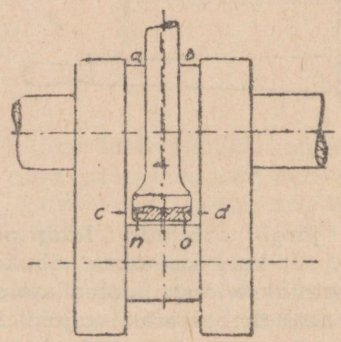
Silindrilise ja hästilihvitud kaela järgi sobitada laagripooled. Sobitamisoperatsioon seisneb selles, et kael kaetakse õhukese menningi, tahma või sinise värvi kihiga, asetatakse laagripooled kaelale, pigistatakse need kokku ja keeratakse kaela ümber edasi-tagasi. Siis võetakse laager lahti, väljaulatuvad poolte tumedad kohad võetakse kaabitsaga maha ja korratakse operatsiooni uuesti, kuni laagripool hakkab puudutama kaela mitte üksikute suurte laikudena vaid peente plekkidena mööda tervet pinda, väljaarvatud ribad laagripoolte äärtel, kus nagu oli juba mainitud vändalaagrite kirjeldusel, laagripool ei puuduta kaela. Laagripooli võib sobitada ka üksikult.

Ristpealaagrite ebaühtlane kulumus võib tekkida kepsu viltukiivumisest, kolvivarre tihenduskarbi kulumisest võib kuumenenud vändalaagrist. Kepsu viltukiilumist kontrollitakse järgmiselt: lahti võttes vändalaagri ja pingutades tihedalt ristpealaagrite polte, mõõdetakse kastriga kaugused (n) ja (o) (joon. 315) kepsu kanna ja vända kaela vahel, mis viltukiivumise puudumisel peavad olema võrdsed, või kontrolli-

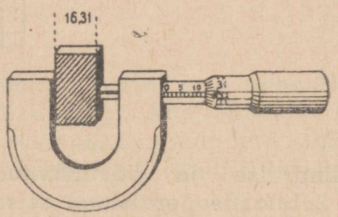
takse kaugused (a) ja (b), edasi (c) ja (d) vända palgede, kepsu keha ja kepsu kanna vahel: kui pole viltukiivumist, siis peab vahe (a-c) võrduma vahele (b-d).

147. Laagrite kontroll ja nende pingutamine.

Lüües märgid laagri mutritele ja kaanele, proovitakse mutreid üle pingutada, et veenduda, kas on varu pingutamiseks. Kui seda pole, siis tuleb maha viilida paksud vahelehed laagripoolte vahel või välja võtta õhukesed. Pärast seda võetakse laager lahti ning mähitakse mitmes kohas kaela ümber tinatraat, mille järele pannakse laager kokku, vajutades poldid nende endiste märkideni; siis võetakse laager uuesti lahti — laialilitsutud tinatraadi paksus annabki lõtvuse suuruse. Viimane on selleks, et hõõruvate pindade vahele võiks mahtuda küllaldane määrdeõli kiht ja et laager ei kuumeneks. Selle lõtvuse suurus valitakse tegelike kogemuste põhjal. Suure lõtvuse puhul laager klopib, on see aga väike, ta kuumeneb. Sobiva lõtvusega pingutatud laagripoltide mutrid kinnitatakse kas kontramutriga või pidurkruvidega.



Joon. 315.



Joon. 316.

Tinatraadid on soovitav alal hoida ümbrikus pealkirjaga: millal ja millisel põhjusel oli laager lahti võetud. Igale traadile kinnitada pabeririba, millele on märgitud mikromeetriga (joon. 316) mõõdetud traadi paksus. Viimane on hädavajalik mõõduriist igale mehaanikule.

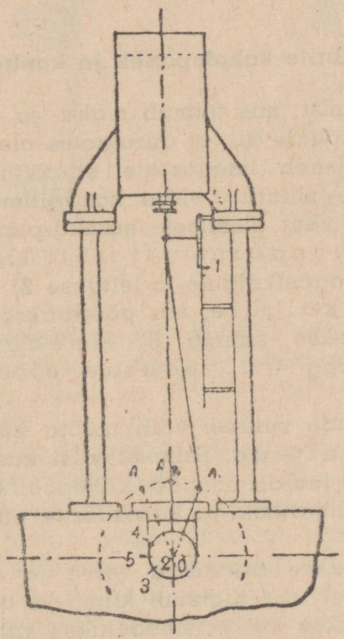
Kirjeldatud viis on kõige täpsem ja seda kasutatakse suurte laevamasinate vända- ja raamlaagrite jaoks. Sellised osad aga, nagu ekstsentrikuvarred, õõtskangid ja väiksete masinate väntajad (kepsud), sobitatakse õõtsutamisega. Peale selle on vaja kindlaks määrata ka laagri piki-lõtvus, mis otstarbel liigutatakse laagrit piki kaela kas

käsitsi või kangi abil; see proov tagab, et laager pole kinni pigistatud liiga tugevasti. Enne laagri lõplikku kokkupanemist peab hoolikalt puhtaks pühkima kaela ja laagripooled ja viimased korralikult õlitama.

Laagri mutrite ja üldse igasuguste mutrite pingutust peab toimima ainult võtmega või kahega, haakides ühe võtme teise külge kangi pikendamiseks. Haamriga võtmele tagumine rikub poltide lõiget ja mutrite kante.

148. Vända seadmine surnud-punktidele.

Masina surnud-punktidele seadmist peab oskama teha täiesti täpselt, kuna umbkaudne seadmine, mil liugleja lakkab liikumast üles või alla, pole küllaldane. Mida lähemale surnud-punktidele, seda vähem on kolvi nihkumine ja liugleja võib olla juba oma äärmises asendis, vänt aga tema poolt joonistatud ringil pole veel jõudnud surnud-punk-



Joon. 317.

tini, või selle juba ületanud. Surnud-punktide kindlaksmääramiseks pööratakse masinat käsitsi ja jättes vända ülemisest surnud-punktist eemale (umbes 430 kraadi võrra), asendisse (OA) (joon. 317), lüüakse kaks paari märke võllile ja laagrile (2) ja (3) (kõige parem tugi-

laagrile, mis on kättesaadavam kui raamlaagrid) ja (1) — liuglejale ning paralleelile. Siis pööratakse vänt üle surnud-punkti nurga võrra, mis on suurem kui eelmine: märk (1) liuglejal asub madalamal märgist (1) paralleelil. Pärast seda pööratakse vänt tagasi, kuni märgid (1) liuglejal ja paralleelil ühtivad, ja vänt tuleb asendisse OA_1, mille järele lüüakse laagrile märk (4), märgi (2) kohta võllil. Siis jagatakse kaar (3—4) pooleks, märgitakse laagril keskmine punkt (5) ja pööratakse masin tagasi, kuni märk (2) võllil ühtib märgiga (5); siis vänt osutub surnud-punktis, asendis (OA_2).

Vända teise surnud-punkti võib leida samuti nagu esimese, või veel lihtsamalt ja nimelt: leides ühe surnud-punkti, keeratakse võlli ümber paberlint nii, et selle otsad tuleksid kokku; võttes lindi maha ja murdes selle pooleks, sirutatakse see uuesti laiali ja keeratakse võlli ümber selliselt, et otsad sattuksid leitud surnud-punktile (5), murdekoht aga märgitakse võllile punktiga — see osutubki teiseks surnud-punktis.

149. Siibrite kohalepanek ja kontrollimine.

Pärast iga lahtivõtmist, mis toimub maha- ja väljavõtmise otstarbel, peab need panema kohale nii, et aurujaotus oleks õige.

Siibrite kontroll seisneb lineaarsete ettetõttude leidmises masina surnud-punktides. Iga silindri siibri kontrollimine toimub eraldi ja järgmiselt: pannakse vänt ülemisele surnud-punktile, kuliss edasikäigule ning leitakse 1) *lineaarne ettetõtt ülal edasikäigule*; siis pannakse kuliss tagasikäigule ja leitakse 2) *lineaarne ettetõtt ülal tagasikäigule*; siis pööratakse masin alumisele surnud-punktile ja leitakse samuti 3) *lineaarne ettetõtt all edasikäigule* ning 4) *lineaarne ettetõtt all tagasikäigule*.

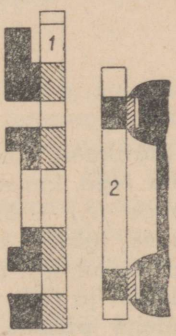
Lineaarsete ettetõttude suurust võib mõõta kahel viisil: 1) *kiiludega* ja 2) *sablonitega*. Esimest viisi kasutatakse ainult karpsiibrite puhul, millede juurde on pääs küljepoolt (s. o. siibrikarp omab külgkaant), teist — silindriliste ja karpsiibrite puhul, mis on väljavõetavad ülalt.

Esimesel puhul aetakse auruakna serva ja siibri vahel olevasse pilusse puust kiil, kuni see pigistub kinni ja omab pinnal pigistuse jälgi — siis vabastatakse kiil ja mõõdetakse kiilu kokkumuljutud osa paksus varbsirkli abil.

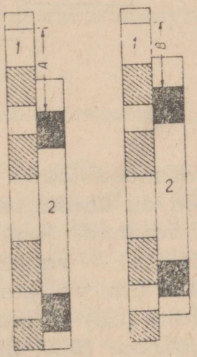
Sablonid on kaks siledat puust liistu (1) ja (2) (joon. 318). Sablon (1) pannakse vastu siibrikarbi peegelpinda ja märgitakse temale akende suurused (viirutamata osa), sablon (2) aga — siibri töötavale pinnale ja märgitakse sellele siibri äärte suurused (joonisel näidatud mustadena). Sel viisil kujutab sablon (1) siibri peegelpinda, sablon

(2) aga — siibrit. Peale selle märgitakse sablonile (1) siibrikarbi peegelpinna või ääriku ülemise ääre kõrgus, sablonile (2) aga sõna „ülal", et pärastpoole seda mitte eksikombel ümber keerata. Kõik märgid sablonitele tehakse noaga. Kuna sabloneid tuleb kasutada mitmel korral, siis on soovitav nad alalhoiu mõttes värvida õlivärviga, näiteks joonisel viirutatud kohad musta värviga, viirutamata aga — punasega.

Lineaarsed ettetõtud leitakse järgmiselt: asetades vända ülemisele surnud-punktile, mõõdetakse kaugus (A) siibrikarbi äärikust kuni siibri ääreni (silindrilise siibri puhul — tihendusrõnga ülemise ääreni), siis asetatakse sablon (2) sabloni (1) suhtes selle kauguse (A) võrra nii, nagu näidatud joon. 319. Pilu sablonite viirutatud ja musta osa vahel



Joon. 318.



Joon. 319.

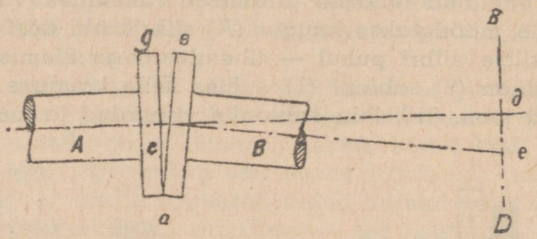
kujutabki lineaarse ettetõtu suurust. Alumise silindripoole ettetõtu kindlaksmääramiseks nihutatakse sablonid teineteise suhtes suuruse (B) võrra, mis on mõõdetud siibrikarbi äärikust kuni siibrini, kui vänt asub alumisel surnud-punktil.

Lineaarsete ettetõttude reguleerimine toimub järgmiselt. Et suurendada lineaarset ettetõttu ülalt, peab siiber alla lastama, et aga vähendada — tõstetama; ümberpöördult — lineaarse ettetõttu suurendamiseks alt peab siibrit tõstma, vähendamiseks aga — alla laskma

Siibrit üles tõsta ja alla lasta võib kahel viisil: 1) seibi asetamisega siibri alla kohas, millega ta istub oma varrele, ning selle eemaldamisega, 2) vahelehe paigutamisega ekstsentrikuvarre talla ja ekstsentrikurehvi vahele. Esimesel puhul muutub lineaarne ettetõtt masina niiedasi- kui katagasikäigu jaoks. Vahel on nõutav muuta ettetõttu ainult edasi- või ainult tagasikäigu jaoks. Sellistel juhtudel kas muudetakse vahelehtede paksust ainult edasikäigu- või siis ainult tagasikäigu-ekstsentrikuvarre juures.

150. Võllide kontrollimine.

Võlle kontrollitakse selleks, et määrata kindlaks, kas võll pole vajunud, ning vajumise korral — kas see on toimunud ühtlaselt. Võlli asendi kontrollimist võib toimida kahel viisil: 1) muhvide eraldamisega, 2) valgusjoone abil; Esimesel puhul lahutatakse võlle ühendavad muhvid (äärikud) (joon. 320).



Joon. 320.

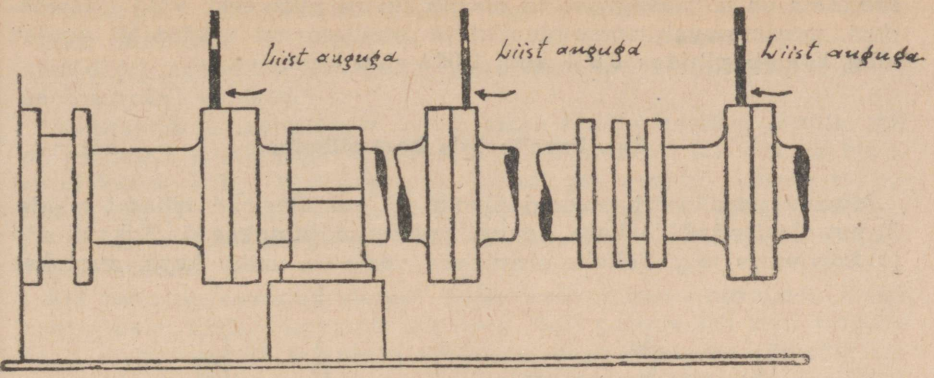
Selle järele mõõdetakse kaugus muhvi (äärikute) vahel ülalt ja alt; kui kaugused on ühesugused — on võlliliin õige, kui aga erisugused, siis on võll vajunud. Joon. 317 tähendavad: (A) — õige võll, (B) — vajunud võll, (ce) — vajunud võlli telje suund, (gb) — kaugus vajunud äärikute vahel ülal või kauguste vahe ülal ja all, kui äärikud ei lähe kokku tihedalt; (ab) — muhvi äärikuläbimõõt ja (cd) — võlli pikkus laagri keskjooneni (BD). Siis selgub vahelehe paksus, mis on tarvis panna laagri allavajumise kõrvaldamiseks:

$$de = \frac{gb - ce}{ab}$$

(negatiivne suurus)

Kontrollimise põhimõte valguskiire abil seisneb selles, et tekitatakse valgusjoon, lastes valguskiire (küünal, kaarlamp, elektrilamp) läbi võllidele asetatud lattide aukude, asetades latid selliselt, et valguskiir läbistaks kõikide lattide augud. Augud lattides tehakse liikumatud. Äärmised latid asetatakse: üks — tugivõlli muhvile, teine — täävõlli muhvile, teised latid aga vahevõllide muhvidele (joon. 321). Valguseallikas asetatakse viimase ahtriplaadi (lati) ette ning asudes ise teises otsas äärmise lati ette, kontrollitakse, kas on valgus näha läbi kõikide ülesseatud lattide avade. Kui valgus on näha, siis tähendab see, et võlliliin on õige, kui aga valgus pole nähtav, siis tolle lati all, mille läbi valgust pole näha, on võll vajunud.

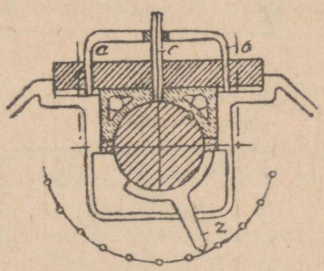
Et oleks võimalik mõõta vajumise suurust, tehakse latid liikuvatena: tõstes latti, kuni ta avast on valgus nähtav, mõõdetakse selle järgi lati tõstmise suurus, mis vastabki võlli vajumise suurusele. Muidugi peab seejuures kontrollima, kas kõik võllide muhvid on ühesuguse



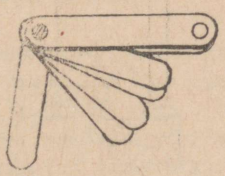
Joon. 321.

läbimõõduga, ja kui ei ole, siis võtta see asjaolu arvesse, et kaugused võllide tsentrist latiavani oleksid võrdsed.

Väntvõlli vajumise kontrollimist võib toimida erilise joon. 322 kujutatud kontrollklambri abil, mis asetatakse selliselt, et ta külgsambad (a) ja (b) läbistavad laagrikaane (pärast seda, kui poldid on välja võetud) toetudes raamlaagri pesale. Keskmine, kalibreerimisvarras (c) aga läbistab laia tsentraalava laagri kaanes. Pärast seda mõõdetakse õhunoaga (joon. 323) kaugus kalibreeritud varda otsa ja võlli ülemise pinna vahel, mille järgi otsustatakse võlli vajumise suuruse üle.



Joon. 322.



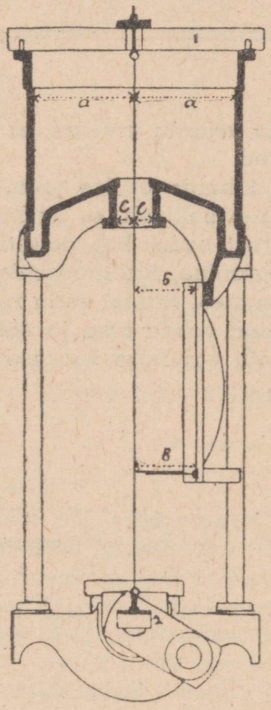
Joon. 323.

Võlli vajumine kõrvaldatakse laagripoolte uuesti ülevalamisega valgemetalliga, milleks võetakse lahti vastav võlli osa ja tõstetakse üles kas talidega, mis kinnitatakse puust taladele masina silindritele, või hüdraulilise tungraua abil. Selle järele võetakse välja laagrite pooled, valatakse üle valgemetalliga, treitakse, sobitatakse võllile ja pannakse kohale. Raamlaagrite ülemised pooled kuluvad harilikult vähe ja neid võib sobitada viilimise ja kaapimisega. Nõutav lõtvus raam-

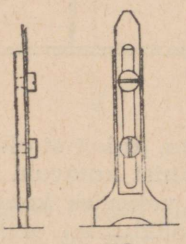
laagrites on mitmesugune: ta oleneb laagri pikkusest, võlli läbimõõdust, masinaruumi temperatuurist ja kasutatavast määrdeõli sordist ning kõigub piirides 0,001 kuni 0,002 võlli läbimõõdust.

151. Paralleelide kontrollimine.

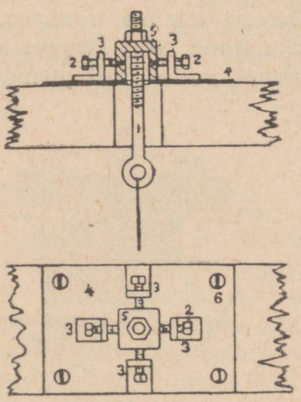
Masina paralleelid peavad olema: 1) paralleelsed silindri teljele, 2) paralleelsed võlli teljele. Kontrollimiseks määratakse kindlaks silindri ja kolvivarre telg. Selleks otstarbeks võetakse maha keps, avatakse



Joon. 324.



Joon. 325.



Joon. 326.

silinder, võetakse välja kolb ja kolvivars ühes liuglejaga. Edasi kinnitatakse kaks puulatti: 1) silindri ülemisel äärikul piki läbimõõtu (joon. 324) latt (1) ja vända palgede vahele latt (2). Mõlemate lattide vahele tõmmatakse pinguli terastraat läbimõõduga umbes 1 mm.

Terastraadi asetamiseks silindri telge mõõdetakse mitmes suunas silindri raadiused (a) tikkmõõtja abil (joon. 325) ja tihenduspuksi raadiused (c), nihutades terastraati latiga, kuni kõik raadiused (a) ja (c) on omavahel võrdsed.

Terastraadi pingutamiseks kinnitatakse lattide keskele seadis, mis on näidatud eraldi joon. 326. See koosneb plaadist (4), mis on kinnitatud lattide külge kruvidega (6). Traadi pingutamine toimub pingutuskruviga (5); viimase seadmine tsentrisse aga — seadekruvidega (2), mida keerates nurkraudadesse (3) nihutame pingutuskruvi (5) tarvilises suunas.

Kui traat on asetatud silindri telge, kontrollitakse paralleeli rööbikust sellele, mõõtes kauguse (b) (joon. 320) paralleelist kuni traadini ülalt, alt ja keskelt. Paralleeli rööbikuse kontrollimiseks väntvõlli teljele peab esmalt kontrollima vända kaela õiget asendit ja ta paralleelsust võlli teljele nurkraua abil.

Kui on tehtud kirjeldatud kontroll, siis pannakse diagonaalselt vastu paralleeli töötavat pinda teras-joonlaud ja mõõdetakse kaugus selle alumisest otsast kuni vända kaelani. Siis asetatakse joonlaud mööda teist diagonaali ja mõõdetakse kaugus joonlaua otsast kuni vända kaelani: paralleeli rööbiklusel võllile peavad mõlemad kaugused olema võrdsed. Mitterööbikuse puhul seatakse paralleel tarvilisse asendisse vastavate vahelehtede panemisega. Joonlaud mõõtmiseks peab olema tugev, et ta ei painduks.

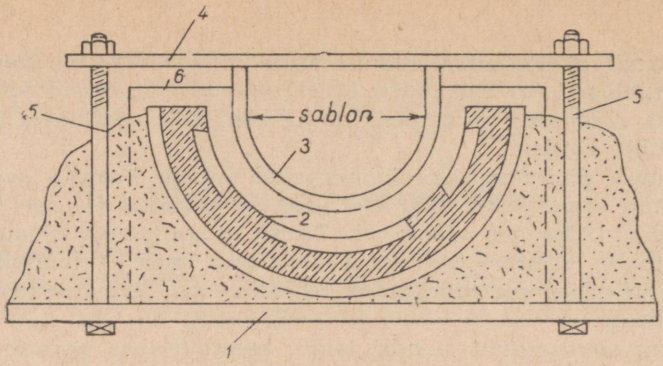
Suurtes masinates kaldub silindrite paisumisel soojenemisest paralleeli ülemine osa veidi telgjoonest väljapoole, mida peab arvestama paralleeli ülesseadmisel. Harilikult see hälbimine on umbes 0,15 mm.

152. Laagripoolte ülevalamine valgemetalliga.

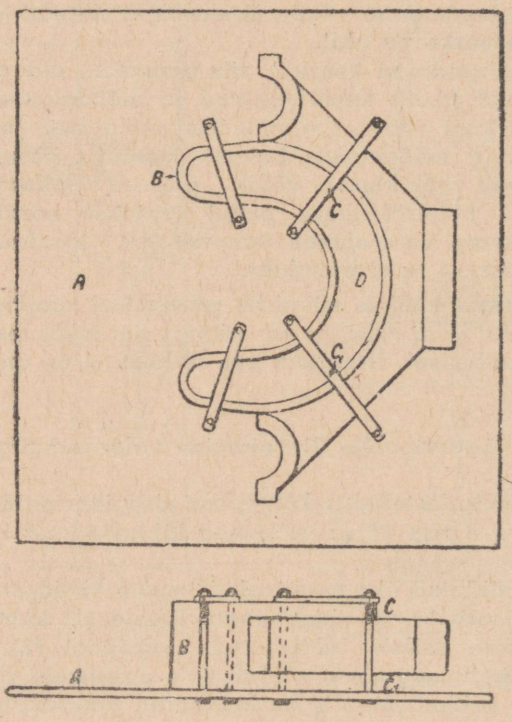
Laagri ülevalamiseks tehakse kõigepealt sisepinna sablon peenikesest lehtrauast umbes 3 mm võrra väiksema läbimõõduga kui kaela läbimõõt.

Joon. 327 on näidatud üks vormivalmistamise viisidest vända laagripoole ülevalamiseks laeva abinõudega: lauale (1) kuhjatakse kuuma liiva ja pannakse sellele lahtivõetud laagripool (2), millele kontsentriliselt ja vaheruumiga, mis võrdub valu paksusele, riputatakse üles poolümmargune sablon (3), mis on kinnitatud põikrauale (4); see toetub poltidele (5), mis on sisse keeratud alumisse lauda. Ruumi sabloni ja laagripoole vahel valatakse valgemetalli; et see ei jookseks välja, asetatakse laagripoole otstele vertikaalselt kaks lehte (6).

Sabloni asemel võib kasutada poolümmargust puust mudelit. Laagri poolesse jäänud vana valgemetall sulatatakse välja, soojendades laagripoolt puusõel. Siis peitsitakse 15 kuni 20 minuti jooksul väävel-



Joon. 327.



Joon. 328.

happega, puhastatakse seespoolt liiva ja tuhaga, pestakse läbi soolhappe lahuga ja tinutatakse hoolsalt puhta tinaga (mitte pliiga). Valgemetalli sulatatakse kulbis või katlas sellisel hulgal, et seda jätkuks

kogu laagri pidevaks ülevalamiseks, sest muidu häviks kogu töö. Sulatatud metall puhastatakse pinnaleujunud räbust ja valatakse kiiresti laagri ja sabloni vahele kuni ülemise ääreni, läbi torgates sissevalatavat metalli mitmel korral raudoraga — gaaside väljalaskmiseks. Laagripooled enne valamist on soovitav soojendada jootmislambiga.

Ülevalatud laager lastakse täielikult jahtuda, eemaldatakse siis sablon, treitakse laagrit treipingil ning sobitatakse ta siis võlli kaelale.

Joon. 328 on näidatud tugilaagri klambri valamise viis: ülal — plaanis, all — külgvaates. Laiale raudlehele (A) seatakse vertikaalselt hobuserauakujuliselt mööda klambri hõõrdepinna piirjooni painutatud leht (B); lehel on väljalõige, millesse võib asetada valatava klambri. Pärast seda kui sellest on välja sulatatud valgemetall ja ta on tinutatud ning kuumendatud, pannakse ta väljalõikesse; lehe (B) ülemisele osale pannakse neli klambrit, millede ja pingutuspoltide abil tõmmatakse kogu seade kõvasti omavahel kokku.

Õlitusavad klambris korgitakse asbestiga, vorm ümbritsetakse liivaga ja valatakse siis metall hobuserauakujulisse sügavikku (D).

153. Tähtsamaid töid masina juures seisul dokis.

Laeva seismisel dokis teostuvad paljud tähtsad tööd, mida tuleb sooritada masinameeskonnal vanem-mehaaniku juhatusel ja nimelt: kõikide veealuste osade järelevaatus ja puhastamine, põhjaklappide sobitamine, täävtoru ja sõupropelleri järelevaatus, vajaduse korral propelleri tiibade vahetamine või propelleri mahavõtmine, sõuvõlli väljatõmbamine ja võllistiku kontrollimine valgusjoone abil.

Enne kui laev läheb dokki, peab ta kallutama tasasele kiilule, s. t. peab hävitama diferendi vöör- ja ahterpiigi või teiste ballast-tankide täitmisega või tühjendamisega. Pärast laeva dokki tugedele asumist peab hoolitsema, et ei tekiks mingit muutust raskuste või laadungi ümberpaigutamisel, sest see tekitab diferendi muutumist, kui laev hakkab tõusma ujuvile doki täitumisel ning selle asjaolu hooletussejätmisest võib tulla tõsiseid tagajärgi.

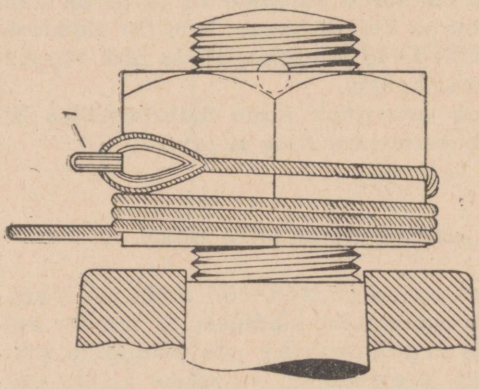
Kõikide veealuse osa põhjaklappide ja avade nimistu peab olema valmis enne dokkimist ja tööga nende juures peab algama esimesel võimalusel. Masina päevaraamatusse peab märkima iga veealuse ava sulgemise ja avamise aja (tööks).

Kui osutub võimalikuks, siis peab laeva tuletõrjesüsteemi ühendama painduva voolikuga tuletõrje hüdrandiga kaldal, et olla valmis tulekahju korraks. Masinat võib käsitsi pöörata siis kui ollakse veendunud, et midagi ei takista propelleri pöörlemist.

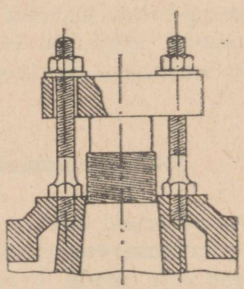
Kõikide laeva veealuste avade restid võetakse maha ja puhastatakse, samuti nagu toruotsad, mis viivad kingstonite ja põhjaklappide

juurde. Puhastatakse, kraabitakse puhtaks ja vajaduse korral asendatakse kingstonite tsingist kaitserõngad uutega; viimased asetatakse merelaevades galvaaniliste voolude sööbimiste vastu. Vaadatakse üle kingstonite ja teiste poordiventiilide pesad, kontrollitakse nende tihedust vee pealevalamisega ja vajaduse korral lihvitakse nad pesadele; lõikega varustatud korgid, mida vahel leidub kaubalaevades veekindla vaheruumi põhjas, keeratakse välja, vesi lastakse ära voolata, korgid puhastatakse ning pannakse uuesti kohale.

Enne kui hakata dokki veega täitma, peab veenduma, et kõik veealuse osa ventiilid ja kraanid oleksid järele vaadatud ja suletud, kuna on esinenud juhtumeid, et viimase nõude mittetäitmisel laev hakkas



Joon. 329.



Joon. 330.

uppuma vee sisselaskmisel dokki. Pärast laeva tõusmist ujuvile peab avama tsirkulatsioonpumba kingstoni ja äravooluklapi, et täita kondensaator veega, kuid seejuures peab kontrollima, kas tsirkulatsioonpumba päästetoru on tihedalt suletud (viimast kasutatakse avarii juhtumitel, kui tsirkulatsioonpump peab võtma vett ruumist), sest muidu hakkab masinaruum täituma veega läbi avatud kingstoni ja avatud päästetoru ventiili.

Edasi peab dokis hoolsalt järele vaatama kõik osad, milledele juurdepääs on võimalik, nagu sõupropeller, sõuvõll, täävtoruots, ühendusmuhvid ja sõuvõllide kronsteinid kahepropellerilistel laevadel — kas pole nendes vigastusi, sööbimisi või roostumist. Kui viimased on avastatud, siis peab võtma käsile kõik abinõud nende kõrvaldamiseks, kuni laev asub veel dokis.

Täävtorus olevate laagrite, samuti ka sõuvõllide laagrite kulumist kronsteinides kontrollitakse pikkade tastritega, märgitakse tulemused päevaraamatusse ja võrreldakse eelmise dokisviibimise tulemustega — kas pole nad suurenenud.

Kui sõuavõll on hakanud sööbima, peab sööbinud koha hästi haljaks kraapima, pesema kuuma soodavee lahusega ja kuivatama, kõrvaldades traatharjaga kõik sooda jäljed. Pärast seda kaetakse võll kolmekordse tinamenningi kihiga, kusjuures iga uuestivärvimine järgneb alles siis, kui eelmine värv on kuivanud; pärast seda kaetakse võll veel sööbimise eest kaitsva kummilahu kihiga. Propellereid ei värvita, vaid kaabitakse traatharjadega läikivalt haljaks. Laevakere osa, mis piirab propellerit, värvitakse paksult menningiga galvaanilise sööbimise vältimiseks. Ka sõuvõlli tsingist kaitserõngaid ei värvita — neile peab tagama head metallilise kokkupuutumise laeva kerega. Sööbinud tsinkrõngad asendatakse uutega.

Sõupropelleri tiibade vahetamine toimub harilikult dokis. Propelleri juurde ehitatakse massiivsed puust tellingud ning nende külge riputatakse vähemalt kaks paari talisid õnnetuste vältimiseks (kui üks tali rebeneb või annab järele, siis hoiab teine).

Enamaltjaolt on tiibade kinnitusmutrid valatud kinni tsemendiga, mis raiutakse välja ettevaatlikult, et mitte vigastada mutreid ja polte. Sõupropelleri mahavõtmisel on vahel raske eemaldada mutrit, mis kinnitab võlli. Sel juhul lüüakse mutrile asetatud võtmele raske haamriga. Kui mutter on järele andnud, võib kiirendada ta mahavõtmist viisil, mis on näidatud joon. 329 ja nimelt: pistes raudpulga mutris olevasse avasse ning pannes pulgale terastrossi aasa, mähitakse tross mitu korda ümber mutri ning keeratakse trossi vaba ots vintsile või pelimasinale.

Kui mutter on maha võetud, võib sõupropelleri muhvi sõuvõlli koonuselt maha võtta lahtipingutusklambri (joon. 330) abil.

154. Masina valmispanek talveks.

Masina valmispanemiseks talviseks hooajaks avatakse kõik aurusilindrid, siibrikarbid, õhupumbad, soojaveekastid, masinatoite- ja ruumipumbad, kondensaator, kõikide abimehhanismide ja pumpade silindrid. Võetakse välja, puhastatakse roostest ja määritakse tavotiga või naftarasvaga kõik kolvid ja siibrid. Kuivatatakse seestpoolt hoolsalt kõik silindrid ja siibrikarbid, puhastatakse roostest ja mustusest ning määritakse kas naftarasvaga või paksu mineraalõliga. Liikuvad ja poleeritud osad kaetakse rooste vältimiseks samuti naftarasvaga või lihtsalt naftaga. Kõikidest tihenduskarpidest võetakse välja tihendid. Kõik toiteveefiltrid avatakse, puhastatakse ja kuivatatakse. Vilt, käsnad ja teised filtreerivad ained puhastatakse õlist ja mustusest; pestakse puhtaks soodavees ja kuivatatakse. Ülepoorditorud lüüakse väljaspoolt puukorkidega kinni, valatakse üle rasvaga ja ümbritsetakse saepuru ja sõnnikuga. Kõik ventiilid ja kraanid võetakse lahti, ventiilide klapid ja kraanide korgid võetakse välja, määritakse

üle rasvaga ja asetatakse uuesti kohale, kusjuures pannakse kokku vaid ajutiselt, mitte pingutades. Põhjaventiilid ja täävtoru kaetakse harilikult hobusesõnnikuga.

Soojaveekastidest, kondensaatoritest, silindritest, pumpadest ja teistest osadest, mis on täitunud veega masina töö vältel, lastakse vesi välja; vastasel korral vesi, olles jäätunud, võib suruda need osad lõhki.

Põhjaruumid masinas ja kütteruumis puhastatakse hoolsalt, kuivatatakse veest ja värvitakse menningiga.

Kõik vähemad lahtivõetavad masinaosad peavad olema puhastatud, sisse määritud õliga või rasvaga, varustatud pealkirjalauakestega ja asetatud kindlasse kohta. Manomeetrid ja vaakuummeetrid võetakse maha ja hoitakse alal kas kaldal või laevas, kuid soojas ja kuivas ruumis.

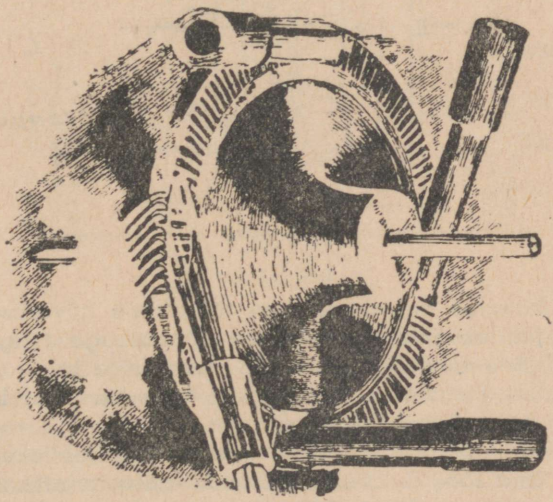
Koostatakse parandustööde nimestikud katelde, masinate ja abimehhanismide kohta.

ÜHEKSATEISTKÜMNES PEATÜKK.

Auruturbiinid.

Üldmõisted auruturbiinidest; aktiiv- ja reaktiiv-turbiinid.

Auruturbiiniks nimetatakse masinat, milles vahetult, ilma ülekandemehhanismita, auru kineetiline energia tekitab pöörleva liikumise. Iga auruturbiin koosneb ühest või mitmest oma rehvil (põial) kõverjooneliste labidatega varustatud rattast (kettast), milledele suruvad töötamise ajal aurujoad.



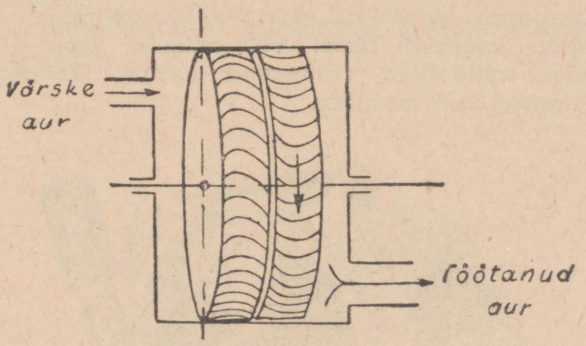
Joon. 331.

Joonisel 331 on näha, kuidas töötab ühekettaline auruturbiin. Aur satub mitmest torust (mida nimetatakse sõõrmeteks ehk düüsideks) jugadena kõverjoonelisile labidaile.

Liikudes labidate vahel ja väljudes ratta teiselt poolelt, paneb aur ratta pöörlema.

Labidad tehakse harilikult lehterasest. Neid on väga palju ja nad asetsevad võllil asuva turbiiniratta pöial. Düüside asemel võib tööratta ette monteerida erilise juhtratta (joon. 332) liikumatute, kõverjooneliste labidatega, millede vahed siis moodustavad düüse. Düüsid moodustavad turbiini juhtimisaparaadi, tööratas aga — tööaparaadi.

Peagu kõik nüüdisaja auruturbiinid ehitatakse paljurattalised, s. t. nad koosnevad mitmest (järjekorras asetatud) juht- ja töörattast. Sellise turbiini auru tee on näidatud joon. 335. Aur tungib esimesile juhtlabidaile, nendest esimese tööratta labidaile, andes ära nendele osa oma energiast ja sundides ratta tiirlema. Seejärel tungib aur teise juhtratta labidaile, nendelt teise tööratta labidaile jne.



Joon. 332.

Juhtlabidate kõverus on vastupidine tööratastele kõverusele, s. o. aur liigub mööda juhtlabidaid, töölabidate vahele aga tungib ta peagu õige nurga all. See asjaolu suurendab auru mõju labidaile. Turbiinid üheainsa töörattaga omavad samasugust kõverjoonelist labidate kuju ja samasugust auru sisselaske viisi.

Turbiini labidaile on antud kõverjooneline kuju selleks, et aur tungiks labidaile ilma löökideta, mis vähendavad turbiini kasulikku tööd.

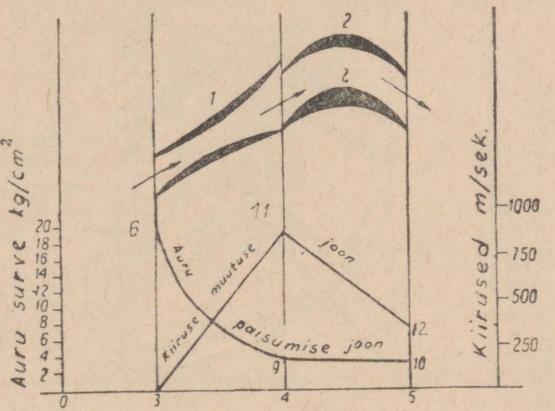
Aurumasina ja auruturbiini töös on oluline vahe. Aurumasina kolvile mõjub aur (nii sisselaske — kui ka paisumisperioodil) ainult oma survega. Silindrisolemise vältel võib seda auru lugeda liikumatuks ja järelikult kineetilist energiat (elavjõudu) mitte omavaks. Auruturbiini töös aga kasutatakse liikuva auru energiat.

Vaatame auru surve ja kiiruse muutust turbiinis. Seda selgitab diagramm joon. 333, mis kujutab auru surve ja kiiruse muutust juhtrattaga ja ühe töörattaga turbiinis. Ordinaat-teljel on ühelt poolt

näidatud auru surved kg/cm²-le, teiselt poolt — kiirused m/sek-dis, abstsissiteljel aga düüsi ja töölabidate laius paralleelselt turbiini teljele.

Joonisel on arvuga (1) näidatud turbiini düüs; 2-2 töölabidad; 3-4-5 — düüsi ja labida pikkus, mis on mõõdetud paralleelselt turbiini teljele.

Turbiini düüsis toimub auru paisumine. Auru paisumine langeb suuruselt, mis on väljendatud lõiguga 3-6 survete teljel (vasakult — kg-des cm²-le) suuruseni 4-9 samas mõõtkavas. Seejuures kasvab auru kiirus punktis 3 nullist kuni 11-ni, väljendatud kiiruste mõõtkavas (paremalt — meetrit sekundis).



Joon. 333.

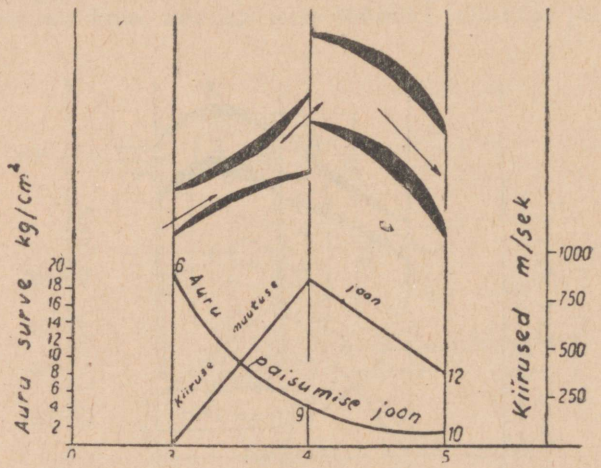
Selle tagajärjel varustub aurujuga kineetilise energiaga (elavjõuga), mida ta annab edasi töölabidaile, muutes selle liikumiseks. Lõpptulemusena langeb auru kiirus lõigu 5-12 suuruseni. Auru surve aga jääb konstantseks, mis nähtub sellest, et joon. 9-10 jääb paralleelseks teljega. Säärast turbiini, kus auru paisumine toimub ainult juhtimisaparaadis, nimetatakse aktiivseks.

Joon. 334, kus numbritel on samad tähendused mis eelmiselgi joonisel, on graafiliselt kujutatud auru töö ühekettalises r e a k t i i v s e s t u r b i i n i s. Selles teostub auru paisumine mitte ainult düüsis, vaid ka töölabidail. Viimane nähtub sellest, et joon 9-10 pole horisontaalne sirgjoon, vaid kallak ning kõver, ja selle kõvera kaugus horisontaalteljest väheneb järk-järgult, s. o. auru surve langeb, aur paisub.

Nagu juba öeldud, võivad düüsid olla asendatud erilise, juhtiva ketta labidatega. See oleneb turbiini süsteemist.

Turbiini nimetatakse reaktiivseks sellepärast, et siin toimub reaktsioon, s. o. äratõukamine. Selle reaktsiooni jõud võrdub lõikude 4-9 ja 5-10 vahega. Sellise jõuga püüab iga töölabidas eemale tõukuda düüsist või juhtrattast.

Töölabidaile mõjub vahetult ka selle auru energia, mis väljub joana düüsist või juhtlabidate vaheruumist. Sel viisil omab siin tähtsust peale paisumisreaktsiooni veel auru jõu vahetu mõju. Sellepärast võib reaktiivturbiini tööd võrrelda lõhkeaine-raketi tööga, mis lendab nii lasu algtõuke kui ka tema sabaotsast väljuvate põlemisgaaside reaktsiooni tagajärjel.

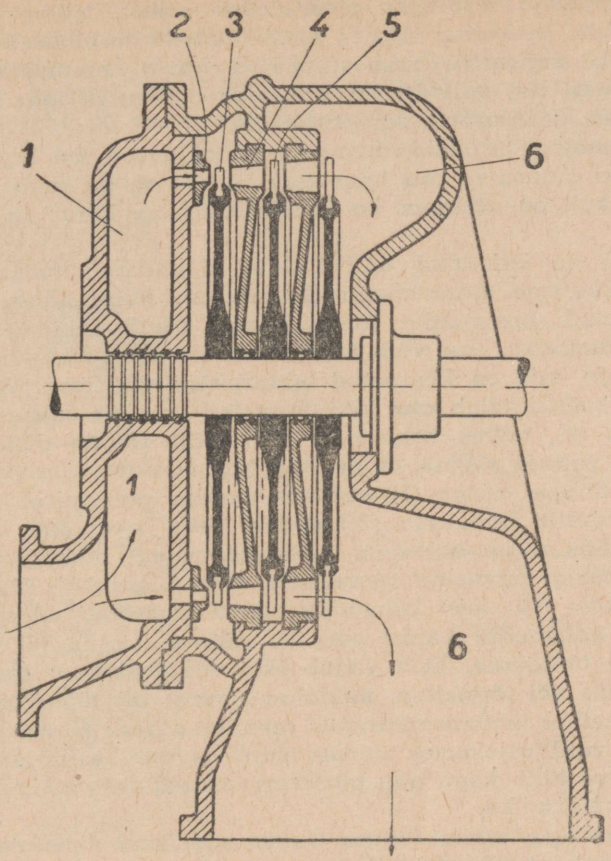


Joon. 334.

Auru paisumise tagajärjel osutub auru surve tööratta labidaile sisselaskepoolelt suuremaks kui väljalaskepoolelt. See survete vahe tekitab jõu, mille suund on piki turbiini telge ja mis püüab turbiini tööratast nihutada auruvoolu suunas. Seda survet nimetatakse **telgsurveks**. Telgsurve tuleb tasakaalustada. Tasakaalustamise viisid on selgitatud tagapool. Survete vahe tõttu tööratta mõlemal poolel peavad vaheruumid töölabidate ja turbiini kere vahel reaktiivturbiinidel olema võimalikult väikesed, et vältida paratamatut auru tungimist läbi nende vaheruumide.

Aktiivturbiinidel, kus surve tööketta mõlemalt poolt on ühesugune, aur ei püüa tungida läbi mainitud vaheruumide ja need võib teha suuremad.

Telgsurve ja selle tasakaalustamise seadeldiste puudumine, samuti võimalus lubada suuremaid vaheruume töölabidate otstel (mis on



Joon. 335.

tähtis labidate puutumise ohu vältimise mõttes) on aktiivturbiinide paremuseks.

Üherattaline või elementaarturbiin omab väga suurt tiirude arvu — umbes 15 000—20 000 r/min. Sellised tiirude arvud on liiga suured tegelikuks tööks, eriti laevadel. Peale selle kannatavad liikuvad turbiiniosad väga suure tsentrifugaaljõu all, mis tekitab turbiini pöörlevates osades ohtlikku pinget.

Tiirude arvu vähendamiseks kasutatakse Parsons'i leiutatud surveastmeid või Curtis'e poolt rakendatud kiirusastmeid, samuti ka mõlemate kombinatsioone.

Surveastmetega turbiiniks nimetatakse sellist, milles auru paisumine teostub järjekorras mitmes elementaarses turbiinis. Igaühes nendest langeb aurusurve umbes ühe ja sama suuruse võrra. Üldise aurupaisumise osi, millede võrra langeb aurusurve igas elementaarses turbiinis, nimetatakse surveastmeiks.

Surveastmetega turbiinid võivad olla nii aktiivsed kui ka reaktiivsed. Väiksema aurusurve osa tõttu igas astmes on ka auru kiirus väiksem, järelikult on väiksem ka turbiini ringiline kiirus ja turbiini tiirude arv.

Joon. 335 on kujutatud aktiivturbiini läbilõige kolme surveastmega ja üksikute tööratastega (ketastega). Nagu näha, on turbiini kere jaotatud liikumatute juhtketastega (diafragmadega) kolmeks üksikuks kambriks. Aur võib ühest kambrist teise üle voolata ainult läbi düüside, mis on kinnitatud juhtratastes ringiliselt. Auru tee on järgmine: katlast tuleb aur läbi torustiku ja sisselaskeventiili ringilisse ruumi (1), milles asub rida düüse (2). Nende düüside pikkus ja kuju on valitud selline, et nendest läbi voolates aur paisub ainult osaliselt. Läbides düüse (2) aur esmakordse paisumise järele satub esimese tööratta labidaile (3), andes neile osa oma kineetilisest energiast. Siis satub aur teise juhtimisaparaadi düüsidesse (4), kus ta kiirus jällegi suureneb (paisumise tõttu), ja läheb üle teise tööratta labidaile (5), neist kolmanda juhtimisaparaadi düüsidesse, kus ta paisub kolmandat korda surveni väljalasketorus (6) ning satub kolmandale töörattale, kust väljub läbi väljalasketoru otsa (6) kondensaatorisse või järgmisse, madalama surve all töötavasse turbiini.

Turbiini, milles juhtimisaparaadis arendatud auru kiirust kasutatakse mitte ühes, vaid järjekorras mitmes töörattas, igaühes võrdselt, kusjuures aurusurve jääb kogu aeg püsivaks, nimetatakse *kiirusastmetega turbiiniks*.

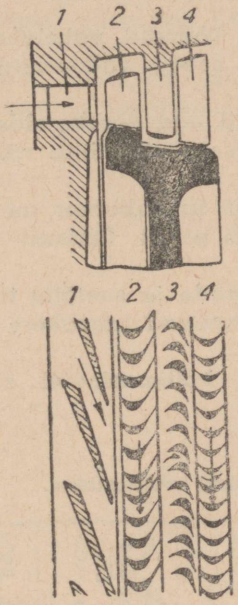
Kiirusastmetega turbiini leiutas Curtis; seepärast nimetatakse kiirusastmetega turbiini töörattaid Curtis'e ratasteks.

Joonisel 336 on kujutatud kahe kiirusastmega nn. Curtis'e ratta (tööratta) osa pikilõikes läbi düüsi ja labidate ning kahe kiirusastmega turbiini ratta osa plaanis.

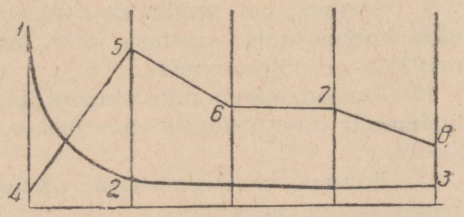
Aur tuleb turbiini vasakult läbi düüsi (1) töölabidate esimesele reale, mis on kinnitatud töörattale, läheb üle liikumatuile juhtlabidaile (3) ning siis uuesti töölabidate teisele reale (4).

Surve ja kiiruse vastavad muutused selles turbiinis on näidatud joon. 337. Auru paisumine teostub mööda joont 1-2 ainult düüsis, labidail aga jääb surve konstantseks, võrreldes väljalaskesurvega (joon. 2-3). Kiirus aga kasvab ainult düüsis mööda joont 4-5, langeb joont 5-6 järgi töölabidate esimeses rühmas, jääb muutumatuks vahepealseis juhtlabidais (osa 6-7) ning langeb uuesti, muutudes tööks, mööda joont 7-8 töölabidate teises rühmas.

Kiirusastmetega turbiinil, milles auru kogukiirus jaguneb mitmele tööratttale, on ka omad puudused: kiirusastmed on rakendatavad ainult aktiivsetes turbiinides; esimestel tööratastel tekib palju suurem võimsus kui muudel, mis raskendab turbiini konstrueerimist, auru hõõrdumine labidail on suurem kui surveastmete puhul jne.



Joon. 336.



Joon. 337.

Ühekordsel surve langetamisel võetakse harilikult kaks või kolm kiirusastet, harva rohkem.

Kiirusastmeid auruturbiinides võib kombineerida surveastmetega. Teisiti öeldes, võib ehitada mitu surveastet ja igaühes mitu kiirusastet. On teostatav ka selline kombinatsioon: üks rühm kiirusastmeid ja selle järele ainult surveastmed.

156. Turbiini võrdlus aurumasinaga ja diiselmootoriga.

Turbiini paremus võrreldes aurumasinaga ja diiselmootoriga seisneb järgnevas:

1. Suurte võimsuste saavutamise võimalus. Selles suhtes ületab auruturbiin nii aurumasina kui diiselmootori.

2. Suur ökonoomsus auru ja kütteaine kulus. Selles suhtes ületab auruturbiin aurukolbmasinaid, kuid jääb taha diiselmootorist.

3. Seadme lihtsus. Turbiinil ei ole kolbe, siibreid, väntvõlli ega teisi hõõrduvaid osi, on ainult kaks kandelaagrit.

4. Järelevalve ja hoolitsemise lihtsus, sõltuvalt ehituse lihtsusest.

5. Palju väiksem määrdeõli kulu, tingitud vaid kahe laagri olemasolust.

6. Väiksem masinamaterjalide kulu, nagu tihendid, vahelehed jne.

7. Palju väiksem masinaosade kulumine, seega väiksemad kulud jooksvale remondile.

8. Õli ei satu auru ega toitevee ringvoolu ega aurukateldesse, — silindrite määrimise puudumise ja laagrite asetsemise tõttu väljaspool turbiinikeret.

9. Masinaruumi tunduvalt väiksem kõrgus ja kubatuur auruturbiinide horisontaalse asetuse tõttu, mis omab erilist tähtsust suurtes reisijate- ja sõjalaevades.

10. Sirgjooneliselt edasi-tagasi-liikuvate osade ja seetõttu tasakaalustamata inertsjõudude puudumine, mis tekitavad laevakere vibratsiooni.

11. Suurem ülekoormamise võimalus kui kolbmasinatel suurema käigu saavutamiseks.

Aurumasina, auruturbiini ja diiselmootori võrdlustabel.

Masina liik	Kasutegur (ökonoomiline)	Auru kulu kg-des ühe EHJ peale tunnis	Kivisõe kulu kg-des ühe EHJ peale tunnis	Nafta kulu kg-des ühe EHJ peale tunnis
Harilikud laevamasinad siiberaurujaotusega . .	0,12—0,15	6,0—7,0	0,60—0,75	0,43—0,54
Lenzi', Stumpf'i ja teised ventiiljaotusega laevaaurumasinad	0,15—0,16	4,3—6,0	0,55—0,75	0,34—0,39
Aurumasina ja turbiini ühine seade Bauer-Wach'i jt. süsteemide järgi	0,15—0,17	4,0—5,7	0,50—0,53	0,34—0,38
Harilikud laevaturbiinid .	0,16—0,18	4,0—6,0	0,52—0,53	0,35—0,37
Kõrgsurve-turbiinid	0,17—0,19	3,6—4,0	0,48—0,50	0,30—0,32
Diiselmootorid	0,32—0,36	——	——	0,175—0,195

Selle tabeli teise lahtri ökonoomilise kasutegurina tuleb mõista suhet soojuse vahel, mis on muutunud kas aurumasina, auruturbiini või diiselmootori kasulikuks tööks, ja täielise soojushulga vahel, mis on saadud põletatud kütteainest ühe ja sama aja vältel.

Teisest küljest omavad laevaturbiinid ka mõningaid puudusi ja nimelt:

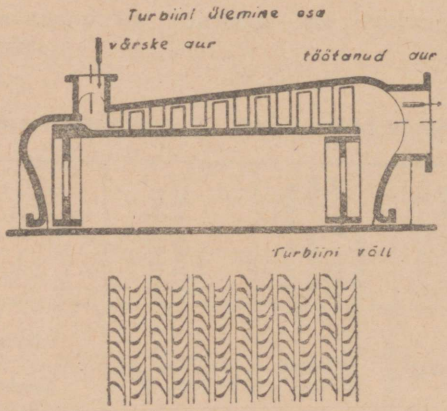
1. Erilise turbiiniseadme vajadus tagasikäiguks.
2. Väikesed vaheruumid (mänguruumid) labidate ja turbiini kere vahel, mis nõuavad alalist järelevalvet, kontrolli ja järeleproovimist ja millede hävimine, tingitud laagrite kulumisest või turbiini ebaühtlasest paisumisest, põhjustab labidate murdumist ja turbiini rivist väljalangemist.
3. Turbiinide ökonoomsuse suur vähenemine tasastel käikudel.
4. Hammasratas-ülekande vajadus turbiini ja sõuvõlli vahel.

KAHEKÜMNES JA KAHEKÜMNE ESIMENE PEATÜKK.

157. Nüüdisaegsete laevaturbiinide jaotus ja tüübid.

Kõik nüüdisaegsed laevaturbiinid on paljuastmelised; üheastmelisi kasutatakse vaid laeva abimehhanismides, nagu turbodünamotes (näit. Laval'i üheastmeline turbiin).

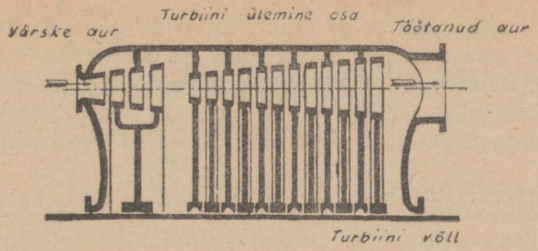
Laevaturbiine võib liigitada järgmiselt: edasi vaata lisaleht A.



Joon. 338.

4. Puht-reaktiivturbiinid surveastmetega.

Üheainsa rootoriga-trumliga, mis on asetatud turbiinivõllile — Parsons'i tüüpi turbiin oma puhtal kujul — on näidatud joon. 338. Kõik labidate sektorid ehk nn. krantsid on asetatud üldtrumlile. Töölabidate krantside vahel asuvad liikumatute juhtlabidate krantsid, mis on kinnitatud turbiini silindri sisepooles. Nüüdisajal tarvitatakse selliseid turbiine ainult kesk- või madalsurveturbiinidena üldises turbiiniagregaadis.



Joon. 339.

2. Reaktiivturbiinid surveastmetega ja ühe Curtis'e rattaga.

Sellise turbiini pikiläbilõige on näidatud joon. 339.

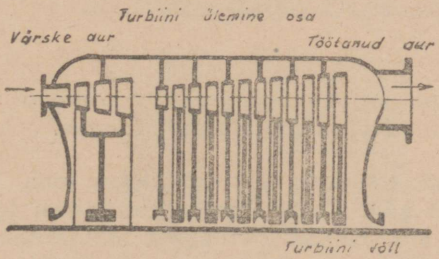
Värske aur tuleb esmalt läbi düüsi kahe või enam kiiruse astmega Curtis'e rattale, siirdub surveastmeile, mis asetsevad üldtrumlil, ja paisub nii juht- kui ka töölabidais. See tüüp omab eelmisega võrreldes järgmisi paremusi:

a) turbiin on vähematel kui täiskäikudel auru kulu suhtes ökonoomsem, lastes auru turbiinisse läbi suurema või vähema hulga düüside üksikutest sisselaskeventiilidest, aga mitte üldisest sisselaske-ventiilist, nagu puhtatüübilises Parsons'i turbiinis;

b) kiirusastmetega Curtis'e ratta rakendamise tõttu väheneb surveastmete arv ja turbiin osutub lühemaks.

3. Aktiivturbiinid surveastmetega, eraldiolevate tööratastega (ketastega) ja Curtis'e rattaga.

See nüüdisaja aurulaevades laialdaselt kasutatav turbiini tüüp on näidatud piki-poollõikes labida ridade paigutamisega joon. 340.

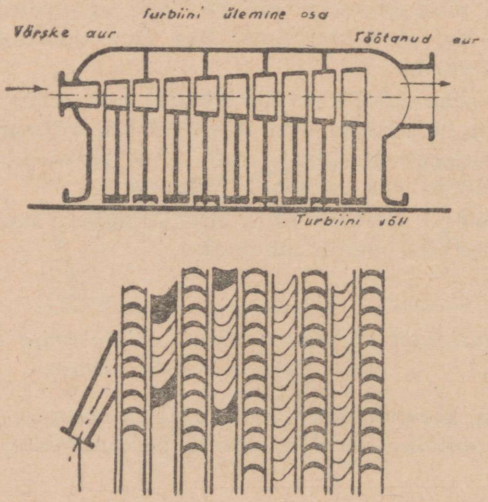


Joon. 340.

Värske aur, nagu eelmiselgi juhul, tuleb kõigepealt kiirusastmelisele Curtis'e rattale, siis aga läbib rea juht- ja aktiivseid labidaid, kusjuures juhtlabidad asetsevad liikumatuis juhtratastes (diafragmades), mis on kinnitatud turbiini silindrisse ja millede tihenduspukse läbib turbiini võll, töörattad (kettad) aga on üks teise järel kinnitatud võllile.

4. Puht-aktiivturbiinid surveastmetega.

See tüüp erineb eelolevast tüübist vaid Curtis'e ratta puudumisega ja teda kasutatakse sellisel kujul eelistatavalt laevaturbiinide agregaatide kesk- või madalsurveastmes. Sellised on näiteks paljuastmelised Zölly, Laval'i ja teised laevaturbiinid (joon. 341).



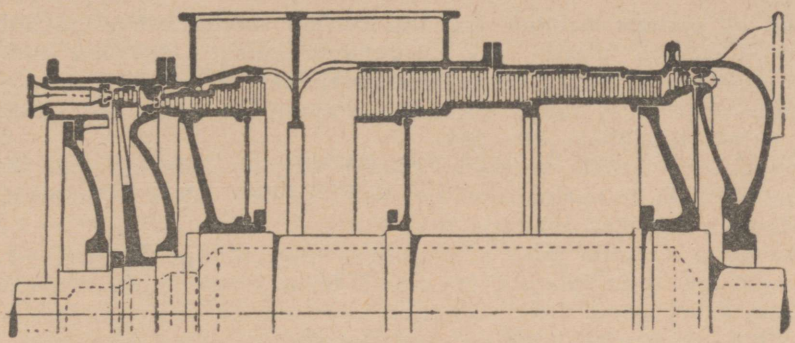
Joon. 341.

5. Aktiiv-reaktiivturbiinid mõne Curtis'e-ratta ja surveastmega, mis on asetatud üldtrumlile.

Selline turbiin on kujutatud piki-läbilõikes joon. 342. Aur turbiini tulles läbib esmalt mitu Curtis'e ratast, milledest igaüks omab mitut kiirusastet, läbib siis mõned aktiivsete töölabidate read trumlil ja lõpuks mõned reaktiivsete töölabidate krantsid, mis on asetatud samale trumlile.

6. Aktiivturbiinid surve- ja kiirusastmega Curtis'e rattaina.

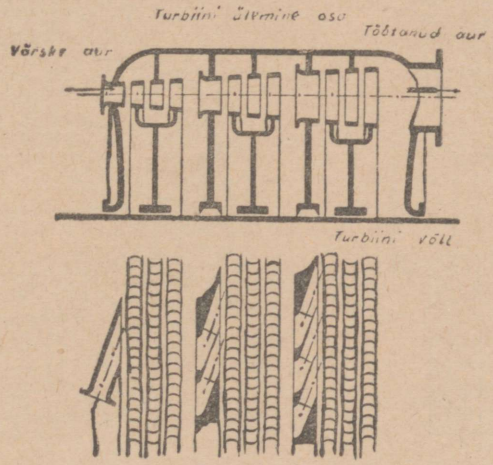
See turbiin on näidatud skemaatiliselt piki-poollõikes ühes labidate asetusega joon. 343. Selline on mõningail laevadel kasutatav Curtis'e



Joon. 342.

turbiin. Nagu näha, koosneb see mitmest üldvõllile asetatud Curtis'e rattast. Liikumatud diafragmad ühes düüsidega moodustavad surveastmed, Curtis'e rattad aga — kiirusastmed.

Kirjeldatud tüüpide vaatlusest on näha, et enamikus nüüdisaja laevaturbiinides mängivad kiirusastmed suurt osa, rakendudes enamasti Curtis'e rattana, mis on asetatud turbiini reaktiiv- või aktiivosa ette.



Joon. 343.

7. Radiaalsed reaktiivturbiinid.

Kõik seni vaadeldud turbiinid kuuluvad nn. aksiaalsete ehk *telg-turbiinide* liiki, milledes aur voolab paralleelselt turbiinirataste teljele.

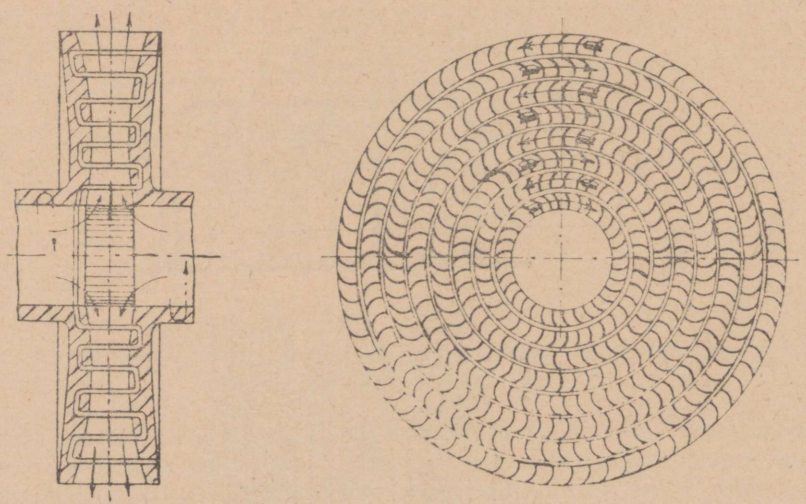
Kuid on olemas turbiine, kus aur voolab radiaalselt, s. o. turbiini raadiuse suunas turbiini ratta tsentrist ja pöiast. Selliseid turbiine kasutatakse kaldaseadmeis, vähem laevades.

Ljungströmi tüüpi laeva radiaalturbiin on kujutatud skemaatiliselt piki- ja põikläbilõikes joon. 344.

Ljungström'i turbiin koosneb kahest kõrvuti asetatud pöörlevast kettast. Kumbki on asetatud omale, eraldiolevale võllile ja omab mitut, ringiliselt paigutatud labidate rida.

Kõik need labidate read on isesuguse läbimõõduga ja asetatud selliselt, et ühe ketta labidad asetsevad teise ketta ringiliselt asetatud labidate vahel (joon. 313). Aur juhitakse turbiini tsentraalosasse ja see läbib järjekorras labidate ridu (joonisel joontega näidatud). Sel viisil annab aur igale labidareale pöörlemise, ja nimelt suunas, mis on vastupidine kõrvalseisva rea pöörlemisele. Järelikult pöörlevad ka turbiini võllid isesuguses, vastupidises suunas. Sellepärast seotakse turbiini kumbki võll ühesuguse, võrdse võimsusega *alternaatoriga* (vahelduvvoolu dünamo-masinaga). Alternaator annab voolu elektrimootorile, mis on vahetult seotud laeva propelleriga.

Ljungström'i turbiini erinevuseks muudest auruturbiinidest on:



Joon. 344.

1) radiaalne auru tee;

2) pole düüse ega juhtlabidaid, kuna turbiin koosneb ainult töölabidaist. See omapärasus ja auru radiaalne tee vähendavad tunduvalt turbiini mõõtmeid;

3) ta on ainuke puht-reaktiivne turbiin, kuna aur töötab ainult paisumisega ja reaktsiooniga (äratõukega) naaberlabidaist;

4) tal on ainult kaks tööratast, mis pöörlevad vastupidises suunas, ning vastavalt sellele kaks võlli, mis on seotud kahe elektrigeneraatoriga.

Edasi võib laevaturbiine jaotada auru surve ja turbiinide arvu järgi agregaadis, või kogu turbiiniseadmes.

Auru surve järgi võib turbiine jaotada:

1) kõrgsurve-turbiinid, aurusurvega üle 20 atmosfääri;

2) normaalsurve-turbiinid, aurusurvega alla 20 atmosfääri;

3) töötanud auruturbiinid, mis töötavad kolbmasinais töötanud auruga (Bauer-Wach'i jt. süsteem, mis tuleb vaatlusele edaspidi).

Sarnaselt kolbmasinaile, kus aur järk-järgult paisub kahes, kolmes või isegi neljas silindris (kahe-, kolme- ja neljakordse paisumisega masinad), võib ka auruturbiinides aur paisuda kahes või rohkemas üksikus turbiinis, minnes üle ühest teise ja väljudes viimsest kondensaatorisse.

Analoogiliselt aurumasinaile võib ka kahesilindrilist auruturbiini nimetada kahekordse paisumisega — kõrgsurve- ja madalsurveturbiinidest koosnevaks turbiiniks.

Samuti koosneb kolmesilindriline turbiin kõrgsurve-, kesksurve- ja madalsurve-turbiinidest, neljasilindriline turbiin aga kõrgsurve, kahest kesksurve- ja madalsurve-turbiinist.

KAHEKÜMNE TEINE PEATÜKK.

158. Auruturbiinide üksikosad.

Turbiini peaosad. **1.** Silindriline kere — turbiinisilinder. 2. Vundament. 3. Võllid ja trumlid. 4. Töörattad — kettad ja juhtrattad — diafragmad. 5. Labidad. 6. Düüsid. 7. Reaktiivsetes turbiinides telgsurve tasakaalustamise kolvid (dummised). 8. Kande- ja tugilaagrid. 9. Labürinttopendid, tihenduskarbid. 10. Õlitamisseadmed. 11. Auru sisselaske- ja manööverventiilid. 12. Regulaatorid ja reguleerimisseadmed. 13. Võllipööramisseadmed. 14. Tagasikäigu-turbiinid. 15. Hammasratas-ülekanne.

a) Turbiini kere (silinder).

Auruturbiini kere ehk silinder valatakse malmist või terasest ja tehakse alati lahtivõetavana, mis võimaldab rootori kohaleasetamist. Terasest valatakse kered ainult kiirekäigulistele või kergendatud turbiinidele.

Kere poolitatakse alati horisontaalselt, kusjuures mõlema kerepoole ühenduspinnad läbistavad rootori telge. Mõlema kerepoole kinnitamine toimub äärikute (flantside) ja poltide abil. Poldid asetatakse võimalikult lähedale kere seintele, et vähendada paindepingeid äärikutes. Äärikud sobitatakse üksteisele väga hoolsa kaabitsemisega. Sel viisil saavutatakse täieline tihendus ilma vahelehtedeta. Ühenduspooled sobitatakse värvi abil.

Laevaturbiinide kere kuju võib olla mitmesugune, olenedes sellest, 1) kas turbiin töötab sõuvõllile aeglustava ülekandega või vahetult, 2) kas turbiin on aktiivne või reaktiivne.

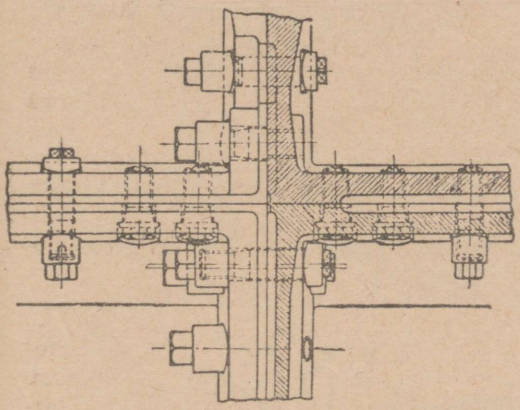
Turbiine ilma ülekandeta võib kohata vaid vanadel laevadel, mis on ehitatud enne I Maailmasõda: nad erinevad nii oma suure läbimõõdu kui ka pikkuse, järelikult ka suure kaalu poolest. Harilikult töötab sellistes turbiinides igal sõuvõllil üks turbiinisilinder, harvemini kaks, mis on asetatud üksteise järel.

Selliste suurte turbiinide silindrid tehakse kahest ja rohkem osast, vertikaalsete äärikutega. Silindri vertikaalsete äärikute ühenduspoldid asetatakse silindrile võimalikult lähedale; vahel tehakse need uputatud

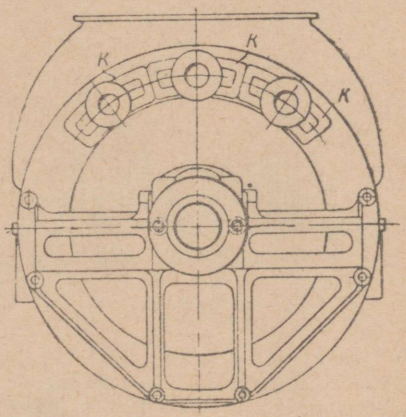
peadega, nagu on näidatud joon. 345, mis kujutab turbiini vertikaal- ja horisontaaläärikute ühenduskohta.

Mis puutub turbiini kere põhjadesse, siis tehakse need suurema tugevuse mõttes kas konkaavsed, nõgusad või konvektsed, kumerad.

Auru sissejuhtimiseks tehakse eraldiolevate tööratastega reaktiivturbiinidel Curtis'e ederattaga turbiini eesotsa põhja pesad, kuhu asetatakse düüside karbid K (joon. 346). Üldise rootoriga (trumliga) reaktiivturbiinidel aga on sisselaskmiseks juhtlabidate esimese rea ees ringiline ruum valatud otstükiga.



Joon. 345.



Joon. 346.

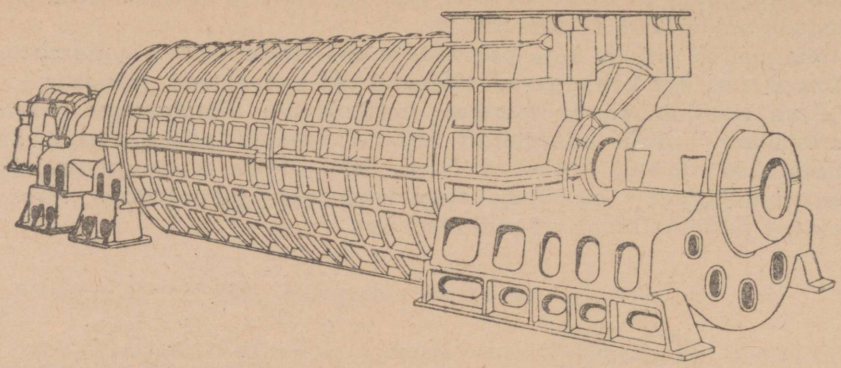
Viimane valatakse harilikult koos turbiini silindri ülemise poolega ja ta omab sellega ühiselt valatud käppi.

Madalsurve-turbiinidel, mis on monteeritud kondensaatorile, on käppade asemel tehtud töötanudaurutoru otsa äärikud, milledega turbiin tugineb kondensaatori töötanudaurutoru otsale (joon. 347).

Vanemat tüüpi laeva auruturbiinid, vahetu ülekandega sõuvõllile, olid alati suure läbimõõduga ja varustatud nii horisontaalsete kui ka vertikaalsete tugevdusribidega (joon. 344).

Aktiivturbiinid omavad harilikult eraldiolevaid, võllile monteeritavaid töörattaid. Vastavalt sellele omab silinder tema sisse kinnitatud juhtrattaid-diafragmasid — kas düüsidega või juhtlabidatega pöial. Üks diafragma pool kinnitub silindri ülemisel, teine alumisel poolel.

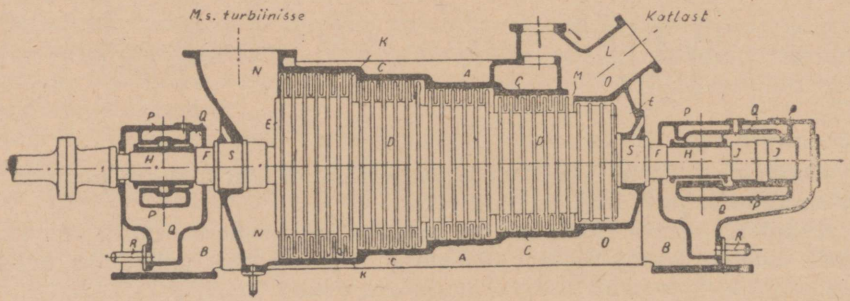
Kui aga turbiin ei oma eraldiolevaid töörattaid, vaid üldtrumlit (rootorit), millele on asetatud labidate sektorid, siis ei oma silinder diafragmasid, vaid ainult juhtlabidate ridu, mis on paigutatud silindrisse treitud õnaratesse. Sellist konstruktsiooni kasutatakse vaid reaktiivturbiinides.



Joon. 347.

Lõpuks võivad ühes silindris mahutuda nii edasikäigu- kui ka tagasikäigu-turbiin, või ainult esimene.

Vaatleme nüüd laevaturbiinide mitmesuguse konstruktsiooniga silindreid.



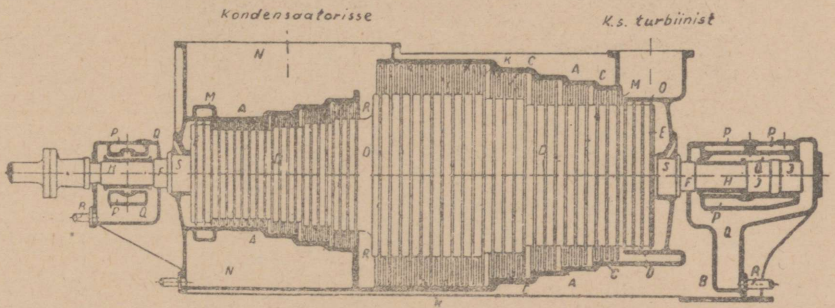
Joon. 348.

Joon. 348 kujutab vana, aeglase käiguga Parsons'i tüüpi laevaturbiini kõrgsurve osa lõiget; joonisel 349 on sama süsteemi madalsurveturbiin, kus juures ühisesse silindrisse on valatud: paremal — edasikäigu-turbiin, vasakul aga — tagasikäigu-turbiin. Nagu näha, on mõlema turbiini silindrid valatud ühiselt kandelaagritega, millede alumised osad omavad laeva vundamendi külge kinnitatud käppi (B).

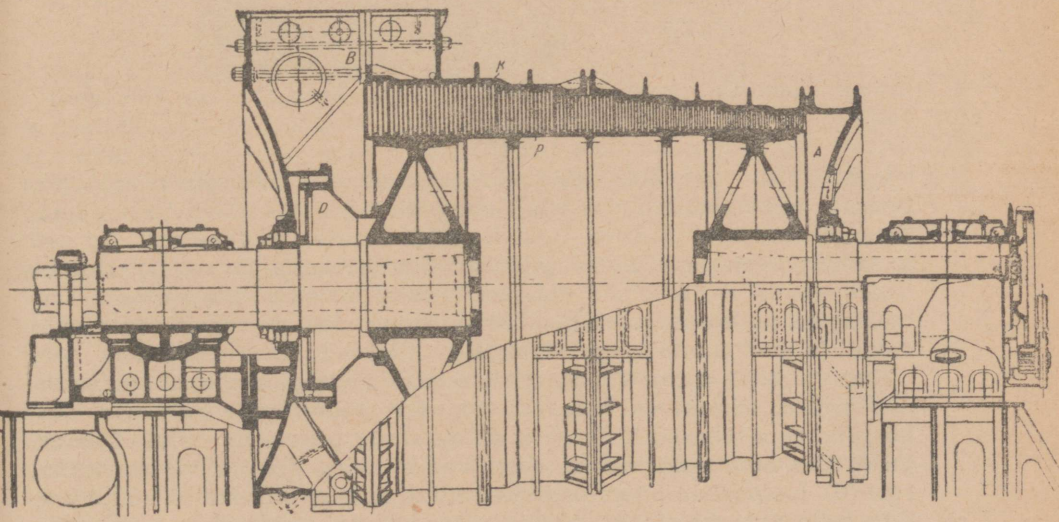
Joon. 348 tuleb värske aur turbiini mööda toruotsa (L) ja, läbinud paremalt vasakule kõik rootori (D) juhtlabidad (C) ja töölabidad (K), väljub otsmisest torust (N) ja läheb ühendustoru mööda madalsurveturbiini

toruotsa (M) juurde, mis on kujutatud joon. 349. Läbinud samal viisil paremalt vasakule kõik labidad, väljub aur toruotsast (N) kondensaatorisse.

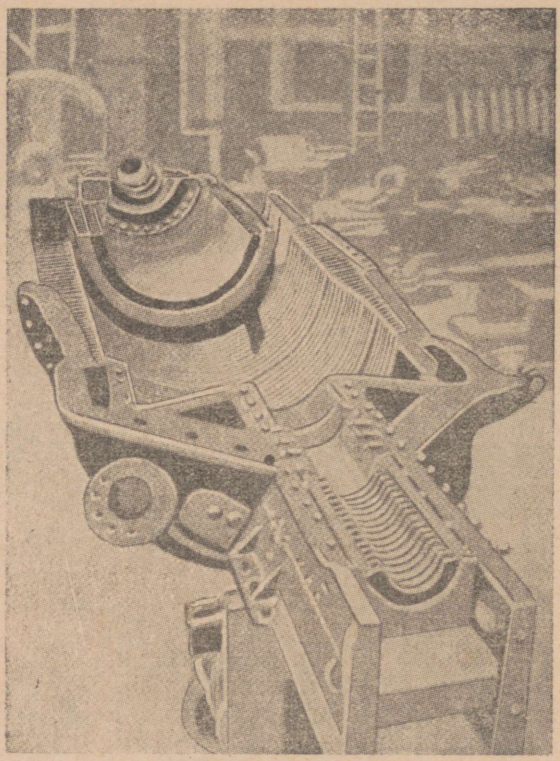
Samas (joon. 349) vasakul pool on näha tagasikäiguturbiin (A), labidate vastupidise kõverusega ja vastupidise auru teega (vasakult paremale). Käigu muutmiseks suletakse erilise manööverventiili abil auru juurdepääs edasikäigu-turbiini ja suunatakse ta tagasikäigu-turbiini, selle ringkanalisse (E), millest aur, voolates vasakult paremale, tungib kõigisse tema labidaisse ja väljub samasse töötanudaurutorusse (N).



Joon. 349.



Joon. 350.

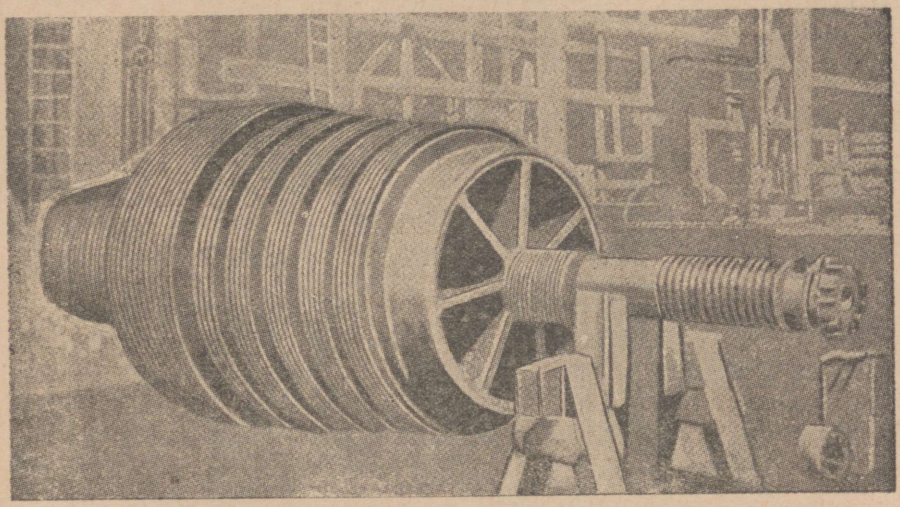


Joon. 351.

Joon. 350 on näidatud üksikasjalisemalt Parsons'i süsteemi laeva turbiinseadme madalsurve-silinder, mis töötab samuti ilma ülekandeta. Turbiin erineb hiiglasuurte mõõtmetega ja vähese tiirude arvuga. Suure pikkuse tõttu koosneb ta neljast üksikust osast; nende vertikaalsed ühendusäärikud on näidatud joonisel. Kandelaagrid on valatud eraldi ühes alustega, mis on kinnitatud vundamendi külge; nende külge kinnitub turbiini silindri alumine osa.

Kuna turbiini rootor (P) omab igal pool ühesugust läbimõõtu, suureneb välise, silindrilise kere (K) läbimõõt järk-järgult turbiinilabidate kõrguse suurenemise tõttu — et võimaldada paisuvale aurule läbikäiguks üha suuremat mahtu. Aur tungib ruumi (A) ja väljub toruotsast (B). Joonisel on näha ringilised ribid, mis on valatud ühiselt silindriga selle tugevdamiseks. Vertikaalsed ühendusäärikud on samuti varustatud tugevdusribidega.

Joon. 351 on näidatud Parsons'i, samuti ilma ülekandeta laevaturbiini silindri alumine osa väljavõetud rootoriga; seejuures on näha silindri sisse monteeritud juhtlabidate ringilised read; joon. 352 aga on näidatud selle turbiini rootor paljuarvuliste temal ringiliselt asetsevate labidaridadega.



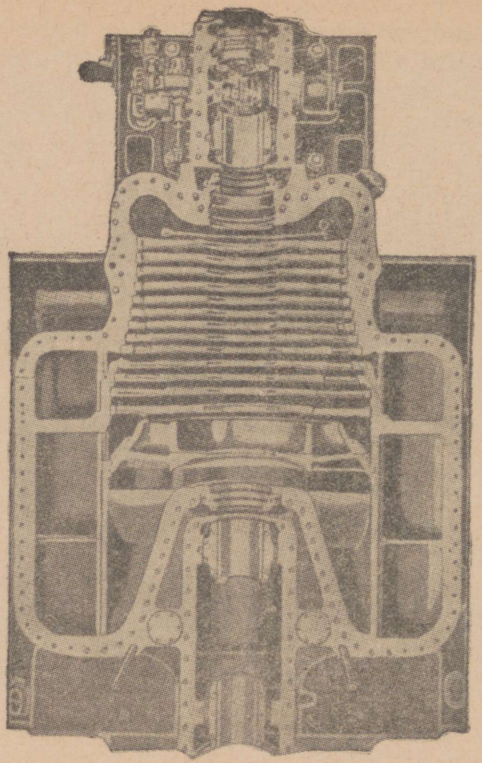
Joon. 352.

Joon. 353 on näidatud hammasratasülekandega aktiivse laevaturbiini ümberpöördud kere ülemine osa. Joonisel on näha silindrisse asetatud diafragmade pooled järk-järgult suureneva labidate pikkusega, mille tõttu silinder samuti järk-järgult laieneb. Äärikutel on näha augud poltide jaoks, mis ühendavad silindri ülemist ja alumist osa.

Joon. 354 on näidatud sama turbiini rootor, mis koosneb võllist ja sellele monteeritud üksikuist töörattaist.

Et turbiini silinder võiks soojenemisel paisuda, on silindri eesotsas toed, milledega turbiin lasub vundamendil ja võib vabalt nihkuda. Silindri otstesse on ehitatud kaks ava võlli läbiminekuks. Avad on varustatud tihendamisseadmetega. Nende taga, täiesti väljaspool silindrit, asub kaks laagrit, millele tugineb turbiini võll. Need laagrid on turbiini ainsad hõõrduvad osad ning on monteeritud erilisis, turbiini kere küljes olevais valutükkides (tugedes), harva — eraldi.

Hammasratasülekandega turbiinides kinnitub silindri alumine osa kere külge, mis sisaldab eneses hammasratasülekande. Joon. 355 on



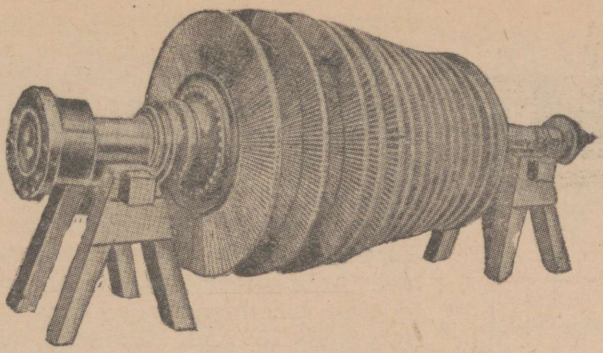
Joon. 353.

näidatud Laval'i turbiini silindri alumine osa ühes sellesse asetatud rootoriga ja selle võlliga ning hammasratasülekandekarbi alumine osa. Rootorile on monteeritud nii edasikäigu- (paremal) kui ka tagasikäigu-töörattad. Joonise tagaplaanil on näha kaks hiiglasuurt hammasratast, mis on asetatud sõuvõllile ja mis hambuvad väikeste, turbiini võllil olevate hammasratastega.

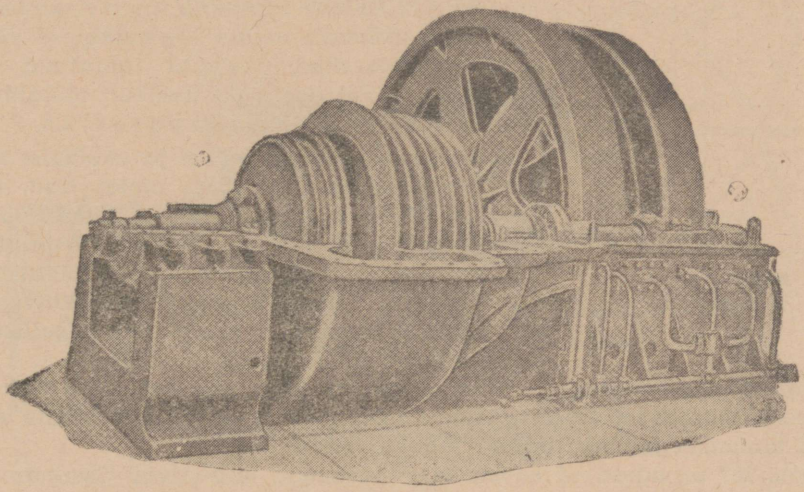
b. Turbiinide vundamendid.

Turbiinide vundamentide ehitus oleneb samuti sellest, kas turbiinid töötavad hammasratas-ülekandega või vahetult sõuvõllile.

Esimesel juhul, mis esineb kõigis nüüdisaja turbiinlaevades, välja arvatud turboelektrilise seadmega laevad ja laevad hüdraulilise ülekandega turbiinilt, omavad turbiinid ise suurt tiirude arvu ning see-



Joon. 354.

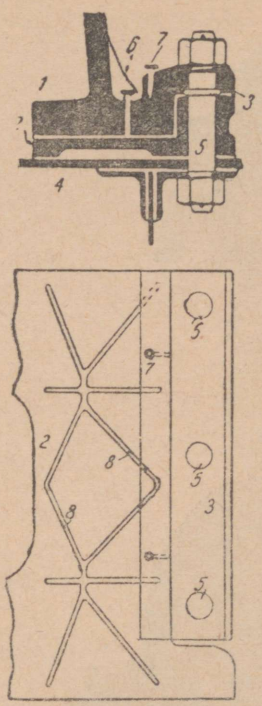


Joon. 355.

tõttu väikest läbimõõtu; suur hammasratas sõuvõllil aga on sellevastu väga suure läbimõõduga. Sellepärast tuleb sõuvõlli, sellega ühtlasi ka turbiini vundamenti tõsta sellevõrra, et hammasratas võiks masinaruumi tangi lael vabalt pöörelda.

Vanad laevaturbiinid hammasratas-ülekandeta omavad vastupidi suurele läbimõõdule väga madalat vundamenti.

Nagu juba mainitud, peavad turbiinid paisumiseks soojendusest omama võimalikult vaba liikumist oma ühes otsas piki laeva vun-



Joon. 356.

damenti. Selleks tehakse silindri vööri- või ahtrikäppades avad üksikute poltide jaoks ovaalsed, või siis kasutatakse liuglevaid aluspindu. Sel juhul kinnitub üks paar vööri- või ahtrikäppi laeva vundamendi külge liikumatult, teine paar käppi aga asetseb erilises paralleelis.

See seade on näidatud joon. 356. Käpp (1) liugleb soojenemisel malmist paralleeli (2) ja terasest ääriku (3) vahel. Paralleel ja äärik kinnituvad laeva vundamendi (4) külge poltide (5) abil. Määrdeõli antakse liuglevatele pindadele mööda kanaleid (7) ja see levib mööda õlisooni (8).

c. Võllid ja trumlid (rootorid).

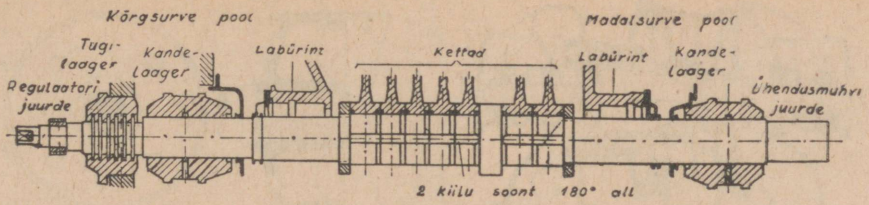
Turbiini tiirlevate osade kogumikku — võlli, sellele monteeritud üksikuid töörattaid või üldtrumlit, millel asetuvad üksikud töölabidate sektorid — nimetatakse r o o t o r i k s.

Rootor, mis koosneb võllist ja üksikuist töörattaist, oli juba joon. 354, rootor aga, mis koosneb võllile asetatud üldisest trumlist ühes labidatega, joon. 349. On muidugi võimalikud ka trumli ja üksikute töörataste kombinatsioonid üldvõllil, mida kasutatakse aktiivsetes turbiinides. Skemaatilisi läbilõikeid selliseist turbiinidest vaatlesime juba eespool.

Turbiinivõllid taotakse keskmise kõvadusega terasest. Võlli treimist ja selle kontrolli teostatakse väga hoolsalt, kuna peagu märkamatu viga võlli tootmisel tekitab turbiini tugevat vibreerimist.

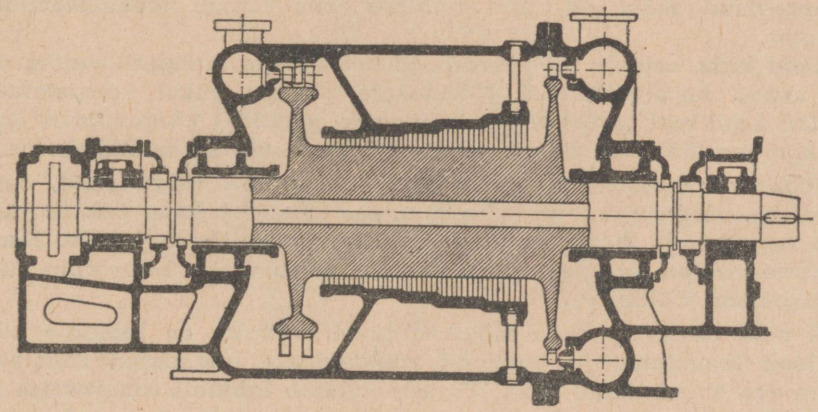
Joon. 357 on näidatud keskmise võimsusega turbiinivõll üksikute ratastega. Keskmine võlliosa, millel asetsevad töörattad, on suurema läbimõõduga ja tehakse kergelt astmeline: töörataste võllile mahutamiseks võlli otsad lasuvad kahes kandelaagris, mis asuvad väljaspool turbiini silindrit. Labürinttihendeid läbivad võlliosad, mis on ehitatud silindri seintesse, on varustatud treitud, joonisel mitte näidatud rõngastega.

Võlli eesotsas, mis on väiksema läbimõõduga, on treitud tugirõngad, mis asetsevad tugilaagris. Mis puutub trumlitesse, milledel asetsevad töölabidate üldsektorid, siis on nende mitmesugused tüübid näidatud joon. 358—360. Joon. 358 on kujutatud väikemõõduline umbne trummel, mis on välja taotud koos võlliga. See trumlitüüp omab väga suurt vas-



Joon. 357.

tupidavust ja seda kasutatakse kiirekäigulistes, suure ringkiirusega väikeläbimõõduliste silindritega turbiinides (Parsons'i, uued AEG kiirkäigu-turbiinid jne.). Joon. 359 on näidatud õõnes, astmeline trummel, mis on välja taotud koos võlli ühe osaga; teine võlliosa aga on varustatud massiivse äärikuga, mis mahub trumli laiendatud ossa, kuhu ta on kuumalt sisse pressitud või kinnitatud sellele poltidega.

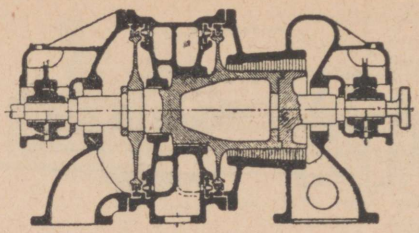


Joon. 358.

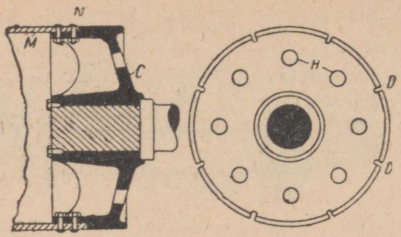
Ka kasutatakse suure läbimõõduga silindrilisi või koonilisi terastrumleid, mis on asetatud massiivsetele, terasest valatud ratastele või ketastele, mis omakorda on asetatud turbiini pooltelgedele.

Nende konstruktsioonide järgi valmistatakse suure läbimõõduga trumleid võimsate, tasakäiguliste auruturbiinide jaoks. Silindrilisi trumleid suure läbimõõduga, mis on ühesugune kogu turbiini pikkusel, monteeriti varem laevaturbiinidel, mis töötasid sõuvõllile hammasratasülekandeta. Võlli ühendus sellise trumliga p a d r u n i (C) abil on näidatud joon. 360.

Trumlid taotakse martään- või nikkelterasest.



Joon. 359.



Joon. 360.

d. Töö- ja juhtrattad (töökettad ja diafragmad).

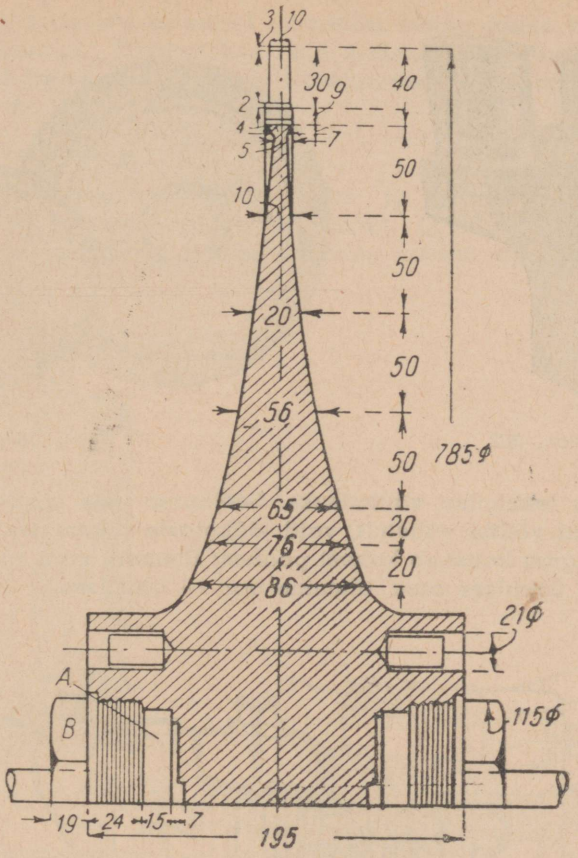
Turbiini võllile asetatud üksikud töökettad on koormatud turbiini töötamisel tsentrifugaaljõududega, millede tagajärjel tekkivad pinged võivad tõusta väga kõrgele, sest tsentrifugaaljõud suurenevad võrdeliselt tiirude arvu ruuduga. Peale selle kannatavad töökettad kõrge temperatuuri mõju all, eriti turbiinis, mis töötab ülekuumendatud auruga.

Need kaks asjaolu mõjutavad niihästi ketaste materjali valikut kui ka nende kuju töötlemist. Mõõdukate pingete puhul valmistatakse kettad harilikust terasest, suurte pingete puhul — kõrgendatud tugevusega martäänterasest või erilisest nikkel- või kroomnikkelterasest.

Tööketta põikläbilõige on kujutatud joon. 361. Nagu näha, omab ketas nn. võrdtugevusega keha kuju, see tähendab ketta paksus väheneb aegamööda (järk-järguliselt) rummu juurest pöia juurde. Rumm tehakse paksem ja laiem, kuna ketas asetseb võllil; ketta pöia külge kinnitatakse töölabidad.

Et neid tsentrifugaaljõu mõjul välja ei rebitaks, on labidate jalad altpoolt laiendatud ja tungivad vastavatesse laiendatud soontesse, nagu see on näidatud joon. 362, mis kujutab labidate kinnitamise üht viisi. Kuna see ratas kuulub kiirusastmetega turbiinile, peab nende kahe töölabidate rea vahel asuma ringiline rida juhtlabidaid. Harilikult tehakse aktiivsed turbiinid üksikute tööketastega, reaktiivsed aga suurte trumlitega — rootoritega. Kuna aktiivse turbiini töörattal auru paisumist ei toimu ja ta surve on mõlemal poolel ühesugune, siis tehakse tööratastе ketastesse ümmargused augud (joon. 363). Need augud vähendavad ratta kaalu ja nendega tasakaalustatakse ka väike survevahe, mis tekib auru läbivoolamisel.

Tööketaste monteerimine võllile toimub teatava pingega hüdraulilise pressi abil selleks, et võlli ja ratta rummu vahel ei tekiks turbiini töötamisel vaheruumi ketta väljavenimisest tsentrifugaaljõu tagajärjel. Ketaste pealepanemise kergendamiseks treitakse võll astmeliselt 0,5

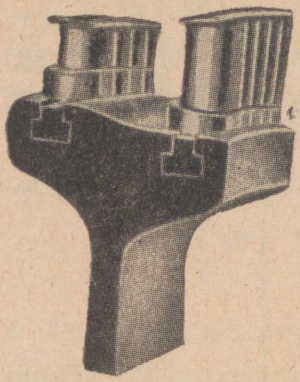


Joon. 361.

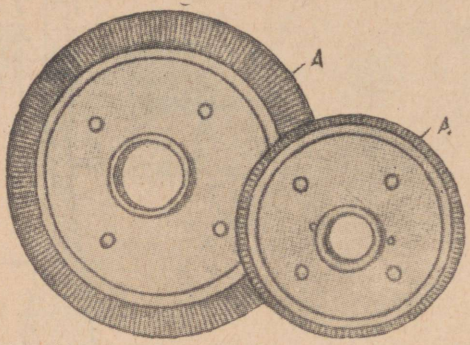
kuni 2 mm võrra, s. o. võlli läbimõõt väheneb vähehaaval (joon. 364 Metropolitan-Vickers'i turbiini pikiläbilõige). Võlli kael ja ratta rumm peavad olema hästi lihvitud.

Mis puutub diafragmadesse, siis need tsentrifugaaljõu all ei kannata. Seepärast tehakse need vähem tugevast ja odavamast materjalist, harilikult valatakse malmist.

Joon. 365, mis kujutab osa Curtis'e turbiini pikilõikest, selgitab diafragmade konstruktsiooni, mis on kujutatud läbilõikes ja tähistatud numbritega 1, 2 ja 3. Diafragmad on kinnitatud liikumatult turbiini silindris, nende rummud aga on varustatud labürindiliste tihenduskar-



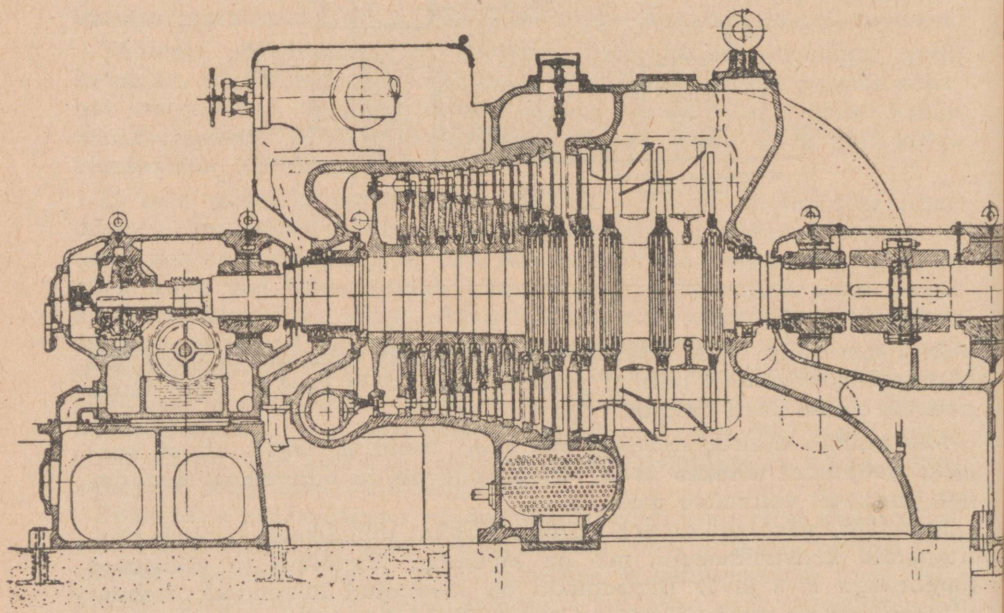
Joon. 362.



Joon. 363.

pidega auru lekkimise vältimiseks. Seejuures pole diafragmade rummud asetatud võllile vahetult, vaid tööketaste pikendatud rummudele.

Iga diafragma koosneb kahest poolest: ülemine pool asetatakse turbiini silindri ülemisse ossa, alumine aga — alumisse.

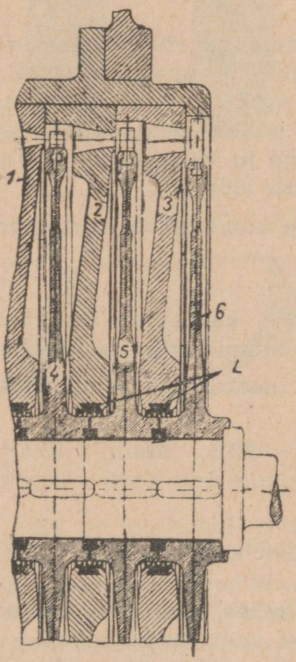


Joon. 364.

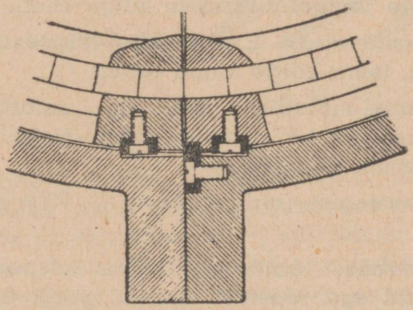
Et diafragma pooled ei saaks pöörelda nende jaoks turbiini keres väljatreitud õnarais, tõkestatakse neid eriliste, sissekeeratavate kruvidega, millede pead asetsevad neile jäetud pesades (joon. 366).

e. Turbiinilabidad.

Turbiinilabidad jaotuvad töölabidaiks ja juhtlabidaiks. Olenedes turbiini tüübist, jaotuvad töölabidad kujult: 1) aktiiv- ja 2) reaktiiv-turbiinide labidaiks. Nende erinevus vastab aktiiv- ja reaktiiv-



Joon. 365.



Joon. 366.

printsiibi (põhimõtte) erinevusele: aktiiv-turbiinides sünnib auru paisumine ja järelikult surve langemine enne auru tulemist töölabidaile ainult düüsides või juhtivates aparaatides, reaktiiv-turbiinides teostub see paisumine töölabidate ees ja nende vahel.

Survete vahe tõttu reaktiivturbiini labidate ees ja taga teostub auru pealevool neisse ringiliselt (kogu ringis) mitte aga partsiaalselt (osaliselt), nagu aktiivturbiinis. Läbivoolava auru väikeste mahtude tõttu

kõrgsurve osas labidate pikkus (kõrgus) on väga väike. Survete vahest tööratta mõlemal poolel auru läbitungimise vältimiseks liikuvate labidate ja turbiini kere vahelt püütakse teha survete vahe igas üksikus astmes võimalikult väike. See asjaolu aga tingib suurt astmete arvu, üle 100. Selle tõttu omavad reaktiivturbiinid väga suurt labidate arvu (kuni 5000), millede mõõtmed eriti kõrgsurve osas on reeglikohaselt väga väikesed.

Madalsurve osas, turbiini viimaseis astmeis ümberpöördult rakendatakse väga suure pikkusega labidad. Näiteks omavad 50 000 kW Parsons'i madalsurve turbiini labidad 86-mm laiuse juures kõrgust 1016 mm.

Töölabidad, eriti nende kinnituskohad trumliga või tööratastega, osutuvad vastutuslikemaiks üksikosadeks, millede murdumine toob kaasa turbiini avarii. Labidate töö toimub väga rasketes tingimustes: nendele mõjub väga suur tsentrifugaaljõud, mis püüab neid nende pesadest välja rebida; edasi kannatavad nad kõrge ja vahelduva temperatuuri all, vee sattumisel turbiini aga hüdraulilise löögi all.

Sellepärast on labidate materjali, nende kinnitamise ja monteerimise kohta kehtivad väga ranged nõuded.

Auruturbiini labidad tehakse:

a) nikkelterasest, niklisisaldusega 3—5%, kui kõige tugevamast ja kõrgetele temperatuuridele kõige enam vastupidavast materjalist;

b) roostevabast kroomnikkel-terasest; seda materjali kasutatakse harvem, tema kõrge hinna tõttu;

c) monel-metallist, mis on sulatis: 72% niklit, 25,5% punast vaske ja 1,5% rauda; monel-metall peab eriti hästi vastu kõrgete temperatuuride mõjule;

d) messingist (valgevasest) — 72% punase vase ja 28% tsingi sulatis.

Valgevasest labidate paremus seisneb selles, et nad on kergesti töödeldavad ega roosteta. Teiselt poolt aga suur tõmbetugevuse alanemine temperatuuridel 200°C ja rohkem lubab neid rakendada vaid turbiinides, mis töötavad küllastunud auruga, ja üldse neis turbiiniastmetes, milledes auru temperatuur on alla 200°C.

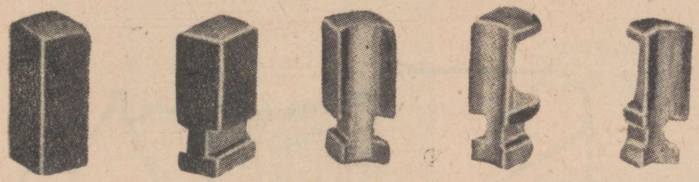
Labidate materjal ei tohi oksüdeeruda veetilkadest (pisardusest), mis tulevad katlast ühes auruga.

Labidate mõõted, nende profiil, nurgad, pikkus ja labidate arv võetakse turbiini konstrueerimisel vastava arvutuse järgi.

Labidad valmistatakse stantsimise, valtsimise või freesimise teel tervest tükist. Labida freesimine kvadraatsest terasest on näidatud joon. 367.

Labida profiilile antakse selline kõverus, et aurujuga tuleks labidale võimalikult ilma löögita; kadude vähendamiseks hõõrdumisest labida pind töödeldakse võimalikult hoolsalt.

Põiklõikes tehakse labidad kõverjoonelised ja valmistatakse harilikult šablooni järgi, mis on iga turbiini tüübi kohta erinev. Üldiselt tehakse labidas paksem keskosas, äärte suunas õhenev, isegi kuni nullini.



Joon. 367.



Joon. 368.



Joon. 369.

Joon. 368 on näidatud juhtaparaadi kolme naaberlabida läbilõige. Kuna kahe naaberlabida vaheline ruum mängib düüsi osa ja selles peab tuletuma auru suur kiiruse ja paisumise kasv, siis tehakse vaheruum auru voolu suunas kitsenev, mille tõttu labidad omavad ebasümmeetrilist kuju ja peale selle peenenevad auru voolamise suunas.

Samasugust profiili omavad samal põhjusel ka reaktiivsed töölabidad.

Joon. 369 on näidatud aktiivturbiini labidad, kus auru paisumist ei toimu; seepärast on siin vaheruum labidate vahel täiesti ühesugune. Labidad omavad sümmeetrilist kuju, on tugevasti jämendatud ja äärtel õhenevad nullini.

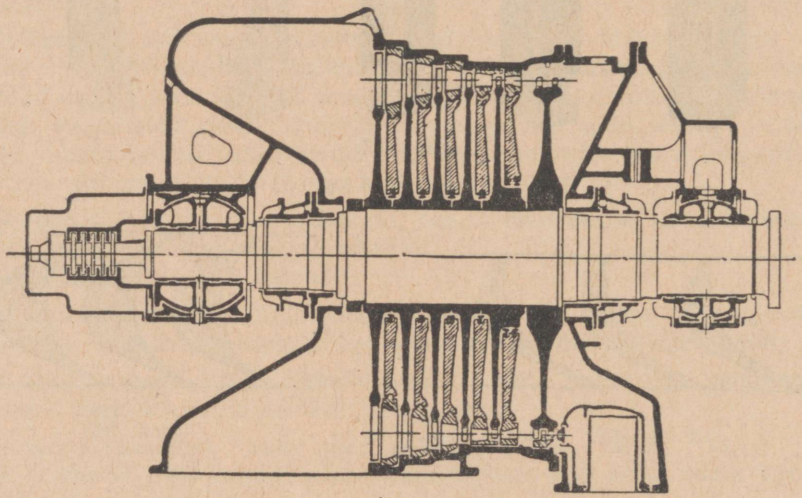
Paljuastmelistel auruturbiinidel peab labidate kõrgus vähehaaval suurenema, selle tõttu et auru maht tema paisumisel suureneb.

Labidate kõrguse suurenemine võib olla:

1) pidev, s. o. iga järgmise labida kõrgus on suurem eeloleva omast;

2) astmeline, mitme rea labidate ühesuguse kõrgusega astmes. Selleks aga, et saavutada igas ringilises labidate reas aurule suuremat läbikäiku, suurendatakse nendevahelist kaugust.

Labidate kõrguse pideval suurendamisel moodustab läbikäik aurule turbiinis nii-öelda koonilise trehtri, mis laieneb mõlemale poole, nii turbiini võlli kui ka väliskere poole. Selline asetus esineb aktiivturbiinidel ja on näidatud joon. 370, mis kujutab turbiini pikilõiget üksikute tööketastega.

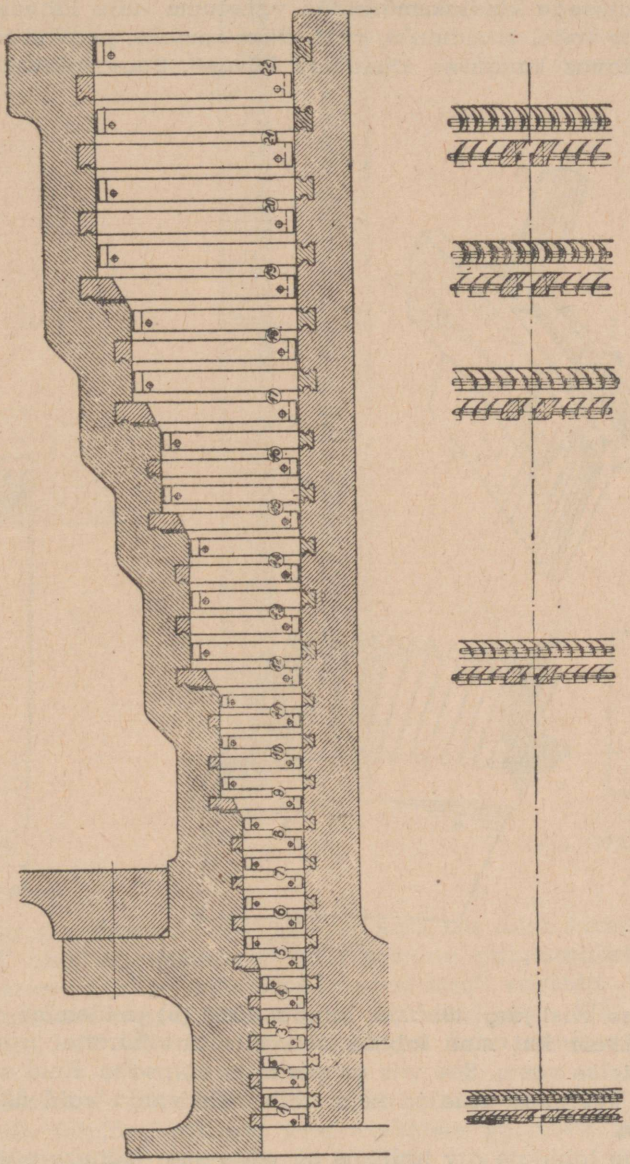


Joon. 370.

Joon. 371 on kujutatud juht- ja töölabidate kinnitusviis Parsons'i reaktiivturbiinis. Kuna siin rootor on õõnes ja peab omama igal pool ühtlast läbimõõtu, siis labidate kõrgus suureneb astmeliselt — tsentrist raadiuse suunas.

Labidate kinnitusviise turbiini silindris ja rootoris on väga palju. Harilikult treitakse labidate jalgade (kandade) paigutamiseks nii turbiini keres ja diafragmades kui ka töörataste ja rootori rehvil (põial) paralleelsed ringilised õnarad, nagu näidatud joon. 372, kus labida kand on tehtud ümberpööratud T-tähe kujuline ja oma alumise, laiema osaga asetatud trumlile treitud õnarasse.

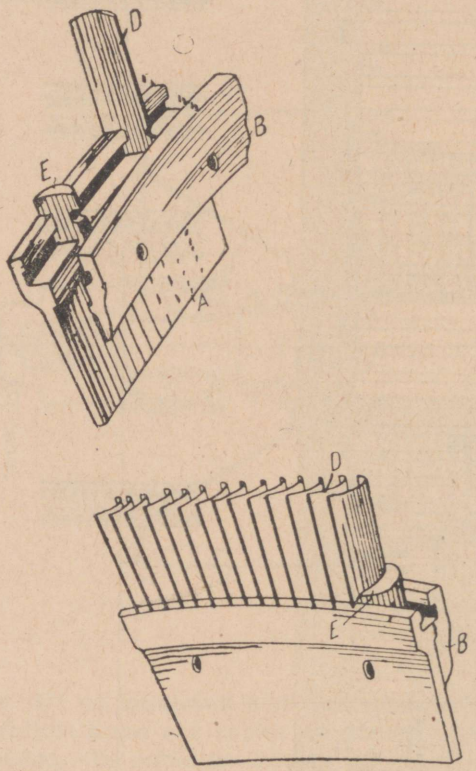
Vahel kasutatakse reaktiivsetes turbiinides teistsugust kinnitamisviisi: ringilistesse õnaratesse (soontesse) tehakse nuudid (joon. 373), labida



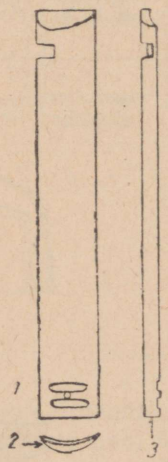
Joon. 371.

kand aga omab vastavaid kühme (joon. 374), milledega ta tungib nuutidesse ja hoidub nendega kohal.

Et arvutusega kindlaksmääratud vaheruum auru läbiminekuks labidapaaride vahel ei muutuks, vaid jääks samaks, peavad labidate kannad vastavas kauguses kinnituma kõvasti. Saavutatakse seda kahel viisil.



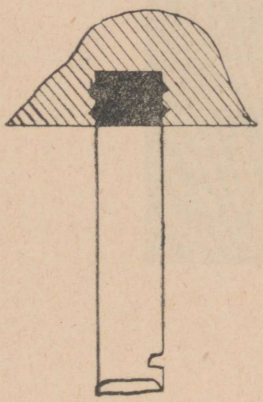
Joon. 372.



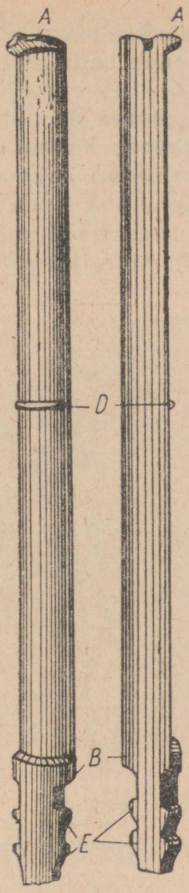
Joon. 373.

Esimese viisi järgi tehakse labida kand (B) ja ülemine ots (A) (joon. 375) paksem kui muu labida osa, mis turbiinirattal asetsevad tihedalt üksteise vastu. See viis on parim ja hõlpsaim. Kuid sellejuures on labidail keeruline kuju ja neid võib valmistada vaid üksikult freesimise teel.

Kui aga labidate arv turbiinis on väga suur, näiteks paljuastmelistes reaktiiv-turbiinides, ning püütakse saavutada valmistamise kiirust ja



Joon. 374.



Joon. 375.



Joon. 376.

odavust vastava valtsitud lindi tükeldamisega, siis tuleb labidate kandade vahele, ringilisse õnarusse, kuhu labidad paigutatakse, panna erilised, pehmest metallist vahetükid ja need laiali valtsida.

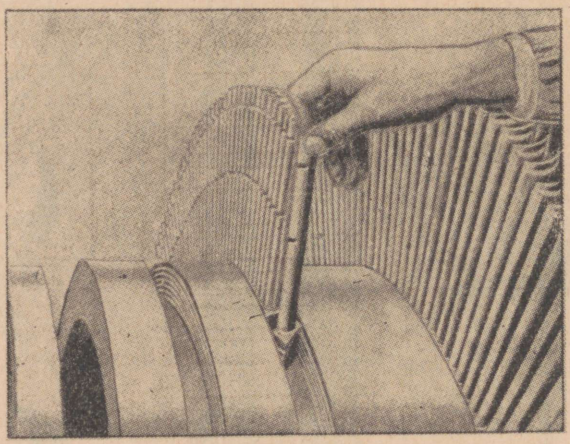
Sellised Parsons'i turbiini labidad on näidatud joon. 373, labidate vahetükid joon. 376. Õnarate läbilõige aga, kuhu need asetatakse joon. 372.

Madalsurve-astmeis omavad labidad suurt pikkust; sel juhul tehakse mõnede turbiinitüüpide labidatel veel keskmine väljaaste (D) (joon. 375), mis väldib labida kõverdumist keskel.

Labida kannal on neli hammast, mis tungivad rootori õnaraisse.

Labidad ja vahetükid pannakse sisse harilikult mitte ühekaupa, vaid korraga, rühm-sektoritena, enne seda erilistel liistudel või tööpinkidel monteeritult.

Labidate paigutamine soontesse on näidatud joon. 377, liist aga on kujutatud joon. 378; see koosneb kahest vastavas kõveruses painutatud latist, millede vahel asetsevad kokkumonteeritavad labidad. Kaugus lattide vahel võrdub soone ehk kanali laiusele, millesse pannakse labidad; latid kinnitatakse omavahel poltidega. Soonesse asetatakse ja kinnitatakse tugiplaat (2), mille kõrvale paigutatakse labidas ühes

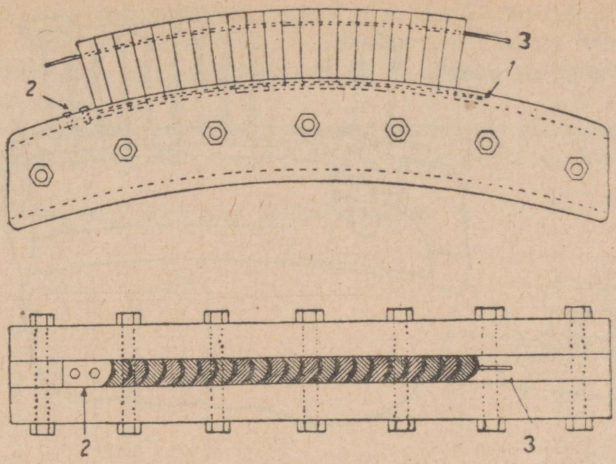


Joon. 377.

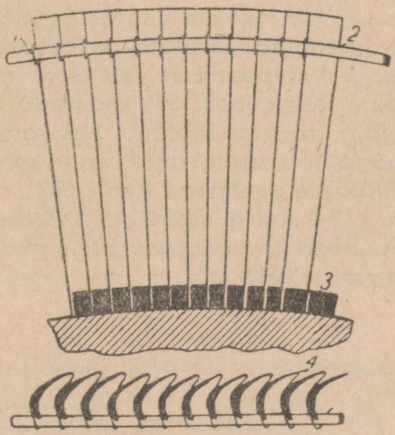
selle alumisest osast läbipistetud traadiga (1). Sellele traadile reastatakse kordamööda labidad ja vahetükid, kuni need moodustavad küllaldases pikkuses segmendi. Kokkupanemisel klopitakse kergelt nii labidaid kui ka vahetükke haamriga, et vältida lõtvust.

Pärast sektori kokkukorjamist pannakse labidate väljalõikeisse jäme traat (3), mis kinnitub labidaga peenikese traadi abil, millega mähitakse kordamööda pidevalt kõik sektori labidad; siis joodetakse peenike traat nii paksu traadi kui ka labida külge hõbejootega; see ühendus on kujutatud joon. 379.

Selliselt valmistatud sektor asetatakse turbiini rootori või silindri soonesse (õnarasse); kohalekinnitamiseks temmitakse iga vahetükk erilise tööriista abil mõne haamrilöögiga. Seejuures vahetüki metall asub tihedasse kokkupuutesse soonte seinte pindadega ja täidab õnarate nuudid (joon. 372).

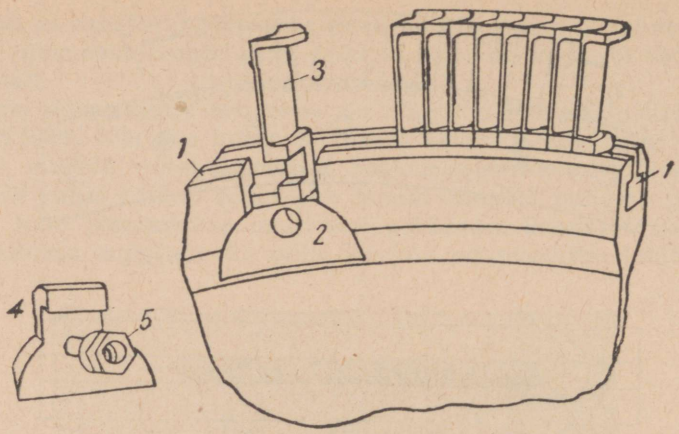


Joon. 378.



Joon. 379.

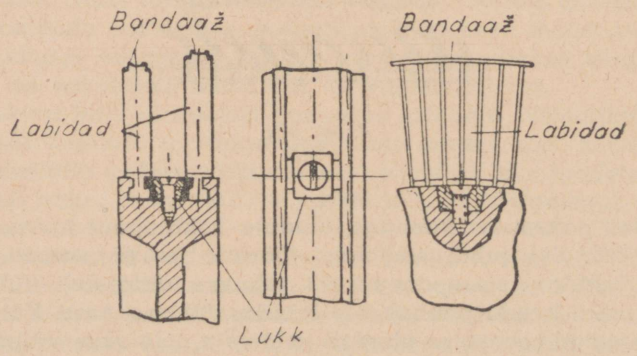
I-kujuliselt pakseneva kannaga labidate kohalepanemisviis on näidatud joon. 380. Sel juhul treitakse tööratta rehvil samuti I-kujuline soon (1); labidate sissepanemiseks tehakse rattarehvi küljele väljalõige (2), mille kaudu pannaksegi labidas (3) soonesse. Kui kõik labidad on asetatud soontesse tihedalt ja lõtveta, suletakse väljalõige lukuga (4), mis kinnitatakse poldi (5) abil.



Joon. 380.

Kui aga tööratta rehvil on treitud kaks soont kõrvuti — Curtis'e ratas kahe kiirusastmega —, siis tehakse väljalõige labidate kohaleasetamiseks soonte vahele ja labidad asetatakse kohale mõlemasse soonde. Pärast kõigi labidate kohalepanemist suletakse väljalõige lukuga, mis kinnitub tööratta rehvi külge joon. 381 näidatud kruviga.

Peale soontesse paigutatavate labidate kasutatakse ka veel labidaid kahvlisarnase kannaga, mis asetuvad tööratta rehvile. See tehakse sel juhul kitsas ja kinnitatakse neetidega (joon. 382), või siis tööratta rehvi väljaulatuv osa omab T-kujulist läbilõiget, labida kand aga — samasugust väljalõiget, millega ta pannakse külje pealt sisse rehvi T-kujulisse väljaastmesse (joon. 383).

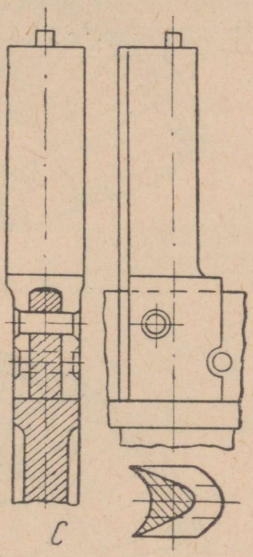


Joon. 381.

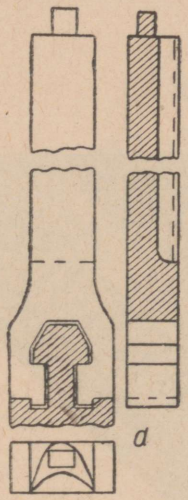
Aktiivturbiinide tööketaste labidad kinnituvad harilikult terasvitsa (bandaaži) abil. Selle kinnitamiseks labidatega tehakse labidate otstel hambad, mis tungivad bandaaži tehtud avadesse ja needitakse seal kohale (joon. 384).

Bandaažidel tehakse teataval kaugusel üksteisest läbilõiked (1), suuruses 1—2 mm (joon. 384), — bandaažile vaba paisumise võimaldamiseks.

Bandaažid tehakse harilikult nikkelterasest.



Joon. 382.



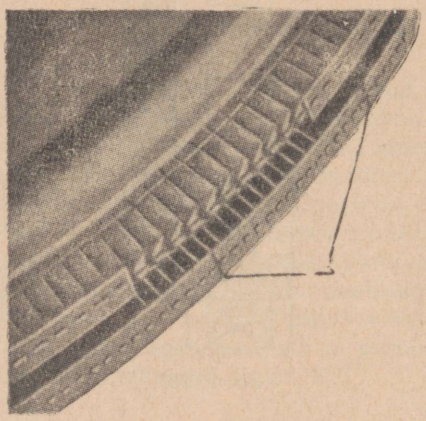
Joon. 383.

Kui labidate ülemised otsad omavad paksendusi (A — joon. 375), siis bandaažid pole vajalikud, kuna need hambad, labidate kohalepanemisel puutuvad naaberlabidat (joon. 380).

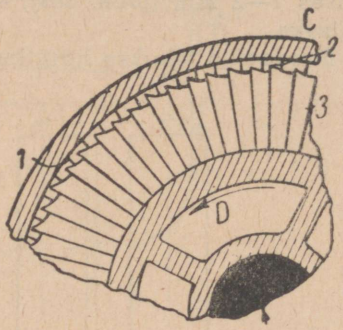
Et auruturbiin töötaks ohutult, peavad labidate read omama vaheruume (mänguruume) nii radiaalses kui ka aksiaalses (telje-) suunas. Joon. 385 on näidatud mänguruum (2) töölabidate ja turbiini kere (1) vahel, joon. 386 aga mänguruum juhtlabidate (S) ja rootori trumli (C) vahel.

Mainitud mänguruumid, eriti radiaalses suunas, peavad olema minimaalsed, kuna just radiaalsete mänguruumide läbi toimub suur ja kasutu auru ja sellega liikumisenergia kadu. Teiselt poolt aga osutub võimatuks olukord ilma mänguruumita, kuna siis võlli väikseimalgi vajumisel ja selle nihkumisel pikisuunas kohe algab labidate murdumine.

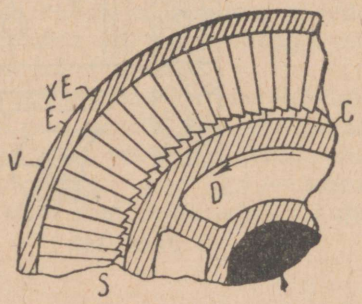
Mänguruumid labidate vahel võivad nende suure pikkuse puhul ulatuda märgatavate suurusteni. Näitena on toodud ühe Parsons'i-tüüpi turbiini mänguruumid: piki-suunas — kõrgsurve-turbiinil 10 kuni 10,2 mm, keskurve-turbiinil — 10 kuni 13,5 mm, madalsurveturbiinil 10 kuni 17,4 mm; radiaalses suunas aga muutuvad vaheruumid: 3 kuni 3,75 mm kõrg-



Joon. 384.



Joon. 385.



Joon. 386.

surve-turbiinil, 3,5 kuni 4,25 mm kesksurve-turbiinil, 2,5 kuni 5,25 mm madalsurveturbiinil — labidate keskmise läbimõõdu puhul 3300 kuni 4225 mm.

Mänguruumide (vaheruumide) maksimaalne suurus nõuab alatist ja väga hoolsat kontrollimist ja järelevalvet — kas turbiini võll pole vajunud või nihkunud.

f. Düüsid ehk sõõrmed.

Düüse rakendatakse paljude laevaturbiinide juhtrataste esimistel ratastel, asendades nendega juhtlabidaid, nagu Brown-Bover'i, Parsons'i, Curtis'e, Vulcan'i ja teiste turbiinidel.

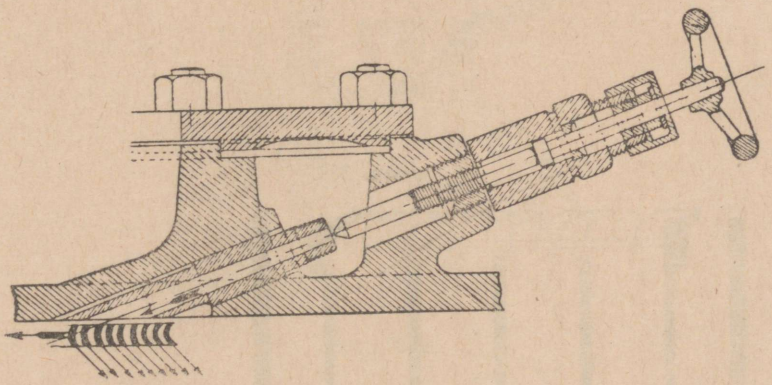
Düüside rakendamine annab järgmisi paremusi:

1) lihtsustab turbiinide konstruktsiooni, võimaldades läbi saada ilma labidatega varustatud juhtratasteta;

2) võimaldab reguleerida turbiini tulevat auruhulka, säilitades selle algsurve üksikute düüside tegevusest väljalülitamisega.

Düüsid osutuvad aparaadiks, milles toimub auru kogu paisumine üksikus turbiini astmes (aktiivturbiinidel) või suurema osa auru paisumine (reaktiivturbiinidel).

Kõige kasulikuma auru töö otstarbel peab düüsi telg asetsema ratta suhtes kindla, terava nurga all, mis määratakse kindlaks teooria ja arvutuse põhjal.



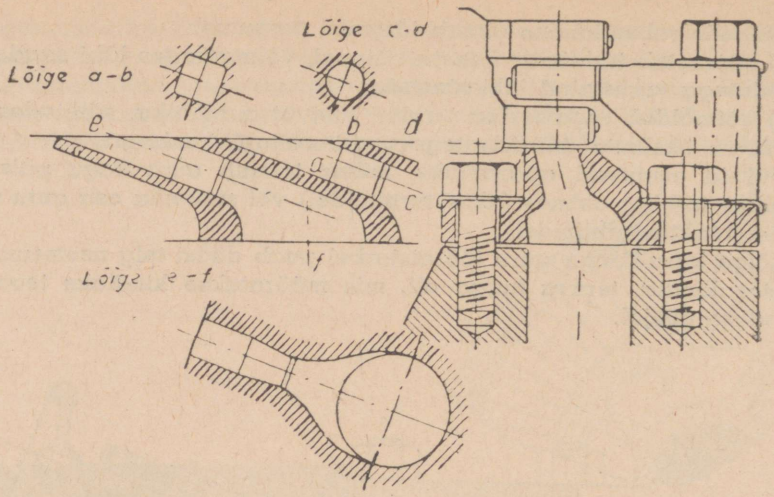
Joon. 387.

Joon. 387 on näidatud de Laval'i turbiini düüsi läbilõige ühes osaga töölabidaist, milledele tuleb temast aur. Aur tuleb düüsikarpi läbi külgtoru, mida pole joonisel näidatud: düüs on pronksist, allapoole laieneva muhvi kujuline; auru läbivool reguleerub nõelventiiliga.

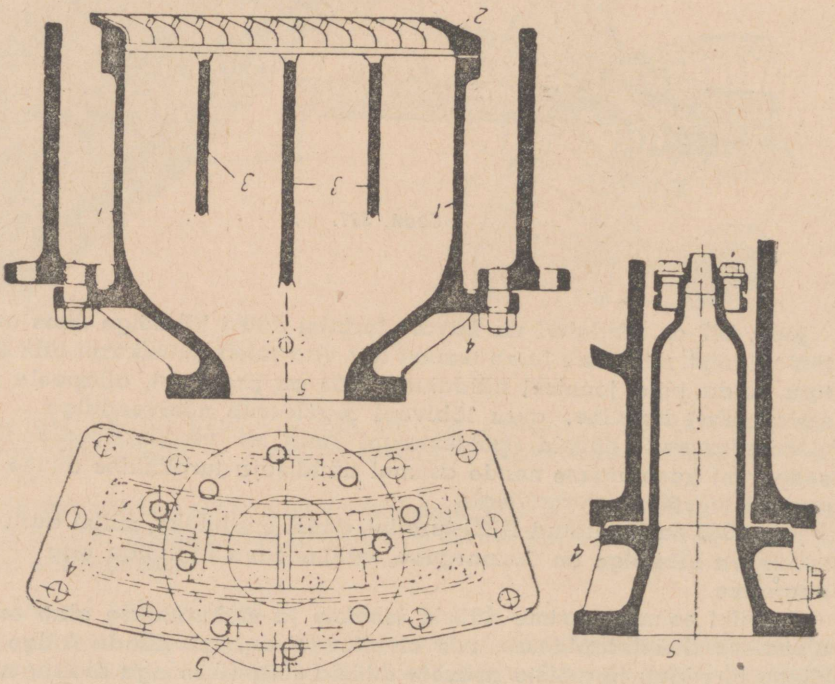
Ümmargused düüsid põhjustavad suuri nn. ventilatsioonikadusid; seepärast kasutatakse nende asemel nüüdisaja turbiinides düüse täisnurgaliste väljumiskanalitega.

Joon. 388 on kujutatud AEG-turbiini düüsi siirdetükk, millel auru sisenemisava läbilõige on ümmargune, väljumisava läbilõige aga — täisnurgaline.

Turbiini esimese astme düüsid tehakse ja mahutatakse alati eraldiolevaisse düüsikarpidesse, mis kinnituvad turbiini silindri külge mutritega tihvtidel; järgmiste astmete düüsid ehitatakse aga diafragmades (juhtratastes).



Joon. 388.

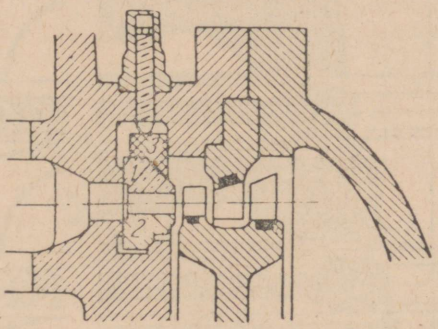


Joon. 389.

Düüsikarbid valatakse terasest, malmist või pronksist ja ühendatakse väljastpoolt kas aurutorustikuga, ühega üldisist auru-sisselaske-ventiilidest, või mitmete, eraldiolevate, nn. rühmaliste aurusisselaske-ventiilidega, millede abil võib teostada partsiaalset (osalist) auru sisselaset turbiini vähendatud käikudel, sulgedes osa ventiile.

Joon. 389 on kujutatud läbilõikes AEG laevaturbiini düüsikarp, mis koosneb kahest osast: auru sisselaskekarbist (1) ja düüsikarbist (2) mõningate juhtlabidatega.

Auru sisselaskekarp on varustatud tugevduseks ribidega (3), kinnitub kohale laiade, täisnurgeliste äärikutega (4) ja on varustatud veel ümmarguse äärikuga (5), mille külge kinnitub sisselasketorustik.



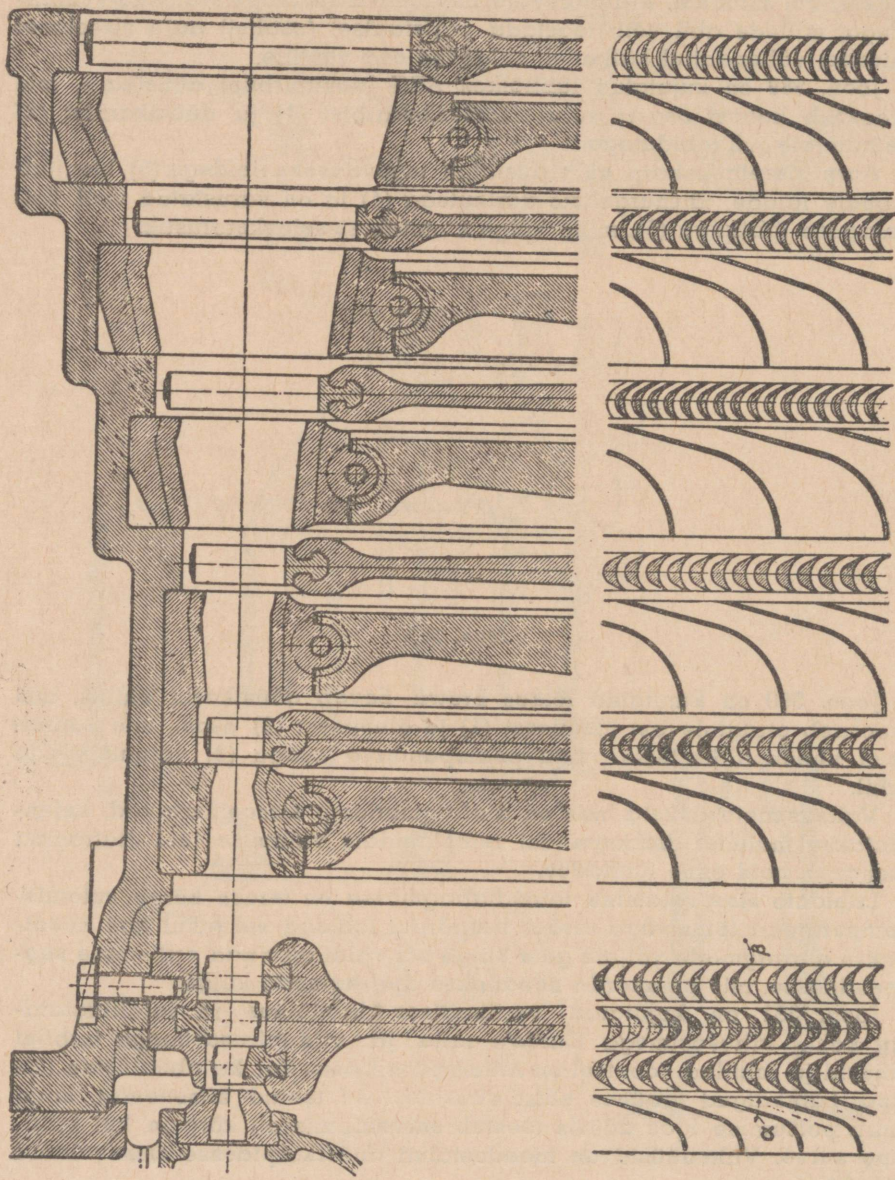
Joon. 390.

Joon. 390 on kujutatud lõikes Brown--Boveri düüsikarbi ehitus, mis koosneb eraldiolevast ülemisest (1) ja alumisest (2) osast, mis vajutuvad tihedasti üksteise vastu pealepandava osaga (3) vajutuspoltide abil.

Vaheastmete düüsid, mis on diafragmadesse sisseehitatavad, kujundatakse malmist diafragmadel teraslabidate valamise teel diafragma kehasse, neid enne tinutades.

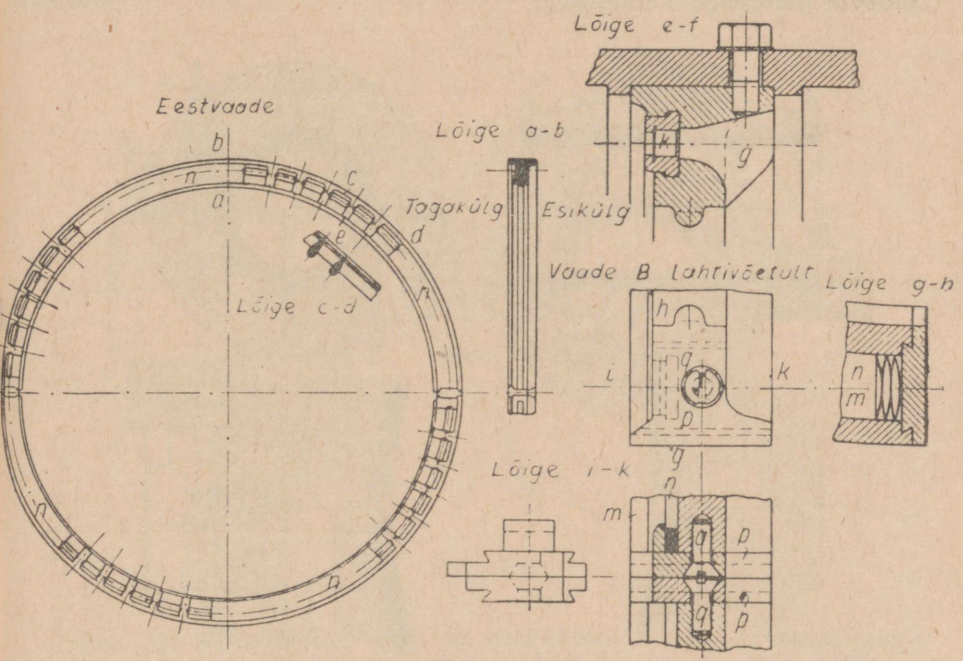
Labidate sissevalamine terasdiafragmasse on terase kõrge sulamistemperatuuri tõttu väga raske; seepärast labidad sel juhul kas needitakse diafragmade väljalõigete külge või valatakse nad erilistesse segmentidesse, mis omakorda needitakse diafragmade külge.

Joon. 391 on kujutatud vertikaalses läbilõikes ja laialilaotatuna kahe kiirusastmega Curtis'e ratta ja viie kiirusastmega turbiini düüsid ja labidad. Joonisel on näidatud nii pea- kui ka abidüüside lõiked. Läbikäigud igaühes neist düüsidest on tehtud kitsenevad, kuna auru paisumine igas düüsis teostub surveni, mis on kõrgem kui kriitiline surve. Vahedüüsid on moodustatud düüsikarpidesse sissevalatud labidaist.


β
α

Joon. 392 on näidatud AEG laevaturbiini düüside ehitus juhtratastes. Üksikud düüsid (K) mahutuvad poolringidesse (G), mis on pandud diafragmadele ja mis kinnituvad silindri külge poltide abil.

Mõlemad rõngad ühtepandult on kujutatud külgvaates joonise vasakul poolel. Nagu läbilõikest (e—f) näha, on diafragma pöial välja treitud poolümmargune kanal, millesse asub samasugune poolrõnga hammas.



Joon. 392.

Poolrõngaste kokkupuutumise koht, millesse on asetatud düüsid, ühtib turbiini silindri horisontaalse lahtivõetava pinnaga.

Düüsikarpide kohalhoidmiseks pannakse poolrõnga (g) õnarasse kaarelised plaadid (h), mis suruvad end vedrude (m) abil; vedrud tuginevad omakorda plaadile (p), düüsikarpide vastu.

Nagu lõikest (i—k) näha, sulevad plaadid (p) juurdepääsu poolrõnga (g) luku juurde ja kinnituvad poolrõnga külge kruvidega (g).

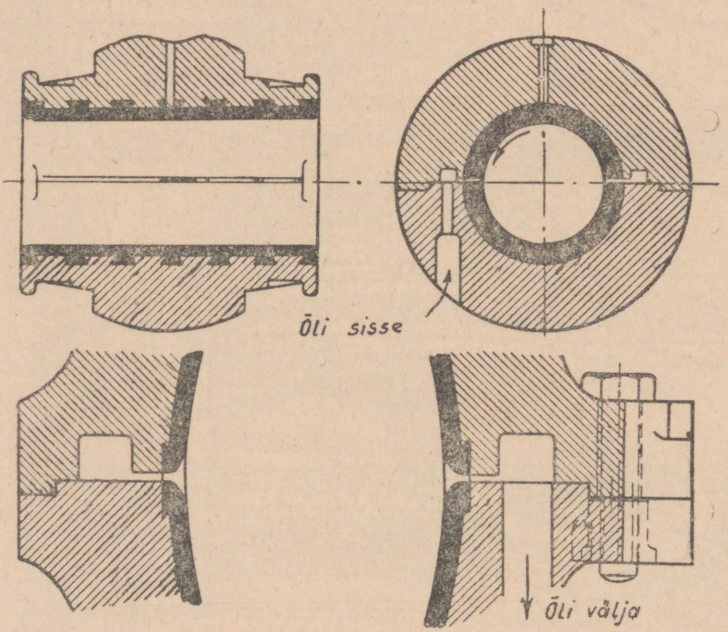
g. Kandelaagrid.

Igas auruturbiinis lasub pöörlevate osade, võlli töölabidate ja trumli raskus täielikult kahel laagril, sellepärast peab nende konstruktsioon olema eriti täpne ja nende järelevalve eriti hoolas.

Turbiinide laagrile esitatakse järgmised nõuded:

1) laagrid peavad omama suurt hõõrdumispinda, et vältida hõõrdumiskuluvust; harilikult ei pea surve ühele cm^2 hõõrdumispinnale ületama 7,5 kg;

2) laagrid peavad omama alatist, rikkalikku määret surve all, s. o. pidevat juurdevoolu laagreile;



Joon. 393.

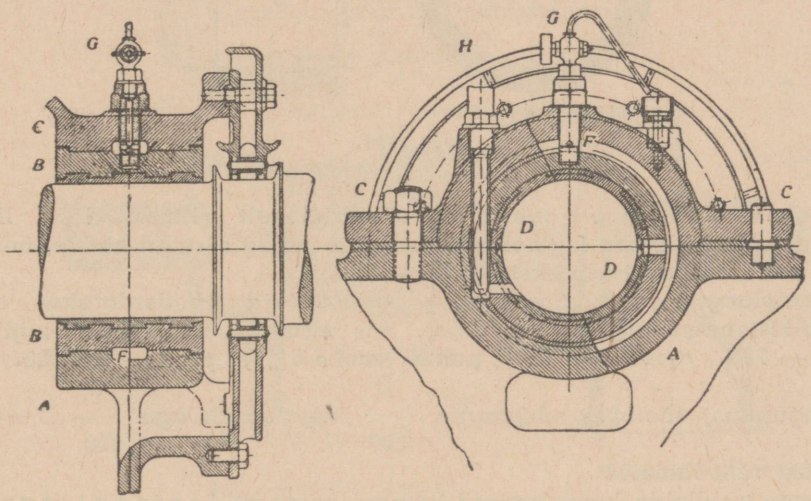
3) laagrid peavad asuma väljaspool turbiini, et oleks alati juurdepääs nende järelevaatuseks ja lahtivõtmiseks, ning et nad ei soojeneks aurust;

4) suure pöörlemiskiirusega turbiinide laagrid peavad olema isetsentreeruvad, s. o. nende sisepooled peavad omama võimalust kergesti ära kalduda horisontaalasendist, järgides võllile, kui võlli geomeetriline telg kaldub ära horisontaaljoonest.

Kandelaagris asub suurimalt koormatud koht all, seepärast peab õli juurde ja äravool toimuma laagripoolte lahtivõetavas horison-

taalses pinnas, nagu on näidatud joon. 393, mitte aga ülalt või alt, nagu seda vahel tehakse.

Nüüdisaja auruturbiinidel konstrueeritakse nii kande- kui ka tugilaagrid õpetlase Reynolds'i poolt juba 1886. a. väljatöötatud määrdeteooria alusel, kuid mida tegelikult rakendatakse alles viimasel ajal. Kooskõlas selle teooriaga ei pea täiuslikuks määrimiseks hõõrduvad pinnad olema üksteisele paralleelsed, vaid peavad moodustama omavahel väikese nurga, et tekiks õhuke õlikiht, mis omab kiilusarnaselt kitsenevat kuju ja mille tõttu kihi kitsal kohal tekib väga kõrge õlisurve, mis hoiab hõõrduvaid osi kokku puutumast isegi laagrite suurel koormusel.



Joon. 394.

Joon. 394 on näidatud piki- ja põikilõikes nüüdisaja kandelaagri tüüp hammasratas-ülekandega laevaturbiini jaoks, mis teeb 4500 tiiru minutis.

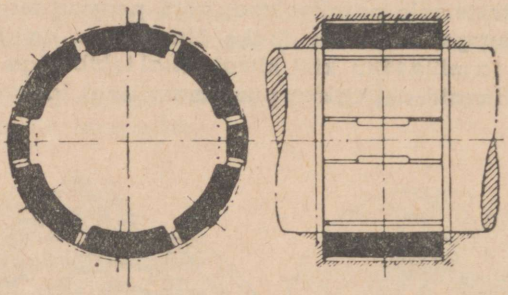
Laagri kere (A) ja kaas (c) on malmist, laagripooled (B) — terasest, üle valatud valgemetalliga.

Laagrite hõõrduval pinnal pole tehtud õlikanaleid, on vaid üks horisontaalne kanal (D), mis ulatub laagripoolt lõpuni ja mis võimaldab õli ühtlast jaotust kogu laagril. Õli juurdevool toimub läbi kanali (F). Proovikraan (G) lubab kontrollida õli juurdevoolu intensiivsust (tugevust) laagrile; otsatükk (H) on õli temperatuuri mõõtmiseks termomeetri abil.

Valgemetalliga laagripoolte ülevalamiseks kiirekäigulistel turbiinidel kasutatakse sulatist, mis koosneb 74% inglistinast, 15% arseenist, 6%

punasest vasest ja umbes 5% tinast (pliist). Aeglaskäigu-turbiinidel võib lubada sulatises suuremat tina protsenti.

Joon. 395 on näidatud põiki- ja pikilõikes Michell'i süsteemi kandelaagri pooled. Michell on rakendanud Reynolds'i teooriat nii kandekui ka tugilaagreis.



Joon. 395.

Michell'i kandelaagri pooled on silindripinnalt viltuselt lahti lõigatud ja kumbki osa tugineb ekstsentrilise nukiga laagri kerele, mille tõttu selle osa all tekib ekstsentriline õlikiht.

Kandelaagri pooled valatakse malmist ja vooderdatakse nn. antifriktsioon-metalliga (babiidiga), mis sisaldab umbkaudu: inglistina — 78%, arseeni — 13%, puhast vaske 6% ja pliid — 3%. Lõtvus (mänguruum) võetakse edelaagris $\frac{D}{800}$, tagalaagris aga $\frac{D}{900}$ D — on turbiini võlli läbimõõt.

Suurte turbiinide kandelaagrid tehakse enamasti i s e t s e n t r e e r u v a d, milleks laagripooled treitakse väljastpoolt kerapinnaliselt (joon. 393) ja mis tungivad oma kerapindadega samasugustesse pesadesse; seetõttu nad võivad ühes võlliga keerelda ja vajadusel kergesti hälbida horisontaalsest asendist.

Suurte aurulaeva-turbiinide kandelaagrid ehitatakse hõõrdumisest tekkinud laagrisoojuse jahutamisega.

Laagrite kunstlik jahutamine võib toimuda kas veega või õliga.

Laevaturbiinidel ehitatakse üks kandelaagreist ühes tugilaagriga. Selle ehitusviisi kirjeldus järgneb.

h. Seadmed telgsurve tasakaalustamiseks reaktiivturbiinidel.

Nagu juba kirjeldatud, toimub reaktiivturbiinides auru paisumine mitte ainult juht-, vaid ka töölabidail; järelikult on auru surve sisenemisel iga labida peale suurem kui sellelt väljumisel, ehk teiste sõna-

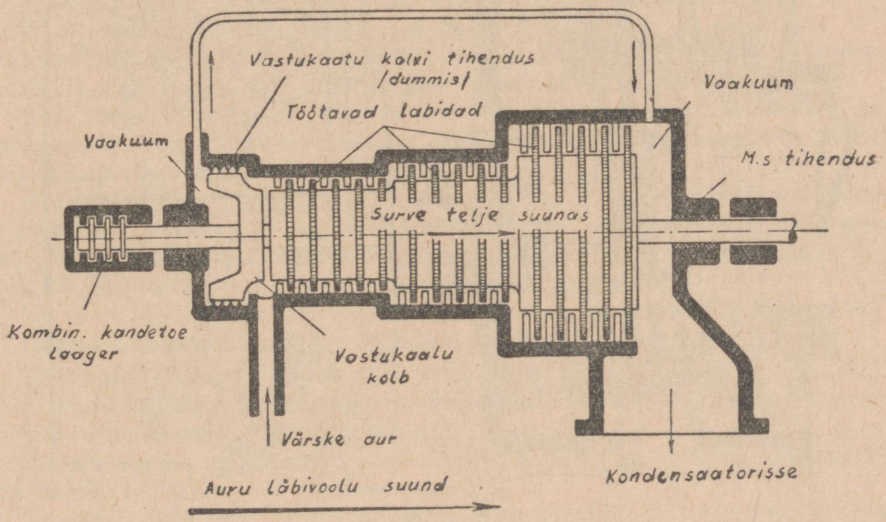
dega, igale töölabidale mõjub jõud, mis võrdub auru survete vahele labida ühele ja teisele küljele. Jõud, mis mõjuvad kõikide ringiliste ridade kõikidele labidatele, moodustavad väga suure koondsurvejõu, mis püüab nihutada rootorit ja võlli pikisuunas ja mis vajab seepärast tasakaalustamist.

Selle jõu tasakaalustamiseks on tarvis:

1) ehitada vastukaalu- (tasakaalustamis-) kolvid,

2) ehitada tugilaagrid,

3) värske aur juhtida turbiini keskele, kust see siis hargneb ja voolab mõlemas vastupidises suunas.

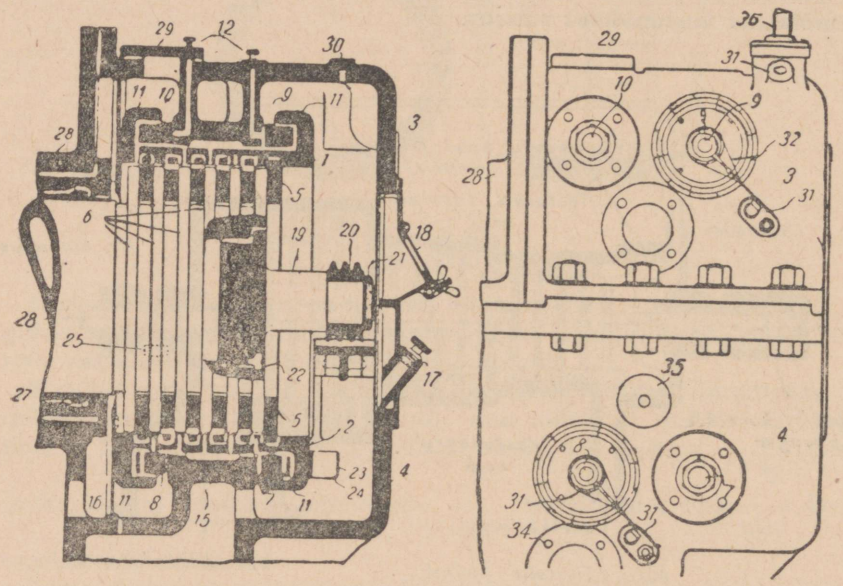


Joon. 396.

Esimese seadme skeem on näidatud joon. 396. Aur tuleb sisse paljurattalise turbiini vasakust otsast ja järk-järgult paisudes läbib järjekorras juht- ja töölabidad ning väljub paremalt poolt mööda väljalasketoru kondensaatorisse. Kuna kõigil töölabidail seejuures surve paremalt on suurem kui vasemalt, siis mõjub telgsurve vasakult paremale, s. o. samas suunas, milles läheb auru tee, nagu on näidatud joonisel noolega. Telgsurve tasakaalustamiseks on võlli vasakul poolel ehitatud kolb, millele paremalt poolt surub aur; vasakpoolne, kolvi all olev ruum aga on ühendatud toruga turbiini viimase astmega. On selge, et auru surve kolvile mõjub vastupidises suunas telgsurvele. Kolvi pind arvutatakse selliselt, et mõlemad surved tasakaalustuksid.

Telgsurve tasakaalustamise teiseks viisiks reaktiivturbiinides on valitud auru tee turbiini keskelt selle otste poole; seejuures on mõlema turbiinipoole telgsurved võrdsed ja suunalt vastupidised, mispärast nad tasakaalustuvad.

Lõpuks kasutatakse reaktiivturbiinide telgsurve tasakaalustamiseks tugilaagreid, nii hariliku kummlaagri kui ka Michell'i tüüpi. Nii ühed kui teised on kirjeldatud järgmises peatükis.



Joon. 397.

i. Tugilaagrid.

Tugilaagreid laevaturbiinides kasutatakse:

1) veesurve vastuvõtmiseks sõupropellerilt;
2) aksiaalsurve vastuvõtmiseks reaktiivturbiinidel;
3) nii üheks kui teiseks otstarbeks samaaegselt.

Kõigis hammasratas-ülekandega turbiinides asetatakse tugilaager tugivõllile hammasrattakarbi taha ja selle ülesandeks on vastu võtta ainult sõupropelleri tugisurvet.

Sel juhul kasutatakse iga turbiini jaoks, mis moodustab sõuvõllile töötava eri agregaadi, telgsurve tasakaalustamiseks kas tasakaalukolvi, turbiini võllil olevat tugilaagrit või hargnevat auruvoolust.

Vanatüübilistes turbiinides aga, mis töötavad vahetult sõuvõllile, ilma hammasratas-ülekandeta, mõjutavad tugilaagrit nii propelleri surve kui ka turbiini telgsurve. Viimasel juhul aur suundub vöörist ahtrisse; seepärast mõjub telgsurve vastassuunas propelleri tugisurvele, mis turbiini töötamisel edasikäigul on suunatud ahtrist vööri.

Tagasikäigul aga voolab aur tagasikäigu-turbiini vastupidises suunas, ahtrist vööri, propelleri tugisurve on suunatud vöörist ahtrisse.

Sel viisil võtab vahetult sõuvõllile töötava laeva reaktiivturbiini tugilaager endale survete vahe sõupropelleri tugisurvest ja turbiini telgsurvest, mistõttu tugilaagri mõõted võib teha väiksemad.

Laevaturbiinide tugilaagrid on:

1) tugilaagrid üldiste tugirõngastega või nn. kammidega ja

2) Michell'i süsteemi tugilaagrid ühe tugirõngaga.

Joon. 397 on kujutatud piki-läbilõikes ja külgvaates Parsons'i laevaturbiini tugilaager, mis töötab ilma hammasratasülekandeta.

See koosneb õõnsast väliskerest (4), milles asub ülemine (1) ja alumine (2) laagripool. Neisse on sisse lõigatud pronksist tugipoolrõngad (5) mis asetsevad treitud tugirõngaste (6) vahel, turbiinivõllil (28).

Võlli tugirõngad suruvad end edasikäigul alumiste pronksist poolrõngaste, tagasikäigul aga — ülemiste vastu. Laagripooli (1) ja (2) võib kergesti nihutada pikisuunas telgvaheruumi reguleerimiseks kiilude (7), (8), (9), (10) ja (11) abil, nagu on kirjeldatud eespool.

Nii ülemisi kui ka alumisi kiile võib õlitada kanalite (12) kaudu.

Laagri tugi-poolrõngad on varustatud õliläbivooluaukudega.

Töö vältel laager töötab õlis, mis tuleb laagrisse mööda toru (35). Õli temperatuuri mõõtmiseks on õlipüüdev tasku (23), millesse pannakse termomeeter läbi toruotsa (17).

Vasakul pool tugilaagrit asub kandelaager (27). Mõlemad laagrid on üksteisest eraldatud diafragmaga (16).

Tugivõlli (28) otsa külge on ääriku ja kruvide (22) abil kinnitatud lühike võllike (19), millel asetseb tiguvint (20) tiirlemise ülekandmiseks regulaatorvõllile (38); (18) — kaas, mille läbi võib kontrollida mainitud ülekannet.

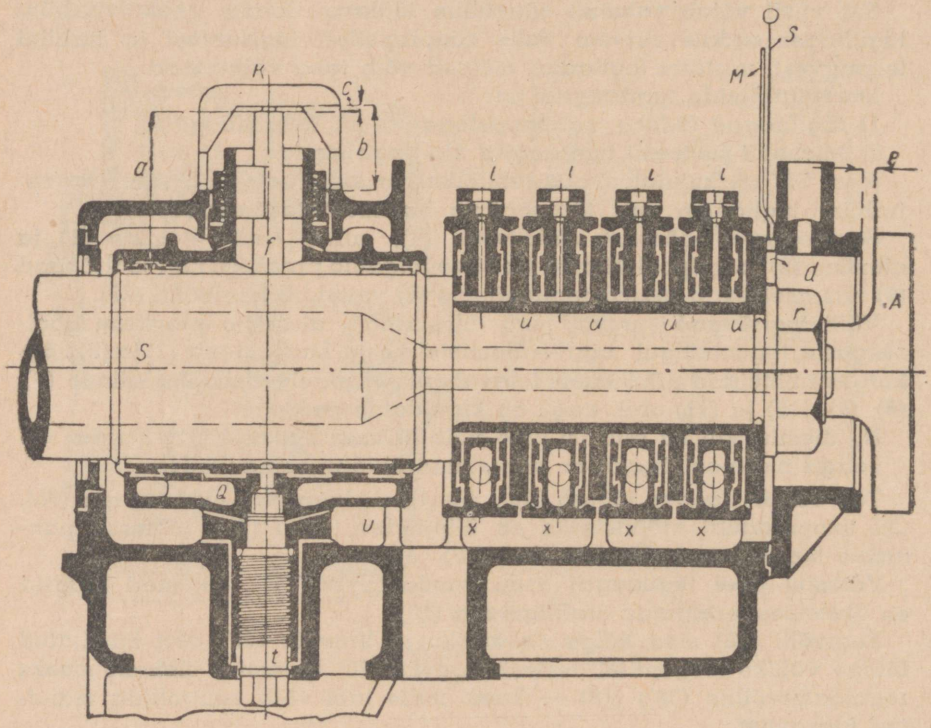
Väljaspool laagrit näeme mutrit (10), mis on määratud seadmiskiilu pingutamiseks; edasi — ülal ja all — tugivõlli nihutuse numbrilaualisi näitajaid (osuteid) ja (34) — vaateluuki.

Joon. 398 on näidatud pikilõikes vahetult sõuvõllile töötava kombineeritud AEG-turbiini kande- ja tugilaagrid.

Kandelaagri alumine pool (Q) on tehtud õõnes ja temas tsirkuleerib külm ülepoordi vesi, mis jahutab laagrit. Õli laagri määrimiseks voolab läbi ava, millesse on keeratud kruvipolt (t). Seda polti kasutatakse laagri lahtivõtmisel ja kokkupanemisel võlli tõstmiseks ühes laagripoolega, turbiini töötamisel aga keeratakse poldi avasse õlitorustiku nippel.

Võlli tõstetakse ainult rootori vajumisel, kui ilmneb töölabidate vastu silindrit puutumise oht.

Võlli vajumise kontrollimiseks on kontrollklamber (K) kalibreeritud varrega (f), mis peab ulatuma võllini; vaheruumi klambri ja võlli vahel mõõdetakse õhunoaga. Kui mänguruum ulatub näiteks 0,3 mm, siis tõstetakse laagrid poldi (t) abil, pannakse seibi (V) alla 0,3 mm-paksune vaheleht ning selle järel pannakse laager uuesti kokku.



Joon. 398.

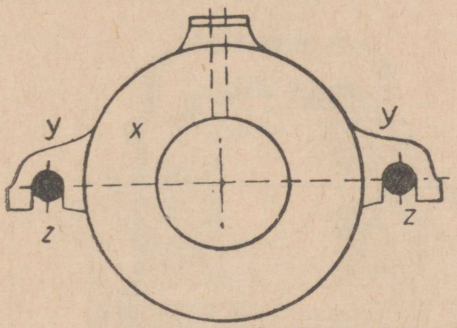
Nagu on näha, tugineb laagri alumine pool oma kerapinnaga seibile (V), mille tõttu laager osutub isetsentreeruvaks.

Vaatleme nüüd tugilaagrit. Võlli tugirõngad (n) ei ole treitud võllil endal, vaid on valmistatud eraldi terasest nurgelise läbilõikega muhvide kujul, mis on asetatud võlli siledale osale ja mis on kinni pigistatud võllil tema hamba ja mutri vahel.

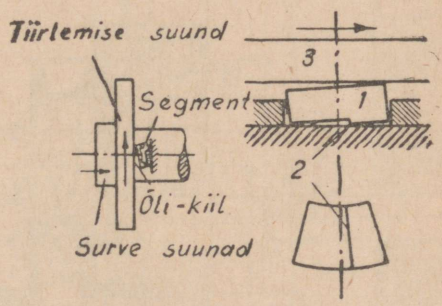
Võlli tugirõngaste vahele on mahutatud laagri tugiklambrid (x), mis omavad sama ehitust laeva kolbmasinate Maudsley tüüpi laagrite tugiklambritega ning on kujutatud eraldi joon. 399. Nagu nood, nii on

ka need klambrid oma poolümmarguste avadega külgvalutükkides pealepandavad kahe lõikega varustatud varrele (z) laagri küljel. Klambri iga külgvalutükk, nagu Mauddley'gi laagril, pigistub kinni kahe mutri vahele, mis on keeratud pikivarte peale. Nende mutritega võib reguleerida iga tugiklambri pikiasendit eraldi.

Klambrite hõõrdumispinnad, nagu näha joon. 398, on üle valatud valgemetalliga; klambrid ise on õõnsad ja jahutuvad veega, mis siseneb ja väljub mööda torusid (l), sellal kui teine toru on õli juurdejuhtimiseks, mis satub hõõrduvate osade määrimiseks vastavaisse kanaleisse.



Joon. 399.



Joon. 400.

Tugilaagri kokkupanemisel peab esimese tugirõnga tööpind olema kaugusel, mida kontrollitakse erilise kaliibri abil.

Võlli ja rootori pikiasendi kontrollimiseks kasutatakse ka kontrollplaati, mis, olles kinnitatud võlli otsale, peab jätma kindla vaheruumi (e) tema ja laagri edeotsa ääre vahele.

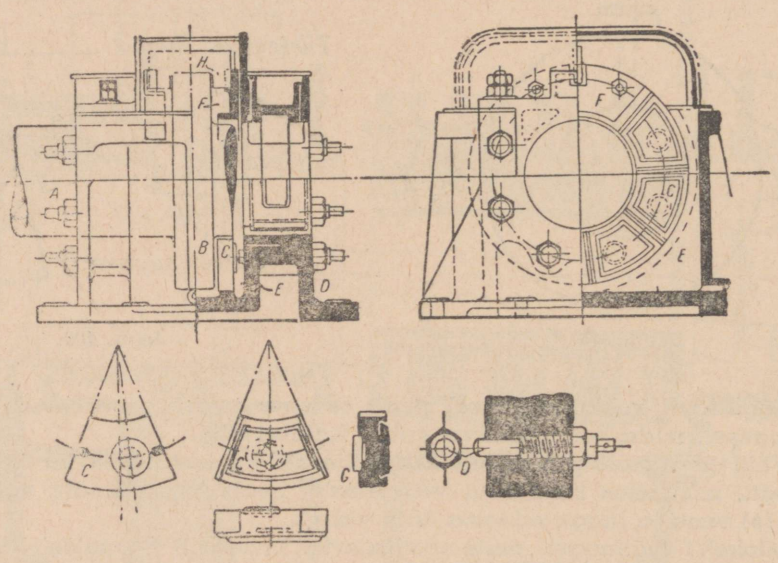
Michell'i tugilaager, mille töötamisviis baseerub Reynolds'i printsiibil, monteeritakse nüüdisaja suure võimsusega turbiinidele. Tema töötamise põhimõte seisab selles, et tugirõnga ja laagri pindade vahele tekitatakse neid pidevalt eraldav õhuke elastne õlikiht, milleks peab tugilaagri hõõrdumispind koosnema mitmest segmendist, milledest igaüks asetub väikese nurga all hõõrdumispinnale. Sel juhul tekib segmendi (1) ja pöörleva hõõrdumispinna (3) vahel (joon. 400) nurgaline vaheruum, millesse haaratakse ja aetakse õli, mille tagajärjel tekib siin kõrgendatud õlisurve (Reynolds'i printsiip).

Michell'i tugilaagri piki- ja põikläbilõiked laevaturbiini jaoks on üksikasjaliselt näidatud joon. 401. Tugirõngale (B) toetuvad mõlemalt poolt üksikud padjad (laagripooled (C)), mis võtavad endale tugisurve ja on kujutatud all eraldi. Laagripoolte hõõrduvad osad on valatud üle valgemetalliga. Iga laagripool omab karastatud terasest pead, millega ta tungib poldisse (D), mis on keeratud laagri keresse.

laagripoltide (C) pead (G) asetuvad ekstsentriliselt, mille tõttu laagripoole hõõrdumispind võlli pöörlemisel asetub veidi kallakuti tugirõnga (B) suhtes ning nende vahele tekib kiilukujuline õlikiht Reynolds'i põhimõtete järgi.

Plaat (F) kaitseb laagripooli (C) pöörlemast ühes võlliga, diafragma (H) aga võtab pöörlevalt tugirõngalt (B) ära liigse õli ja viskab selle laagripoolele (C).

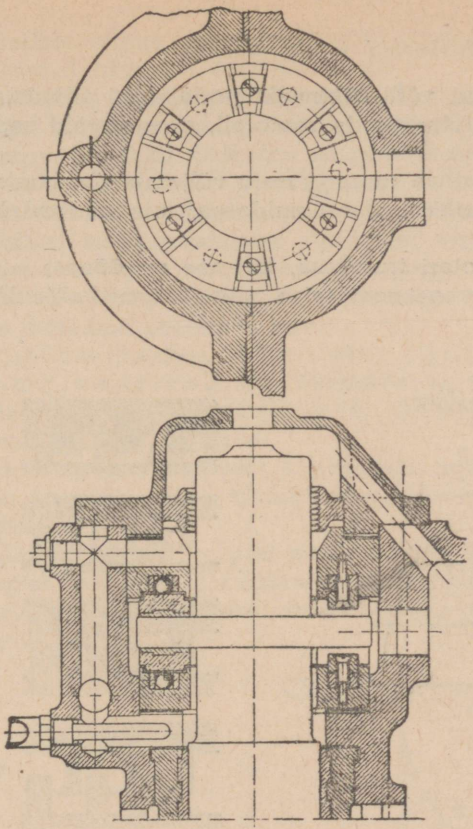
Michell'i tugilaagreis lubatakse eri tugisurvet 35—50 kg/cm², mille tõttu on küllalt vaid ühest tugirõngast ning vähenevad suuresti tugilaagri pikkus ja kaal.



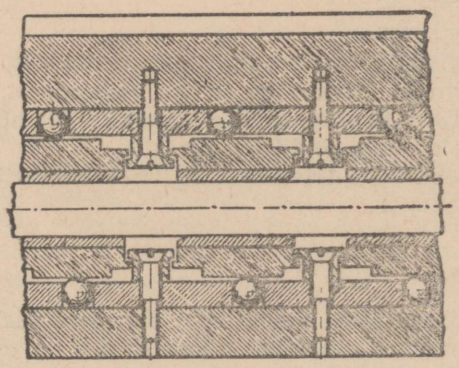
Joon. 401.

Michell'i tugilaagri üksikud sisepooled võivad samuti tugineda ka teraskuulidele. Selline Michell'i süsteemi kuul-tugilaager on kujutatud piki- ja põiklõikes joon 402, silindrilise pinna laialilaotatud lõige aga, mis läbib laagripooli ja kuule, joon. 403. Vasakul pool, piki võlli, on näha osa raamlaagrist, paremal aga väike labürindiline tihendus. Kirjeldatud laager kuulub 850 HJ turbiinile, mis teeb 4500 tiiru minutis.

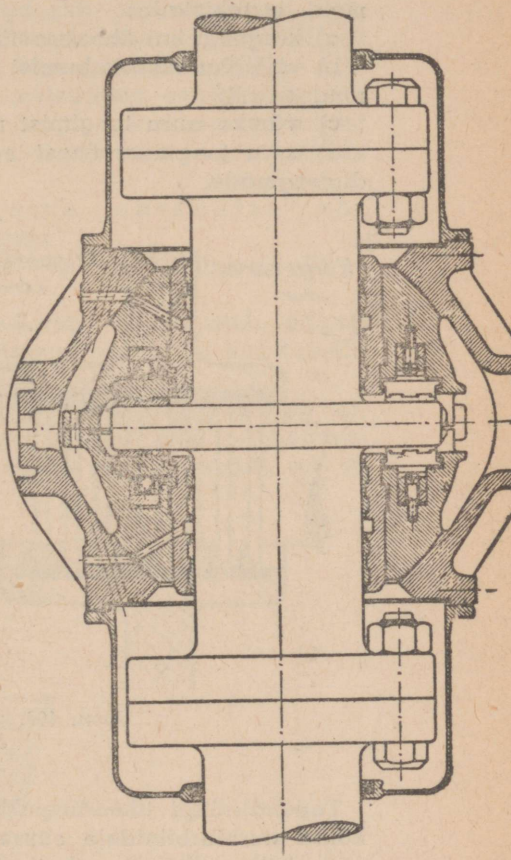
Joon. 404 on kujutatud lõikes analoogiline laager, mis on ehitatud kandelaagri sisse. Viimase laagripooled on valatud üle valgemetalliga ja treitud väljastpoolt kerakujuliselt, et tagada mõlema laagri hõõrdumispindade tihedat kokkupuutumist võlli ja tugirõngaga võlli väikesel hälbimisel võllistiku telgjoonest.



Joon. 402.



Joon. 403.



Joon. 404.

j. Labürint-tihendused. Tihenduskarbid ja dummised.

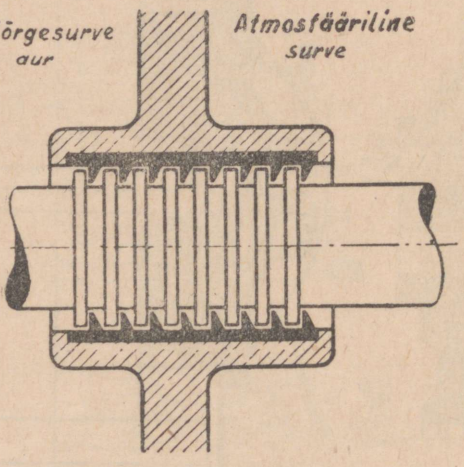
Iga laevaturbiin peab omama võlli läbimiskohtadel läbi silindri ja diafragmade, samuti ka reaktiivturbiinide rootoreil, tihendavaid seadmeid, et takistada:

a) kõrgema kui üheatmosfäärilise survega auru väljumist (lekkimist);

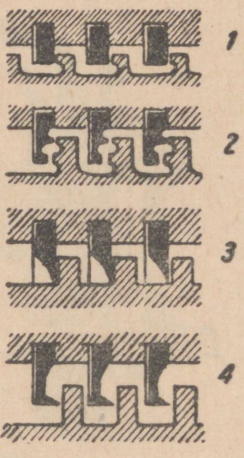
b) välisõhu sisseimbumist turbiini siseruumidesse, mis asuvad hõrenduse all;

c) värske auru tungimist rootori trumlisse, kui see on õõnes;

d) auru tungimist ühest surveastmest teise võlli läbimiskohis läbi diafragmade.



Joon. 405.



Joon. 406.

Topendi-tüüpi tihenduspuksid, mida kasutatakse aurumasinates, ei kõlba auruturbiinidele suure tiirude arvu tõttu ja ka sellepärast, et võll ei liigu tihendis pikuti. Sellises tihenduspuksis sünniks võlli hõõrdumise tõttu vastu tihendit suur soojuse eraldumine.

Seepärast kasutatakse auruturbiinides teistsuguseid tihendamisviise, ja nimelt:

1) labürint-tihendamist;
2) tihendamist söerõngastega;
3) vesitihendamist.

Enamikus kasutatakse nn. labürindilist tihendamist, mis moodustab väga kitsaste, ringiliste pilude rühma, mis mitte ainult ei pigista auru kinni, vaid sunnivad seda ka kogu aeg muutma oma teed (moodustavad aurule labürindi).

Selline ehitus, mis tehtud võlli läbimise kohal turbiini silindrist, on näidatud skemaatiliselt joon. 405.

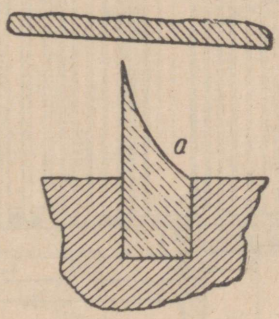
Võllil on tehtud rida rõngalisi õnaraid, millede vastu on silindrilisse muhvi lõigatud rida metallilisi rõngaid (joonisel mustana), mis peagu puutuvad kokku tiirlevate rõngaskanalitega ehk väljaastmetega. Aur, läbides rea selliseid pilusid, kaotab vähehaaval oma surve ja kiiruse keerisliikumise tekkimisest rõngaste vahel. Samal ajal pole sellisel seadeldisel kokkupuutumist omavahel ega metalliliste osade kulumist. Tihendusrõngad asetatakse ümmargusse karpi, mis koosneb kahest osast. See karp asetatakse võlli rõngastele lahtivõetuna ja kinnitatakse siis mõlemad pooled ühte.

Labürint-tihendus võib olla r a d i a a l n e, a k s i a a l n e või k o m b i n e e r i t u d, s. o. esimesest ja teisest.

Joon. 406 kujutavad (1) ja (4) aksiaalset, (3) — radiaalset ja (2) — kombineeritud tihendust.

Radiaalsel tihendusel kitsas pilu, millest läbi aur lohistub, kulgeb piki raadiust, olles tihenduskarpi sisselõigatud muhvi ja turbiinivõlli vahel.

Aksiaalseks, s. o. piki võlli suunatud tihenduseks, nimetatakse niisugust, kus pilu auru läbivooluks kulgeb paralleelselt võllile, tihenduskarbi muhvisse sisselõigatud rõngaste ja nende rõngaste vahel, mis on treitud võllil.



Joon. 407.

Nagu on näha joon. 406-3, 4 ja joon. 407, lõpeb iga tihendusrõngas oma otsal õhukese kammiga. See on tehtud võlli vajumise või nihkumise juhuks; sellisel juhul tihendusrõngaste õhukesed kammid, puudutades võlli või selle treitud rõngaid, kuluvad kiiresti maha — kinnikiilumist või soojenemist põhjustamata.

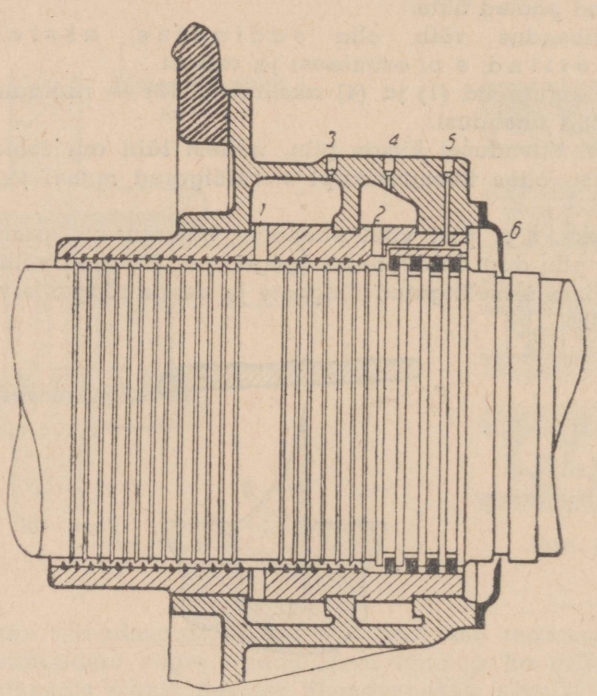
Tihendusrõngad tehakse harilikult valgevasest, ülekuumendatud auru puhul ka terasest.

Labürindiliste tihenduskarpide puhul tuleb arvestada sellega, millisel turbiini otsal asub tihenduskarp, kuna sellest olenevad töötingimused.

Kui turbiin on ühesilindriline ja töötanud aur juhitakse tagaotsast kondensaatorisse, siis on edeotsa tihenduskarp kõrge surve all ja aur püüab tungida temast väljapoole.

Tagaotsa tihenduskarp aga, mis on töötanudauru toru läbi ühendatud kondensaatoriga, on ümberpöördult, tühjuse (vaakuumi) all ja turbiini püüab tungida läbi tihenduskarbi välisõhk.

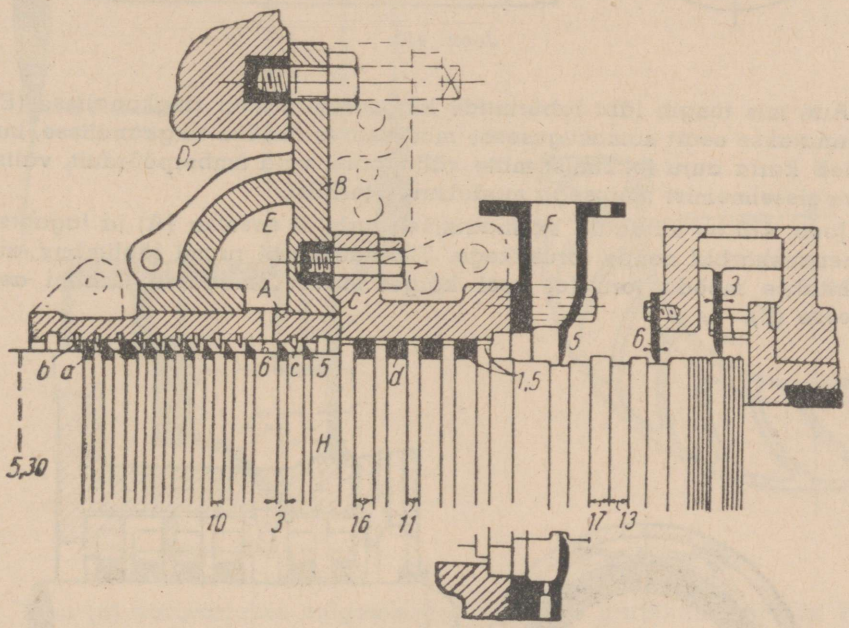
Sama kehtib ka madalsurve kahekordse paisumisega (kahesilindriline turbiin) turbiinagregaadi tagumise tihenduskarbi kohta, sellal kui teised kolm tihenduskarpi on sisemise surve ülekülluse all.



Joon. 408.

Joon. 408 on kujutatud Parsons'i laevaturbiini tihenduskarp labürint-tihendusega. Tihendus on siin radiaalne, paljuarvulised rõngad, mis on karpi sisse lõigatud, on valgevasest; peale selle on paremal poolel võllisoontesse mahutatud neli pronksist, lahtilõigatud Ramsbottom'i rõngast täisnurgalise läbilõikega, mis suruvad endid tihenduskarbi sisemiste seinte vastu.

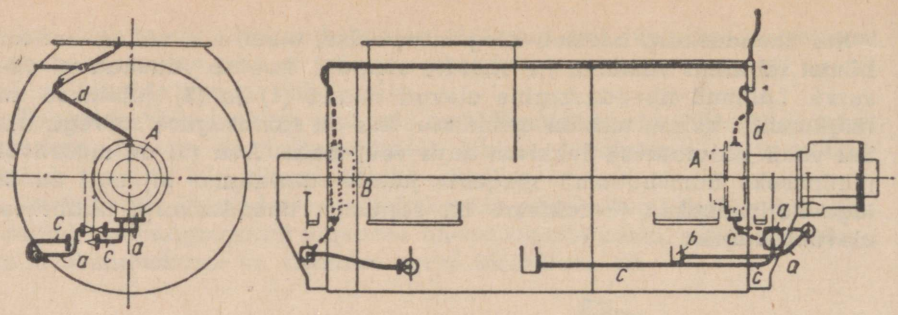
Kui tihenduskarp asetseb kõrgsurvepoolsel otsal, siis väljub aur turbiinist labürinti vasakult ja, läbides rõngaid, kaotab vähehaaval oma surve. Läbinud tihenduskarbis olevad augud (1) ja (2), juhitakse aur ringkanalist neisse turbiini astmeisse, kus on samasuguse survega aur. Sel viisil kasutatakse lekkivat auru veel tööks. Ava (5) on määrdeõli juhtimiseks Ramsbottom'i rõngaste juurde, diafragma (6) aga on õli tagasitõrjumiseks ja takistab õli sattumist tihenduskarpi naabruses olevast laagrist.



Joon. 409.

Joon. 409 on kujutatud üksikasjalisemalt osa Parsons'i laevaturbiini pikilõikest ja tihenduskarbist; karp on ehitatud peagu samasuguselt kui eelmine. Karp koosneb osadest (A), (B) ja (C). Osa (B) äärik kinnitub turbiini silindri külge, edemuhv kinnitub lühikese äärikuga osa (B) külge, tagumine muhv (A) aga on oma ringilise äärikuga kinni pigistatud osade (B) ja (C) vahele; (b) — karpi lõigatud labürintrõngad ja (a) — rõngad võllil; (d) — Ramsbottom'i rõngad fosforpronksist; (F) — auru väljalasketoru ots — turbiinist atmosfääri.

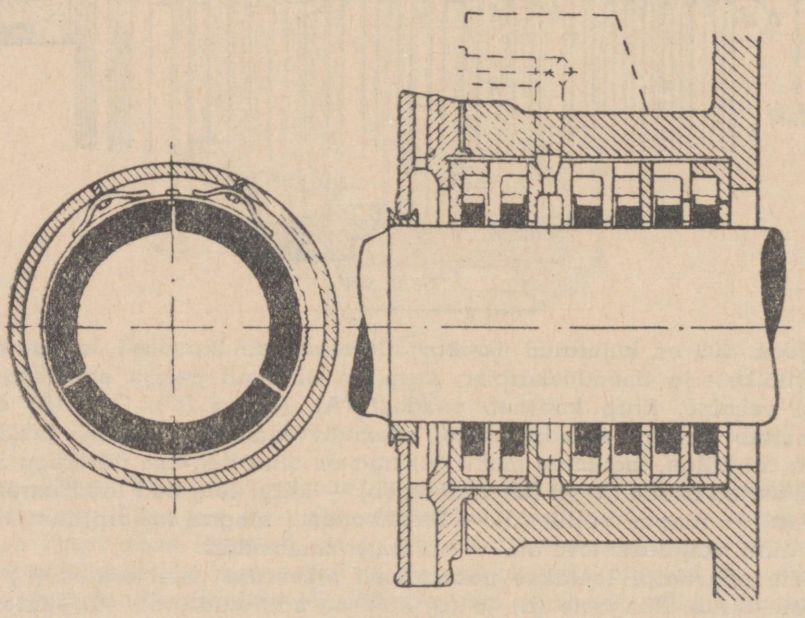
Tihenduskarpi loetakse normaalselt töötavaks, kui toruots (F) kergesti aurab. Rõngaste (a) ja (b) kuju on näidatud joon. 407 suurendatud mõõtkavas; (6) ja (3) joon. 409 — õli tagasitõrjuvad diafragmad.



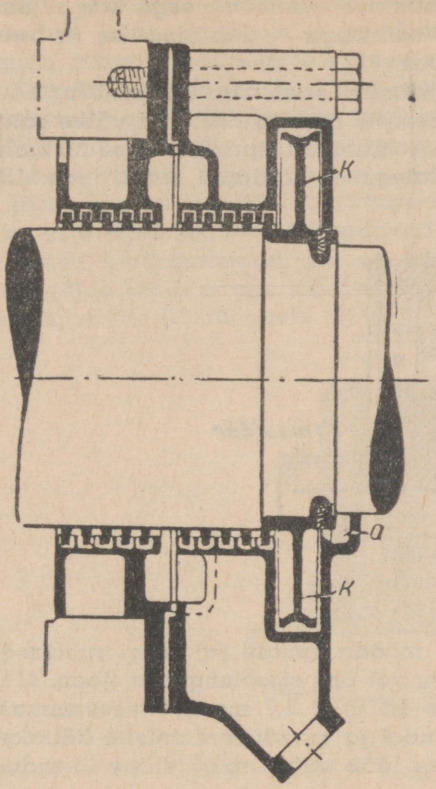
Joon. 410.

Aur, mis tungib läbi labürintide kõrgsurve-turbiini ringkanalisse (E), suunatakse sealt samasugusesse madalsurve-turbiini ringkanalisse, kus tuleb karta auru lekkimist mitte väljapoole, vaid ümberpöördult, välisõhu sisseimemist tühjusega madalsurve-turbiini.

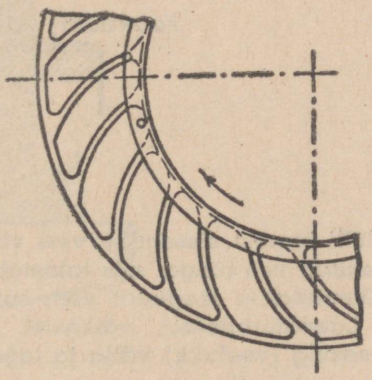
Joon. 410 on näidatud skemaatiliselt turbiini eesotsa (A) ja tagaotsa tihenduskarbid nende torustikega. Tihenduskarbi ruumi läbiimbuv aur juhitakse mööda toru (c) veel kõrget survet omavasse turbiini astmesse (B).



Joon. 411.



Joon. 412.



Joon. 413.

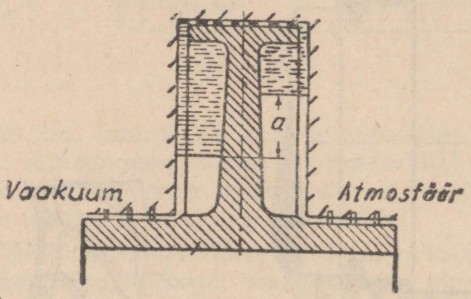
Toru (a) varustatakse sulgemisventiiliga, mis harilikult hoitakse kinnisena, rõngastest läbiimbuv aur aga juhitakse madalsurve-turbiini mööda toru (c). Tihenduskarbi (A) külge on kinnitatud veel teine toru (d), mida mööda võib vajaduse korral juhtida värsket auru. See osutub vajalikuks kas tagasi- või ka aeglase käigu puhul, kui kõrgsurvesilindris on surve madalam atmosfääri survest.

Tagumine tihenduskarp (B) on edasikäigul alati vaakuumi all, tagasikäigul aga väikese surve all. Seepärast on tema juurde juhitud väike toru auru juurdejuhtimiseks ning auru ärajuhtiv toru all, mis lõpeb turbiini töötanudauru tühemesse.

Joon. 411 on kujutatud veidi teistsugust ehitusviisi tihenduskarp kuue söerõngaga. Selle karbi põiklõikest on näha, et iga söerõngas on lõigatud kolme võrdsesse ossa, kokku tõmmatud ringiliselt spiraalvedruga ja hoidub ülal kahe lameda vedru abil.

Lõpuks kasutatakse mõnedes turbiinides veetihendusega karpe. Selline Westinghouse'i turbiini segatihendusega — labürindilise ja veetihendusega — karp on näidatud joon. 412.

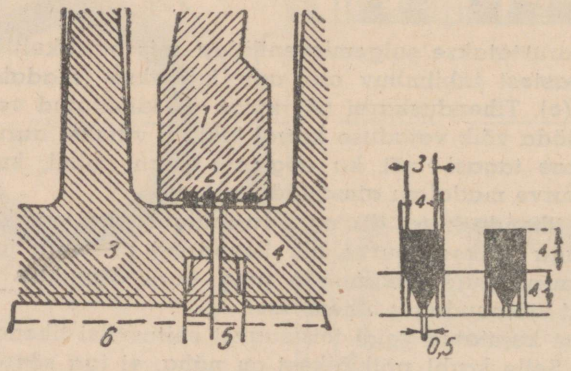
Vasakul asetseb kahe rühmana kümme sisselõigatud labürinttihendusrõngast, turbiinivõlli paremale poolele aga on asetatud väike ratas (k) kõverjooneliste labidatega, mis tiirlevad turbiini tihenduskarbi rõngalises õnaras. Osa ratast labidatega on näidatud eraldi joon. 413.



Joon. 414.

Võlli juurest sissetulev vesi viskub mööda kanalit (a) rehvi suunas ja tekitab vee rõnga, mis takistab auru või õhu sissetungimist (joon. 414). Kasutatakse magedat vett, survega 1,5 kuni 1,7 meetrit veesammast.

Laevaturbiinidel väikestel käikudel ja manööverdamistel lülitakse veesulg (veelukk) välja ja tegevusse jääb vaid labürindiline tihendus.

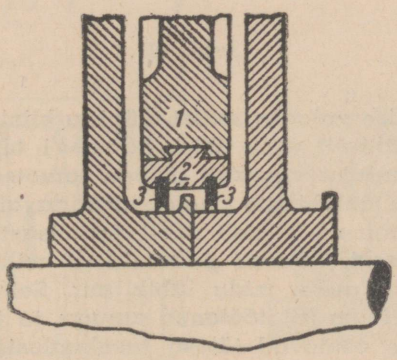


Joon. 415.

Selle süsteemi paremuseks peab lugema tihenduskarbi täiuslikku tihedust ja auru väljumise puudumist masinaruumi, teiselt poolt aga kulub tiibratta pöörlemisele vees osa turbiini energiast.

Teiseks kohaks turbiinis, kus kasutatakse labürindilist tihendust, on aktiivturbiinidel liikumatute juhtrataste diafragmade rummud, mida läbib turbiini võll. Iga diafragma tihendus isoleerib järgneva surveastme eelmisest ning tihenduste arv on võrdne diafragmade arvuga.

Joon. 415 on näidatud diafragmade tihendus valgevasest labürintrõngaste abil. Joonisel tähendavad: (1) — diafragma: (2) — sellesse lõigatud labürintrõngad, mis on kujutatud suuremas mõõtkavas paremal; (3) ja (4) — naabertööratаste (ketaste) rummud, mis on paigutatud turbiinivõllile (6) rõngaste (5) abil.



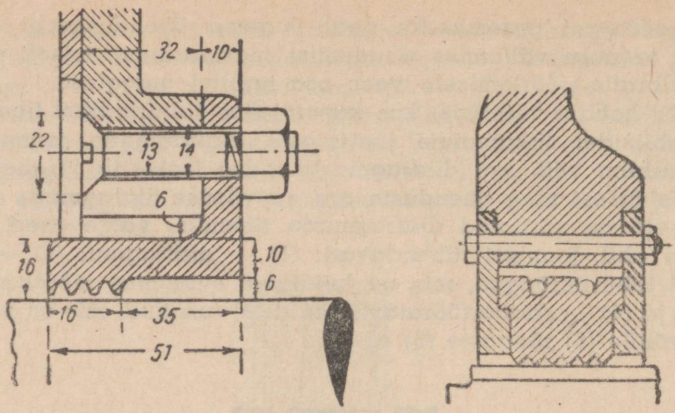
Joon. 416.

Joon. 416 nähtub samasugune diafragmade tihendus, mida kasutatakse Metropolitan-Vickers'i turbiinides. Siin on igasse pooldiafragmasse kinnitatud pääsusaba-lõikega muhv (2), sellesse aga omakorda on sisse lõigatud punasest vasest rõngad (3).

Vahel rakendatakse kammikujulise pinnaga muhve, mis suruvad end võllile ja mille kammid asendavad üksikuid labürintrõngaid.

Selline seade, mida kasutatakse Curtis'e süsteemi turbiinides, on näidatud läbilõikes joon. 417.

Lõpuks vaatleme veel labürindilisi tihendusi, mida ehitatakse üldtrumliga reaktiivsete turbiinide rootori otstel (Brown-Boveri, Parsons'i jt.) ning mida nimetatakse d u m m i s t e k s. Dummised ehitatakse tagasikäigulistel hammasratasülekandeta, suure õõnsa trumliga turbiinidel, millede trumlitel asetsevad reaktiivsete labidate ringid; seejuures ehitatakse dummiseid nii edasi- kui ka tagasikäigu-turbiinidel.



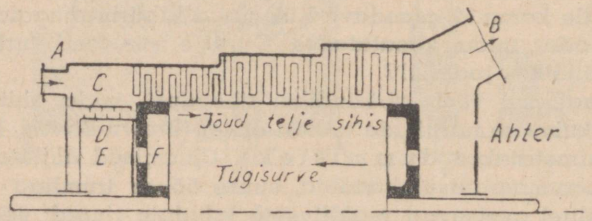
Joon. 417.

Dummiste ehitamise vajadus sellist tüüpi turbiinidel selgub joon. 418, mis kujutab skemaatiliselt vana tüüpi Parsons'i turbiini poolläbilõiget. Aur tuleb katlast turbiini vasakult mööda toruotsa (A) ja läbib järjekorras kõik juht- ja töölabidate ringid, vähehaaval paisudes, ja väljub lõpuks töötanud auruna paremalt poolt, toruotsast (B).

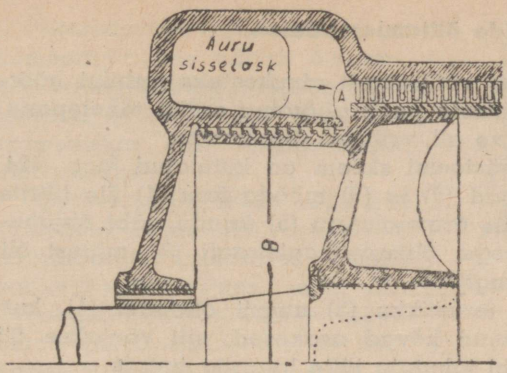
Nagu näha joonisest, omavad padrunid (J), millele on asetatud turbiini trummel, suuri auke, mida läbib aur. Sel viisil täitub rootori (trumli) sisemus ja ruum (E) töötanud auruga, ja töötanud auru surve rootoris ja rootorile osutuvad täiesti tasakaalustatuks. Et sisselaskeruumist ei saaks tungida värsket auru, on ruum (E) eraldatud sisselaskeruumist (C) dummisega (D).

Osa dummise läbilõikest on kujutatud joon. 419. Silindrilisse seina, mis eraldab auru sisselaskeosa turbiinist, on sisse lõigatud labürindilised tihendusrõngad, mis on joonisel kujutatud mustadena.

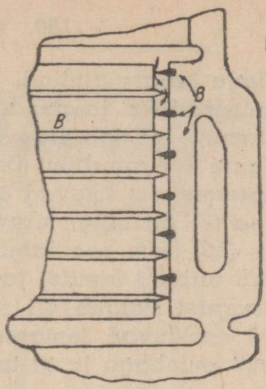
Joon. 420 on kujutatud edasikäigu-turbiini dummis aksiaalse labürindilise tihendusega, joon. 421 tagasikäigu dummis radiaalse tihendusega, joon. 422 aga on kujutatud detailselt nende tihendusrõngad.



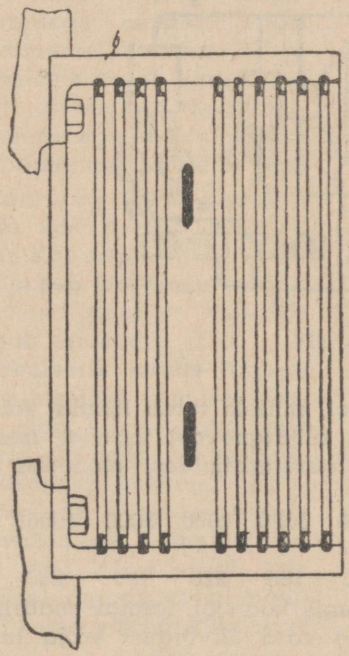
Joon. 418.



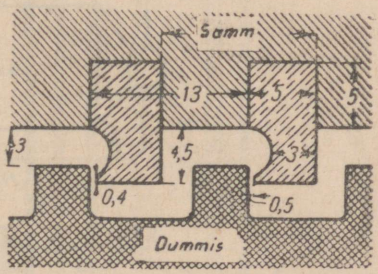
Joon. 419.



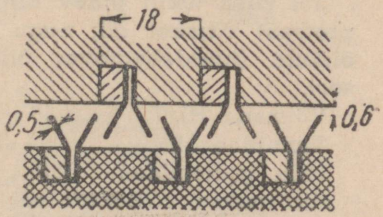
Joon. 421.



Joon. 420.



Joon. 422.



Joon. 423.

Lõpuks on joon. 423 näidatud dummise labürinttihend, mis on tehtud lehtmetallist.

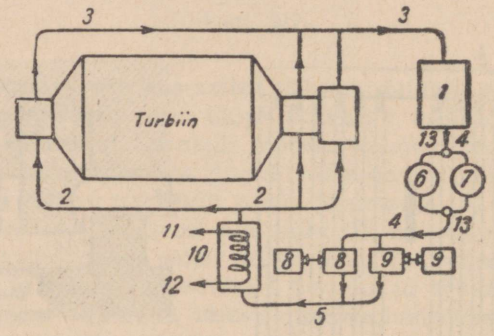
Labürindiliste tihenduste mänguruumid tehakse: aksiaalses (telje-) suunas 0,1 kuni 0,5 mm, radiaalses suunas — 0,5 kuni 0,75 mm.

159. Turbiinide õlitamisseadmed.

Nagu juba mainitud, on kaks võllilaagrit ainukesteks turbiini hõõrdumisosadeks, ja nende õlitamisele peab pöörama erilist tähelepanu. Õlitamine teostub pidevalt, surve all, erilisest õlipumbast.

Suure laevaturbiini õlitamissüsteemi skeem on kujutatud joon. 424. Õlipaagist (1) imevad õlipumbad (8) ja (9) mööda toru (4) üle filtrite (6) ja (7) õli ning suruvad selle äravoolutoru (5) kaudu, läbi õlijahutaja (10), kus see jahutub veega, õlisurvemagistraali (2), millest õli satub turbiini kande- ja tugilaagrisse.

Laagrist valgub õli mööda torustikku (3) uuesti õlipaaki (1), kus õlist eralduvad temasse sattunud kõvad osakesed; siit võetakse õli uuesti pumbaga ja ta tuleb läbi jahutaja jälle laagrite juurde.



Joon. 424.

Sel viisil tekib pidev õli ringvool, millele tuleb lisada vaid väike protsent värsket õli, nagu näeme alljärgnevast tabelist, mis näitab õlikulu (juurdelisatavat õlihulka) auruturbiinides, olenedes võimsusest.

Võimsus HJ	50	100	500	1000	2000	5000	10000	20000
Tunniline õlikulu grammides .	50	75	100	160	220	250	280	370

Aja jooksul õlipaagis või õlisisternis kogu õli kaotab määrimisomadused, ning siis tuleb kogu õlitagavara õlivõrgust välja lasta, see pesta ja täita uue õliga. Töötanud õli lastakse põhjaruumi, pumbatakse sealt üle poordi, või kogutakse tünnidesse.

Õlitamise tagamiseks esineb õlitussüsteemis kaks filtrit, milledest kumbagi puhastatakse kordamööda, ning kaks õlipumpa.

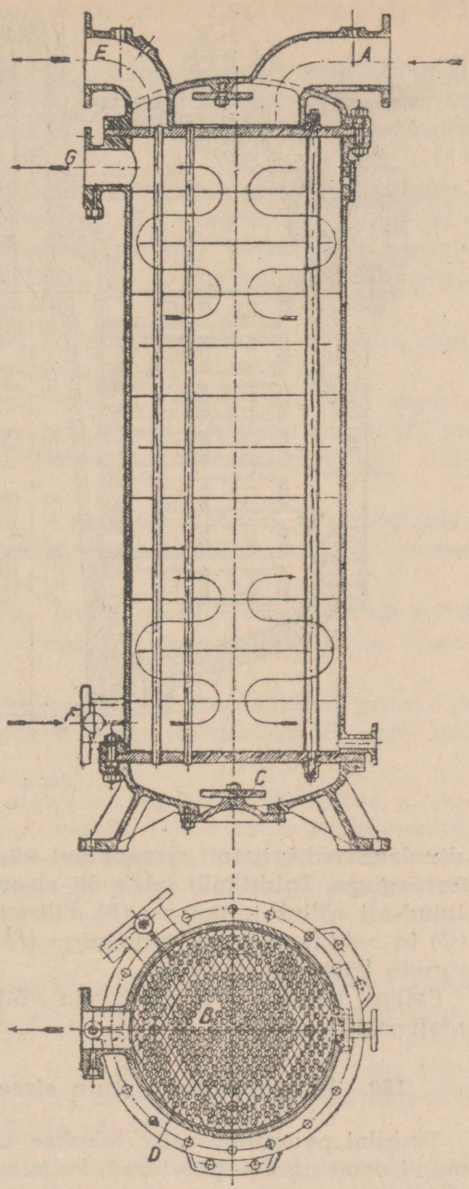
Õlijahutajad ehitatakse kas jahutatavate madustikega, mida mööda tsirkuleerib jahutusvesi, või siis sirgete torudega, nagu pindkondensaatoreis.

Õlitussüsteem varustatakse manomeetriga, mis näitab õli survet, kaitseventiiliga, mis on monteeritud õlitorustikule, ning termomeetriga õli temperatuuri mõõtmiseks.

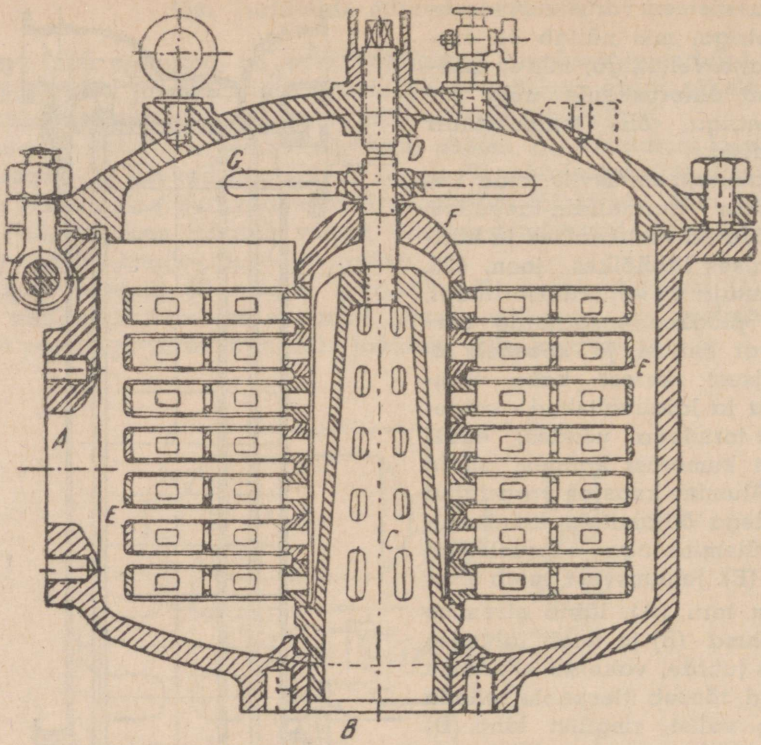
Õlijahutaja ehitusviis, mida kasutatakse auruturbiin-laevades, on näidatud vertikaalses ja horisontaalses läbilõikes joon. 425. Õlijahutaja on vertikaalset tüüpi, omab pindkondensaatorile sarnanevat ehitust ja koosneb silindrilisest kerest kahe torulauaga ja laialivaltsitud valgevasest torudega nendes; edasi kahest kumerast kaanest all ja ülal. Alumine kaas on varustatud jalgadega õlijahutaja kinnitamiseks, ülemine aga — toruotstega (A) ja (E). Jahutusvesi tuleb sisse mööda toru (A), läbib sisemise torurühma (B) ja tuleb alumise kaane juurde, vahetab siin oma suunad, tõuseb ülespoole mööda torude välist, ringilist kihti (D) ning väljub toruotsast (E).

Õli tsirkuleerib torude ümber, ta tuleb sisse läbi alumise toruotsa (F) ning läbides ava, mis asub horisontaalses vaheseinas, voolab järgmisse osakonda. Järgmine vahesein, ümberpöördult, omab välisringil ringikujulist ava; sel viisil õli sooritab tee, mis joonisel on tähistatud nooltega, siis aga väljub külgtorust (G).

Joon. 426 on näidatud vertikaalses läbilõikes õlifiltri ehitusviis, mida kasutatakse nüüdisaja auruturbiinlaevades. Õli tuleb filtrisse toruotsast (A) ning läbib õõnsad taldrikud (E) ra-



Joon. 425.



Joon. 426.

diaalselt väljastpoolt sissepoole; need taldrikud on üle tõmmatud filtervõrguga. Taldrikuilt tuleb õli sisemisse koonilisse torru (C); puhastatud õli väljub toruotsast (B). Filtreerivad taldrikud on asetatud torule (C) ja hoiduvad kohal klambriga (F) ja vajutuspoldiga (D), mida võib suruda käsiratta (G) abil.

Selline ehitusviis lubab maha võttes kaane kiiresti puhastada filtreerivaid taldrikuid.

160. Aurutorustikud. Auru sisselaske- ja manööverventiilid.

Turbiini peaaurutorustik tehakse alati tõmmatud terastorudest, kõik muud osad aga — põlvtorud, kolmikud jne., samuti ka armatuur — on valatud terasest.

Aurutorustiku konstruktsioonis peab olema arvestatud nii tema temperatuurilise paisumisega kui ka turbiini enda temperatuurilise paisu-

misega töö vältel. Paisumise võimalust tagatakse tihenduskarpide abil torustikul või elastsete kompensaator-põlviste abil.

Torustiku kinnitamine põikvaheseintega peab teostuma kindlalt, et ei tekiks torustiku paindumist laevakere deformatsioonist. Torustikku ei tule asetada laevakere sellistesse kohtadesse, mis võivad kokkupõrkel vigastuda.

Laevaturbiinides toimub auru sisselase turbiinidesse sisselaskeventiilide avamisega käsitsi. Kuna laevaturbiiniseade, isegi ühe sõuvõlli agregaadi jaoks, koosneb mitmest turbiinist — kõrg- ja madalsurve-, edasi- ja tagasikäigu-turbiinist, siis monteeritakse kõik need ventiilid koos juhtimispostile.

Auru sisselaske-ventiilide karbid valatakse terasest, ventiilid aga tehakse tasakaalustuvad ja kahekordsed.

Ühel ja samal joonel või isegi ühes silindris asuvad edasi- ja tagasikäigu turbiinid omavad eri sisselaskeventiile, eri käsiratastega, või on ühendatud ühte üldisse, nn. manööverventiili, mis on käsitatav üldkäsirattaga.

Esimesel juhul, näiteks käigu muutmisel edasikäigul tagasikäigule, peab sulgema auruturbiini edasikäigu-sisselaskeventiili ja avama tagasikäigu sisselaskeventiili.

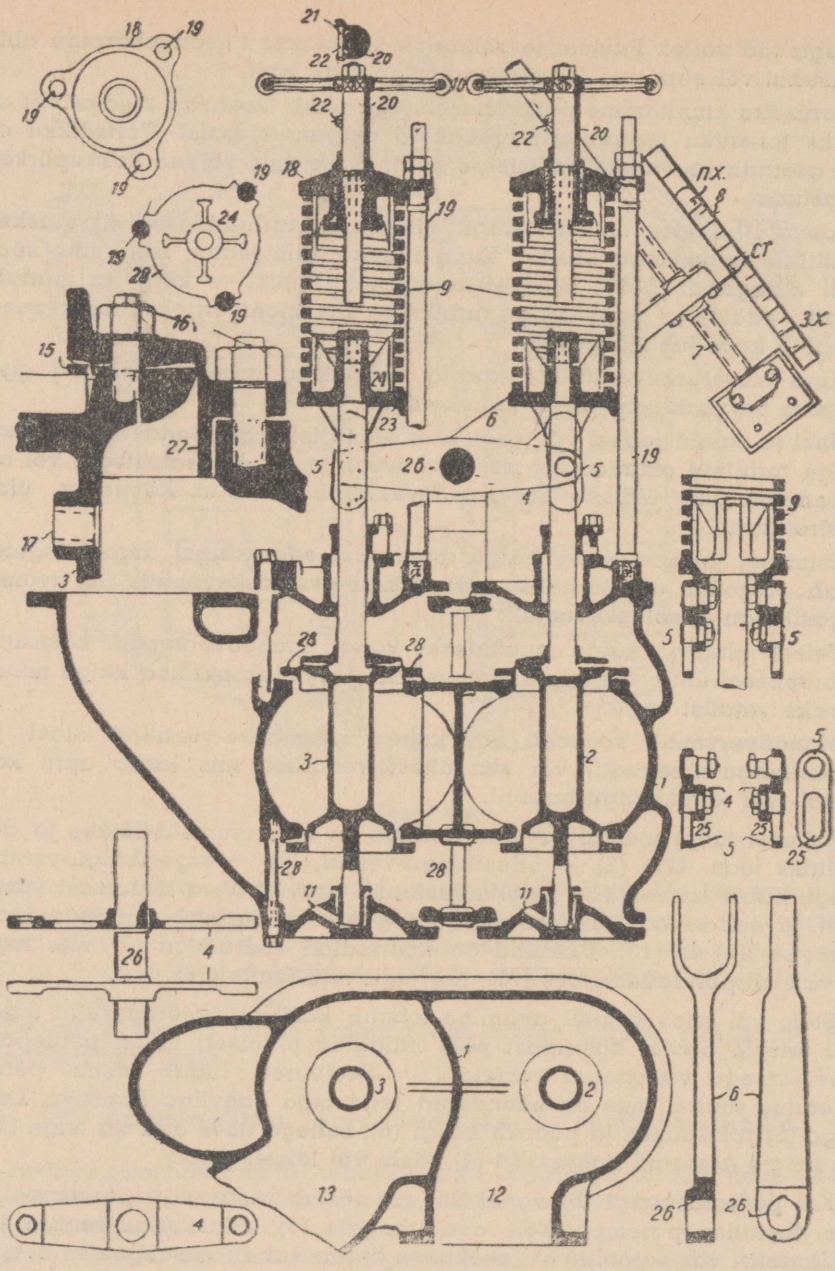
Teisel juhul on käigu muutmiseks küllalt manööverventiili käsiratta pööramisest ühes või teises suunas, mis lühendab märksa käigu muutmiseks vajalist aega.

Manööverventiil koosneb kas kahest sisselaske-ventiilist edasi- ja tagasikäigu-agregaati, või siis ühest ventiilist, mis laseb auru kas edasi- või tagasikäigu-turbiini.

Esimest tüüpi manööverventiili ehitus on kujutatud läbilõikes ja detailides joon. 427: (2) — edasikäigu-ventiil, (3) — tagasikäigu-ventiil. Nagu näha, on ventiilid tasakaalustatud, saavad auru toruotsast vasakult ja saadavad auru edasi- ja tagasikäigu-turbiini juurde mööda toruotsi (12) ja (13). Ventiilid on koormatud vedrudega (9), mis tuginevad all põikraudadesse (23), ülal aga taldrikuile (18).

Selle või teise ventiili avamine toimub käsiratta keeramisega ühele või teisele poole; käsiratast pole näidatud joonisel; ta on pealepandav lõikega varustatud varrele (7). Seejuures liigub osuti peale asetatud mutter, mis on ühendatud teda oma kahvliga haarava kangiga (6) pikisuunas ja pöörab kangi (6), sellega ühes aga ka telge (26) ja sellele asetatud balanssiiri (4) ühele või teisele poole.

Kui pöörata kangi (6) vasakule, siis tõstab balanssiiri parempoolne ots, toetudes parempoolsele ovaalrõngale (5), edasikäigu-ventiili (2). Balanssiiri vasakpoolne ots seejuures liigub vabalt vasakpoolse ovaalrõnga sees ning tagasikäigu-ventiil jääb suletuks.



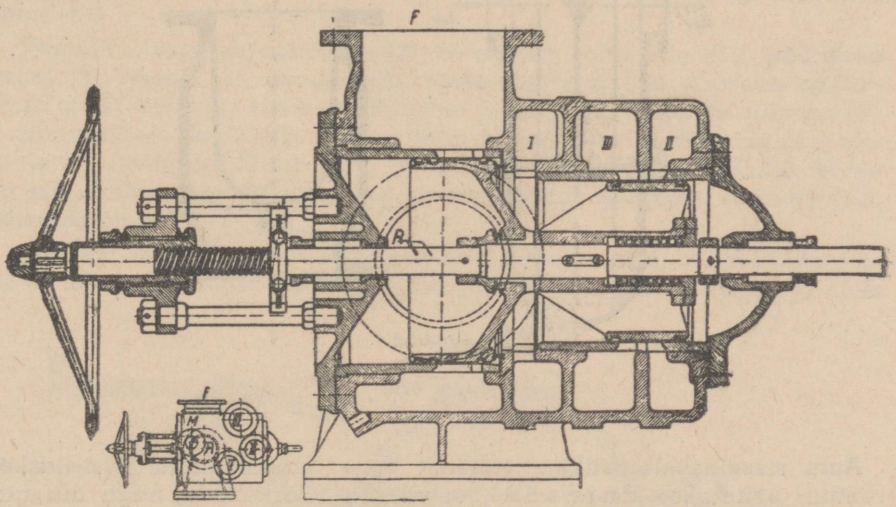
Joon. 427.

Käsiratta keeramisel vastupidises suunas sulgub esmalt ventiil (2), siis aga hakkab avanema ventiil (3), ja aur tungib tagasikäigu-turbiini läbi toruotsa (13).

Kahepesalised ventiilid (2) ja (3) on tehtud painduvate ketastega (taldrikutega) (14), mis kompenseerivad ventiili pikenemist paisumisest soojenemisel ja mis tagavad ventiili tihedat asetsemist pesal igasugustel temperatuuridel.

Osuti, mis on kinnitatud kangi (6) otsa külge ja mis liigub mööda jaotusega varustatud plaati (8), näitab ühe või teise ventiili avamise suurust ja ka seda, millisel käigul töötab turbiin.

Joonisel peale selle tähendavad: (1) — ventiili karp, (10) — käsirattad vedrude pinge muutmiseks, (11) — kanalid vee väljalaskmiseks ventiilikarpidest, (19) — ülemiste taldrikute sambad, (18) — ventiilide vedrude taldrikud, (20) — ventiilide vartele asetatud muhvid, mis kaitsevad ventiilide vedrupinge muutmist, (21) ja (22) — muhvi (20) lukud, (24) — ristikujulised ventiilide vedrude suunajad, (28) — vertikaalsed ventiilide karpe kinnitavad sidepoldid.



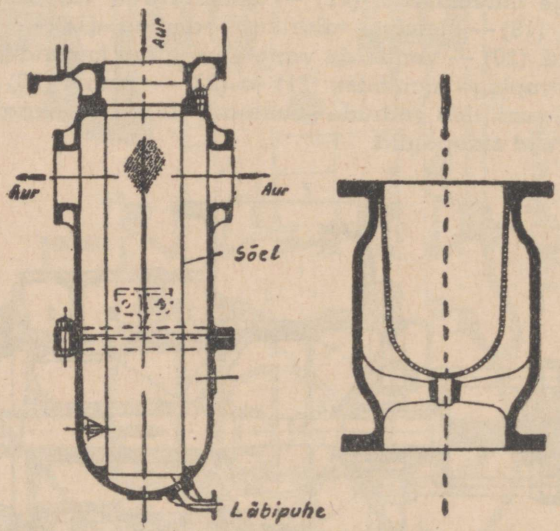
Joon. 428.

Manööverventiili ehitus, mis on valmistatud silindrilise siibri kujul, on näidatud vertikaalses läbilõikes joon. 428. Keerates ventiili käsiratast ja sundides seega ta vart (R), mis on kinnitatud sammaste põikrauas, keerduma muhvi, liigutame üles või alla jaotussiibrit, mis koosneb ülemisest ja alumisest varrele asetatud kolvist. Toruotsa (F) külge on kinnitatud värske auru toru; (I), (II) ja (III) — on kanalid, mis viivad

edasikäiguturbiini düüside juurde, toruots (J) on aga ühendatud aurutoruga, mis ühendub tagasikäigu-turbiiniga.

Siibri keskasendil, mis on näidatud joonisel, on värske auru juurdepääs suletud nii edasi- kui ka tagasikäigu-turbiini. Kui siiber on tõstetud niivõrd üles, et ülemise kolvi alumine äär tõuseks kõrgemale akendest, mis ühenduvad auru sisselaske toruotsaga (J), siis see aur läheb siibrist ülemise kolvi alla ning väljub düüside karpide kanaleisse (I), (II) ja (III) ning turbiin hakkab töötama edasikäigul.

Kui aga ümberpöördult lasta siiber alla, siis toruots (F) ühendub toruotsaga (M) ja turbiin hakkab töötama tagasikäigul.

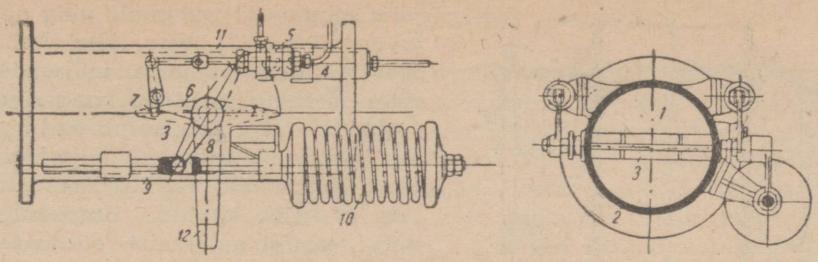


Joon. 429.

Auru sisselasketorustikku, vahetult enne turbiini auru sisselaske ventiili, ehitatakse aurusõel, et vältida võõrkehade, nagu auruga koos tulnud mutrite, neetide jne. sattumist turbiini ja seega turbiinilabidate purunemist või vigastumist.

Aurusõel peab olema tugev ja valmistatud mittesööbivast materjalist, näiteks roostevabast terasest, kuna muidu võiksid sattuda turbiini sõela enda sööbinud osad.

Joon. 429 on kujutatud aurusõela kaks konstruktsiooni. Sõel koosneb teraslehest, mis on läbi puuritud paljudest väikestest aukudest. Vasakul on näidatud vertikaalses läbilõikes aurusõela kombinatsioon separaatoriga. Katla aur tuleb sisse ülemisest sõela toruotsast, läheb läbi sõela



Joon. 430.

aukude sõela ja separaatori vahelisse ruumi ja väljub külgtorudest. Paremal pool on näidatud trehtrikujuline sõel, mida läbib aur.

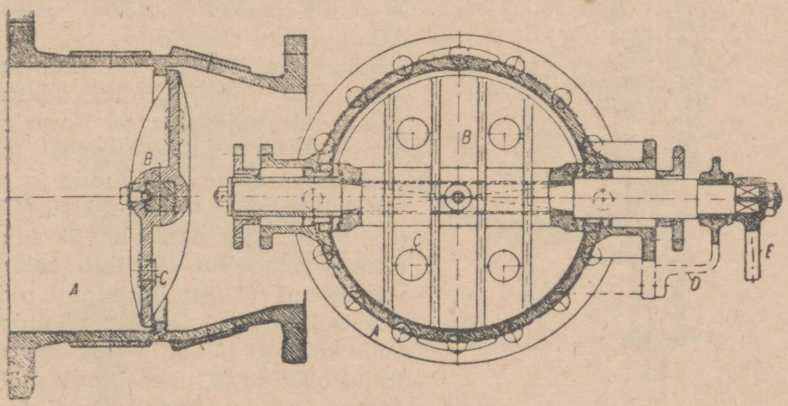
Aurusõeltega varustatakse nii edasi- kui ka tagasikäigu-torustikud.

Peaaurutorustik varustatakse ka stoppventiiliga, mida mõjutab vahetult turbiini regulaator ja mis sulgub automaatselt, kui turbiini tiirude arv ületab maksimaalselt lubatava arvu. Selline ventiil on kujutatud joon. 430.

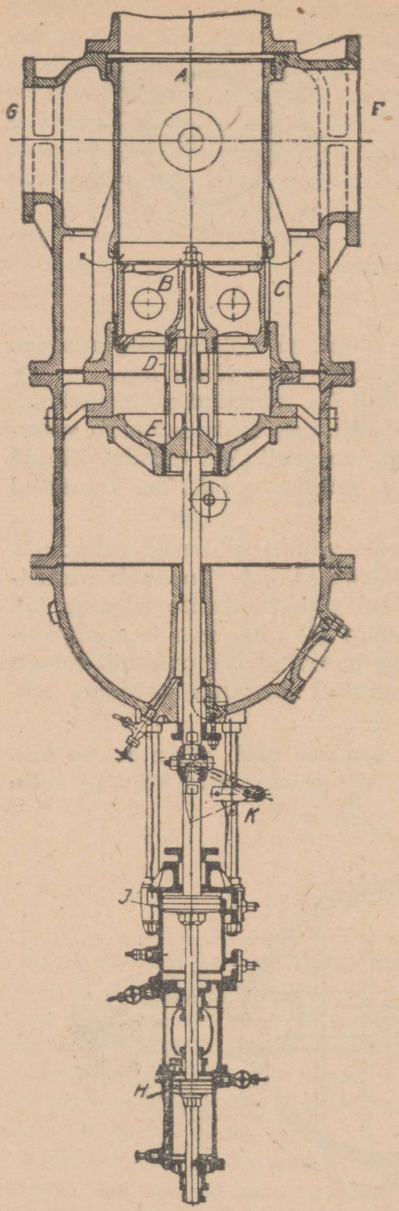
Ventiil (1) asetseb aurutorus (2) ja kujutab sõõri, mis võib pöörduda teljel (3). Ventiil on varustatud servomootoriga, mis koosneb aurusilindrist (4) kolviga; viimase juhtimine toimub kolvikujulise siibriga (5).

Normaalselt hoidub ventiil avatuna kangi (6) abil, mis tugineb sõrmele (7). Seejuures hoiab kang (8), mis on asetatud stoppventiili teljele ja mis läbib varre (9) pilu ning on ühendatud spiraalse vedruga (10), viimase pingul.

Kui aga maksimaaltiirude regulaator, seadme abil, mida ei ole joonisel näidatud, nihutab kohalt siibri (5), siis aurusilindri kolb ja selle



Joon. 431.



Joon. 432.

vars nihutuvad paremale ning pööravad sõrme (7) tema teljel kellaosuti näitamise suunas, mille tõttu sõrm (7) rebib end lahti kangist (6), vedru (10) vabaneb, surub end kokku, keerab stoppventiili telje kellaosuti liikumisele vastupidises suunas ja suleb ventiili. Et pehmendada ventiili sulgemist, on ta telg ühendatud kangide süsteemiga varustatud puhvriga.

Et ventiili uuesti avada, peab ületama vedru (10) pinge ja haakima sõrme (7) kangiga (6). Selleks pannakse kangi (12) otsale, mis on samuti asetatud kaitseventiili teljele, padruni võti või raudtoru.

Joon. 431 on näidatud üksikasjalisemalt sellise stoppventiili ehitus kahes omavahel perpendikulaarses läbilõikes. Ventiili keha koosneb terasest valatud kettast, mis on tugevdatud ribidega, et ta võiks taluda paindumata temale mõjuvate survete vahet. Ventiili telg on ventiilikarbist väljumise kohtadel tihendatud karpidega ja omab täiendavat tuge kronsteinis (D).

Vahel monteeritakse sellise kaitseventiili asemele kiiresti suletav kahepesaline ventiil.

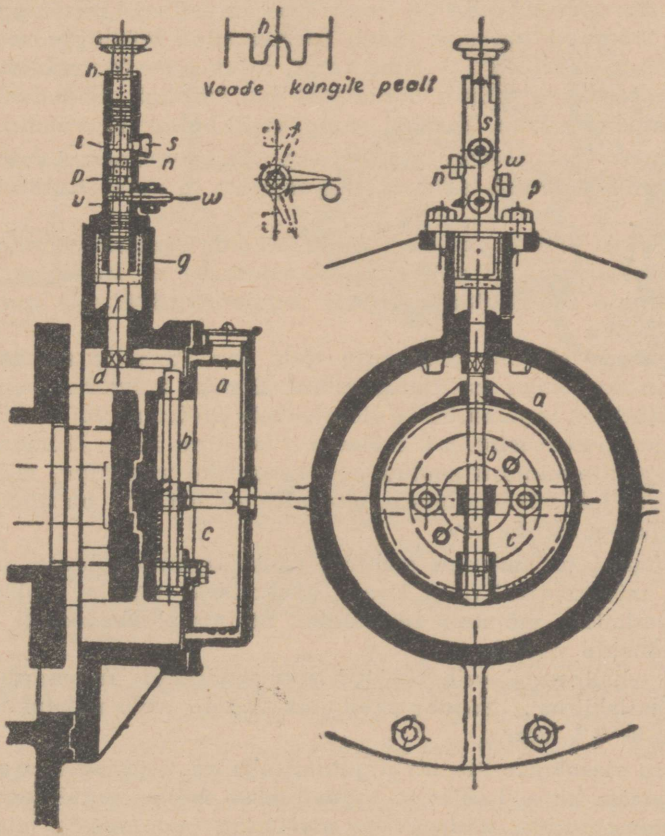
Selline ehitusviis on kujutatud joon. 432. Ventiil (B) on ehitatud vee-eraldajasse, mis on varustatud aurusõelaga, millesse aur tuleb ülemise toruotsa (A) kaudu ja väljub külgmistest toruotsadest (G) ja (F). Ventiil (G) avaneb või sulgub auruservomootori (J) abil, mis on varustatud õliga täidetava pidurdamissilindriga ja on ühendatud selle kolviga. Ventiili vars on varustatud osutiga (K); see liigub mööda jaotustega varustatud skaalat, mis näitab ventiili avatuse suurust.

161. Regulaatorid ja nende seadmed.

Laeva peaturbiinid, mis omavad alatist koormust propellervõllil, samuti ka laeva aurumasinad, ei vaja alatiseks tiirudearvu hoidmiseks regulaatorit ja varustatakse ainult nn. kaitseregulaatoriga, mis on seatud turbiini rootorile äärmiselt lubatavale tiirude arvule (harilikult 10% kõrgemal normaalsest) ja mis mõjub turbiini stoppventiilile äsja kirjeldatud viisil, s. t. alustab oma tööd ainult sel juhul, kui turbiini tiirude arv suureneb propelleri veest välja tõusmisel või võlli purunemisel.

Joon. 433 on kujutatud kahes üksteisele perpendikulaarses läbilõikes AEG-süsteemi laeva peaturbiini kaitseregulaatori ehitusviis.

Võlli edeotsa külge on kinnitatud võlliga koos tiirlev ümmargune karp (a), nn. „inertsirõngas", millesse on paigutatud radiaalselt silind-



Joon. 433.

riline varras (b), mis liigub vabalt oma pesas ja hoidub kohal spiraalvedruga (c).

Varre (b) raskuspunkt ei lange kokku võlli raskuspunktiga, seepärast mõjutab varrast (b) tsentrifugaaljõud, mis püüab teda pesast välja visata.

Turbiini liialt suurenenud tiirude arvu puhul ületab tsentrifugaaljõud vedru (c) pinevuse; varras (b) väljub oma pesast ja mõjutades kangi (d), pöörab silindrilist siibrit (f); viimast hoiab kohal kiil (h), mis tugineb siibrikarbi ülemisse ossa. Kui aga siiber pöördub, satub kiil (h) väljalõikesse, mis on tehtud siibrikarbi ülemises osas, ja vedru (g) tõmbab alla siibri (g), mis jaotab ülalpool kirjeldatud stoppventiili servomootori silindrisse tulevat auru.

Kui siiber (f) on ülemises asendis, tungib aur siibrikarpi läbi toruotsa (n), läbi toruotsa (p) aga ja toru mööda, mis pole näidatud joonisel, tuleb aur servomootori (4) (joon. 433) aurusilindri parempoolsesse aururuumi, töötanud aur aga läheb servomootori vasakpoolsest aururuumist mööda toruotsa (5) siibrikarpi, läbib ava (t), voolab õõnsa siibri sisemusse ning väljub toruotsast (w) turbiini tihenduskarpide töötanud auru-torustikku. Turbiini stoppventiil hoitakse avatuna.

Kui aga siiber laskub alla, tuleb värske aur servomootori vasakpoolsesse aururuumi, nihutab selle kolvi paremale ja suleb turbiini stoppventiili.

Turbiinid, mis käivitavad laeva dünamoid (elektriülekande puhul võivad nad olla suure võimsusega), varustatakse peale kaitseregulaatori veel tiirude regulaatoritega, mis reguleerivad tiirude arvu väga kitsastes piirides.

Turbiini osade täielise tasakaalu tõttu toimub selle reguleerimine lihtsamalt ja kergemini kui aurumasinal. Samuti kui aurumasinais toimub ka siin turbiini reguleerimine sisselaskele ja täitmisele, või siis kasutatakse segareguleerimist, s. t. mõlema viisi järgi koos. Esimesel juhul on tsentrifugaalregulaator seotud pea-sisselaske ventiiliga, mille avamist ta suurendab või vähendab, olenedes sellest, kas on nõutav suurem või väiksem tiirude arv.

Reguleerimisel täitumisega mõjutab tsentrifugaalregulaator osa rühmaventiile, mis lasevad auru sisse üksikuisse turbiini düüsidesse. Segareguleerimisel mõjutab regulaator nii sisselaskeventiili kui ka üksikuid düüside ventiile.

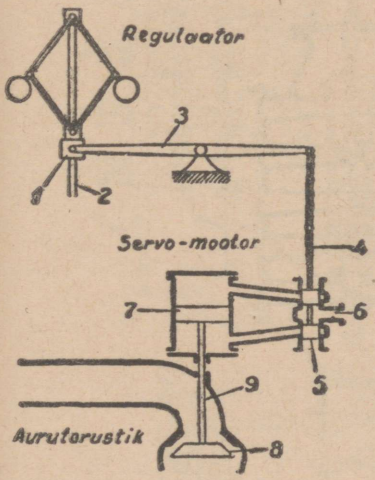
Mainitud viisil reguleerib tsentrifugaalregulaator automaatselt turbiini pöörlemiskiirust, lubades seejuures tiirude arvu muutumist mitte rohkem kui 2—3% võrra.

Kuna auru sisselaske-ventiili liigutamiseks on vajaline suurem jõud, siis on liikumise kiirendamise ja tugevdamise mõttes regulaator seotud erilise servomootoriga, hüdraulilise masinaga (mootoriga), mis töötab õlil. Servomootori skeem on näidatud joon. 434. Tsentrifugaalregulaatori

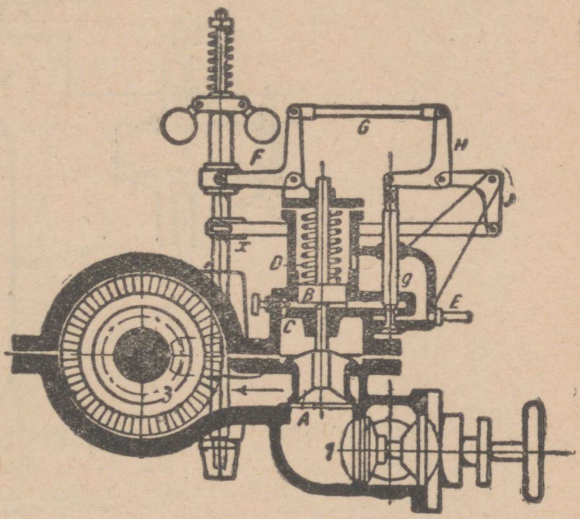
muhvi liikumine mõjutab kangi (3) ja tõmmiku (4) abil servomootori siibrit (5), samuti servomootori kolbi, mis on vahetult seotud turbiini sisselaske-ventiiliga (8), nihutades seda vajalises suunas.

Servomootorita regulaatoreid nimetatakse regulaatoreiks vahetu töötamisviisiga, regulaatoreid servomootoriga aga — kaudse töötamisviisiga regulaatoreiks.

Parsons'i turbiini vahetu töötamisviisiga regulaatori ehitus on näidatud joon. 435.



Joon. 434.



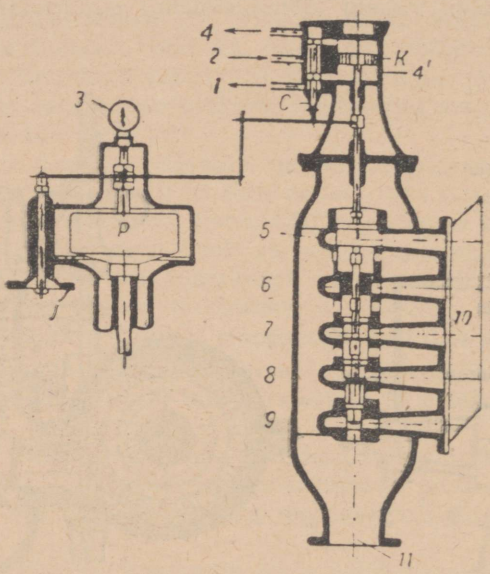
Joon. 435.

Värsket auru lastakse reguleerimisventiili (A) alla sisselaskeventiili (1) abil. Ventiil (A) laseb auru turbiinisse (3). Ventiilivars (A) on varustatud ülal kolviga (B), mis liigub malmist silindris. Normaalselt asub turbiini töötamisel kolvi (B) all värske aur, mis tuleb sinna kanalist (c). Aur lõstab kolvi (B) üles, surub kokku ventiilivedru (D) ja hoiab ventiili (A) avatuna.

Kui nüüd tsentrifugaalregulaator (E) avab nurkkangide (F) ning (H) ja tõmmiku (G) abil ventiili (g), lastes auru välja kolvi (B) alt läbi toru (E), siis muutub aurusurve kolvile (B) altpoolt vähemaks, vedru (D) pinevus suleb ventiili (A) ning auru sissevool turbiini katkeb, kuni turbiin ei vähenda tiirude arvu.

Joon. 436 on näidatud reguleerimisseade servomootoriga, mille puhul regulaator ei mõjuta sisselaske-ventiili, vaid auru sisselaskedüüse. Iga düüs omab enda rühma-sisselaskeventiili.

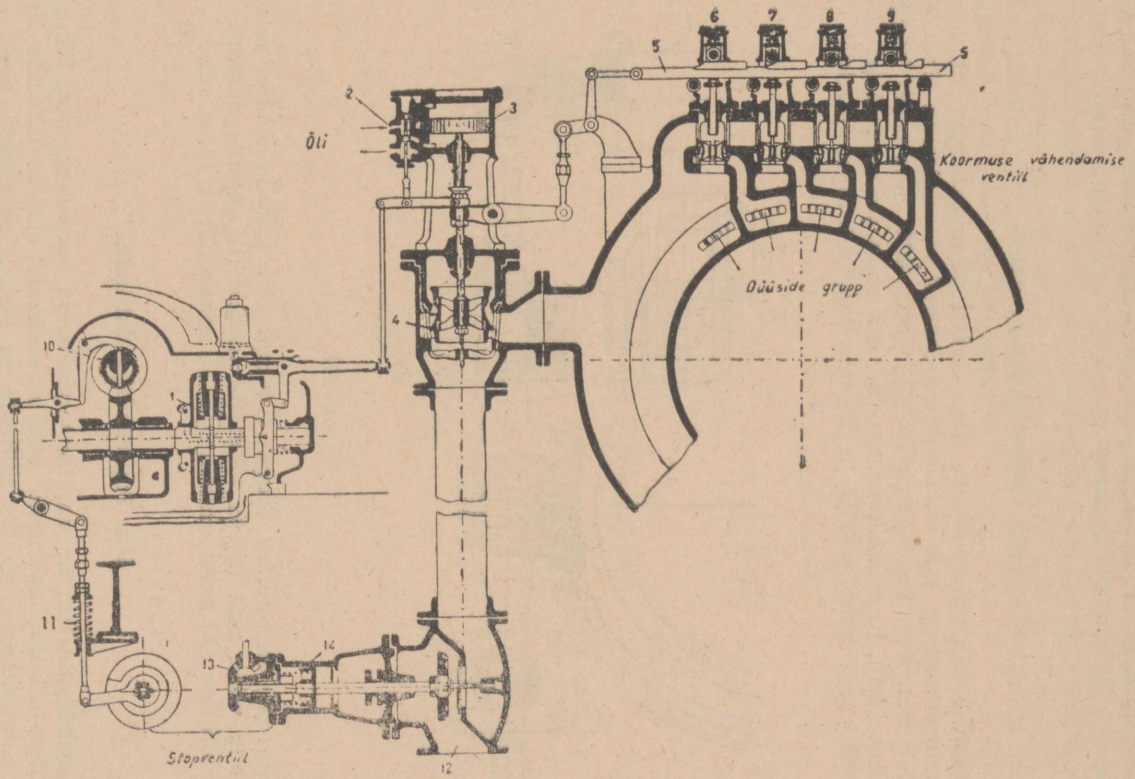
Kõik need ventiilid on seotud üldise vertikaalse varrega nii, et normist kõrgemale tõusnud tiirude arvu puhul servomootori kolb (K), laskudes alla, suleb vähehaaval auru düüsidesse, need välja viies tegevusest. Joonisel on: (C) — õlijaotussiiber, (P) — tsentrifugaalregulaator, (J) — käsiratas tiirude arvu muutmiseks.



Joon. 436.

Lõpuks on joon. 437 näidatud turbiinide sega-reguleerimisseade nii auru pea-sisselaskeventiili (4) kui ka abiventiilide (6), (7), (8) ja (9) abil, mis juhivad auru turbiini düüside rühmadesse. Kõik mainitud ventiilid on oma vartega ühendatud kolbidega, mis asuvad erilisis silindreis ja on koormatud spiraalvedrudega. Ventiilivartel on ehitatud rullikud, millede alt läbi käib üldine, horisontaalne tõmmik kiiludega, mis asetuvad rullikute alla. Tõmmik (5) võib saada nurkkangide süsteemi abil servomootori (3) kolvilt horisontaalse liikumise. Kolb omakorda nihkub servomootori siibri liikumisel, siiber aga liigub kangide ja tõmmikute abil tsentrifugaal-regulaatorist (1), kui selle raskused üksteisest eemalduvad.

Nagu nähtub joonisest, on horisontaaltõmmiku kiilud ventiilivarte suhtes erinevais asendeis. Sel viisil sulgub horisontaaltõmmiku liikumisel paremale esimene parempoolne ventiil (6), tema järele aga vähehaaval teised.


Õli
Koormuse vähendamise ventiil
Düüside grupp
Stoprentiil

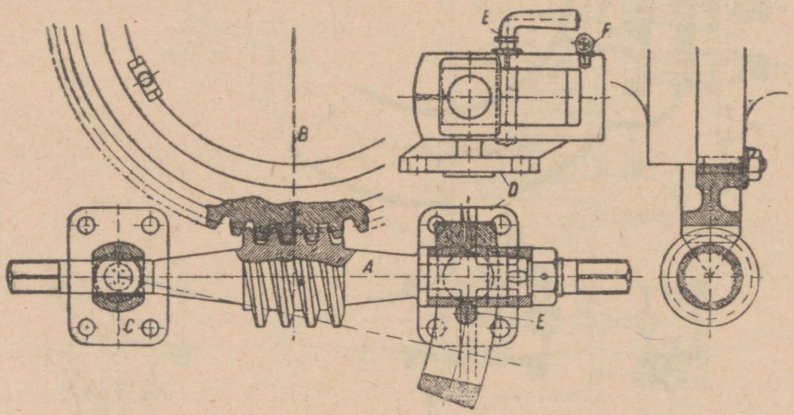
Joon. 437.

Samal ajal mõjutab servomootor ka aurusisselaskeventiili (4), sulgedes selle vähehaaval.

Tsentrifugaalregulaator saab pöörlemise tiguülekande abil võllilt (O), see aga — turbiini pöörlemisest.

162. Võllipööramisseadmed.

Laevaturbiinid varustatakse, nagu laeva aurumasinadki, alati võllipööramisseadmega, mis on käivitatav käsitsi või elektriga. See seade koosneb harilikult tiguülekandest (A) (joon. 438), mis saab liikumise elektrimootorilt, ja hammasrattast (B), mis on asetatud turbiini võllile. Tiguvõll lamab kahel toel (c) ja (D), mis asuvad turbiini silindril.



Joon. 438.

Laager (C) on pöörlev, laager (D) aga võib liikuda mööda sektorit. Kui võtta välja polt (E) ja nihutada laagrit (D) mööda sektorit, siis eemaldub tigu (A) hammasrattast (B) ja seade lülitub tööst välja.

163. Tagasikäigu-turbiinid.

Tagasikäiguturbiin on vajalik tagasikäigu saavutamiseks. Kuna tagasikäigu-turbiinid osutuvad turbiiniseadmele ebasoovitavaiks lisandeiks, suurendades turbiini mõõteid ja kaalu, ehitatakse need enamasti edasikäigu-turbiinidega ühises silindris. Ainult väga suurtes laevades esinevad eraldi tagasikäigu-turbiinid.

Tagasikäigu-turbiini võimsus ja labidate ridade arv on alati väiksem kui samasugusel edasikäigu-turbiinil. Vahel koosneb tagasikäigu-turbiin ühest kahe kiirusastmega Curtis'e turbiinist. Kaubalaevastikus moodustab tagasikäigu-turbiini võimsus harilikult 50—60% samasuguse edasikäigu-turbiini omast. Nelja võlliga laevades monteeritakse tagasikäigu-turbiinid ainult kahele võllile, eelistatult poordivõllidele, paremate manööverdusvõimaluste loomiseks (kui ühele masinale on antud edasikäik, teisele aga tagasikäik).

KAHEKÜMNE KOLMAS PEATÜKK.

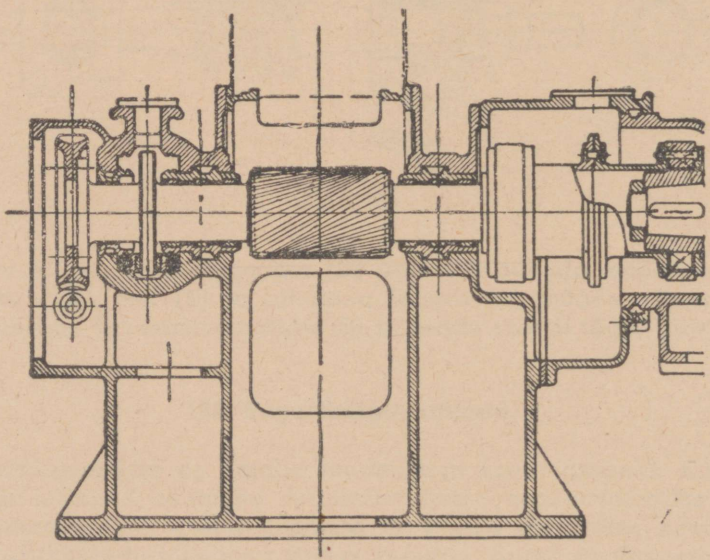
164. Ülekanne turbiinidelt sõuvõllidele.

a) Hammasratas-ülekanne. Hammasrataste seade ja ehitus auruturbiinlaevades võib olla väga mitmesugune, olenedes järgmisist asjaoludest:

1) kas ülekanne turbiini- ja laevavõlli vahel on ordinaarne (ühekordne) või kahekordne;

2) turbiinide arvust, mis töötavad: ühele, kahele, kolmele või neljale võllile.

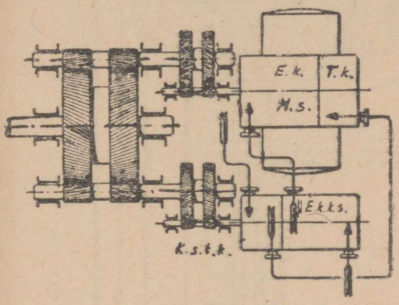
Ordinaarse ülekande puhul asetatakse sõuvõllile suur, turbiinivõllile aga väikese läbimõõduga hammasratas. Ordinaarse hammasratas-ülekande skeem kaheturbiinilise agregaadi jaoks on näidatud joon 439.



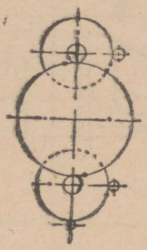
Joon. 439.

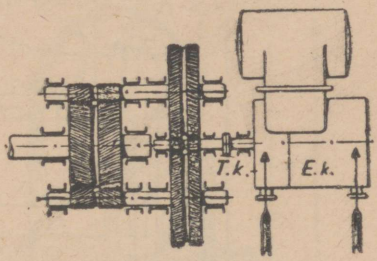
Sel juhul asub sõuvõlli ühel pool kõrgsurve, teisel pool madalsurveturbiin. Nende kahekordsed hammasrattad ühenduvad nende vahel võllil asetseva kahekordse hammasrattaga.

Kahekordse hammasratas-ülekande skeem kaheturbiinilises agregaadis on näidatud joon. 440.

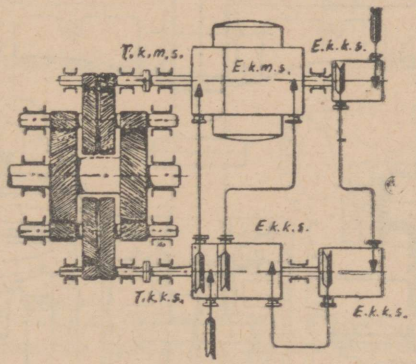


Joon. 440.





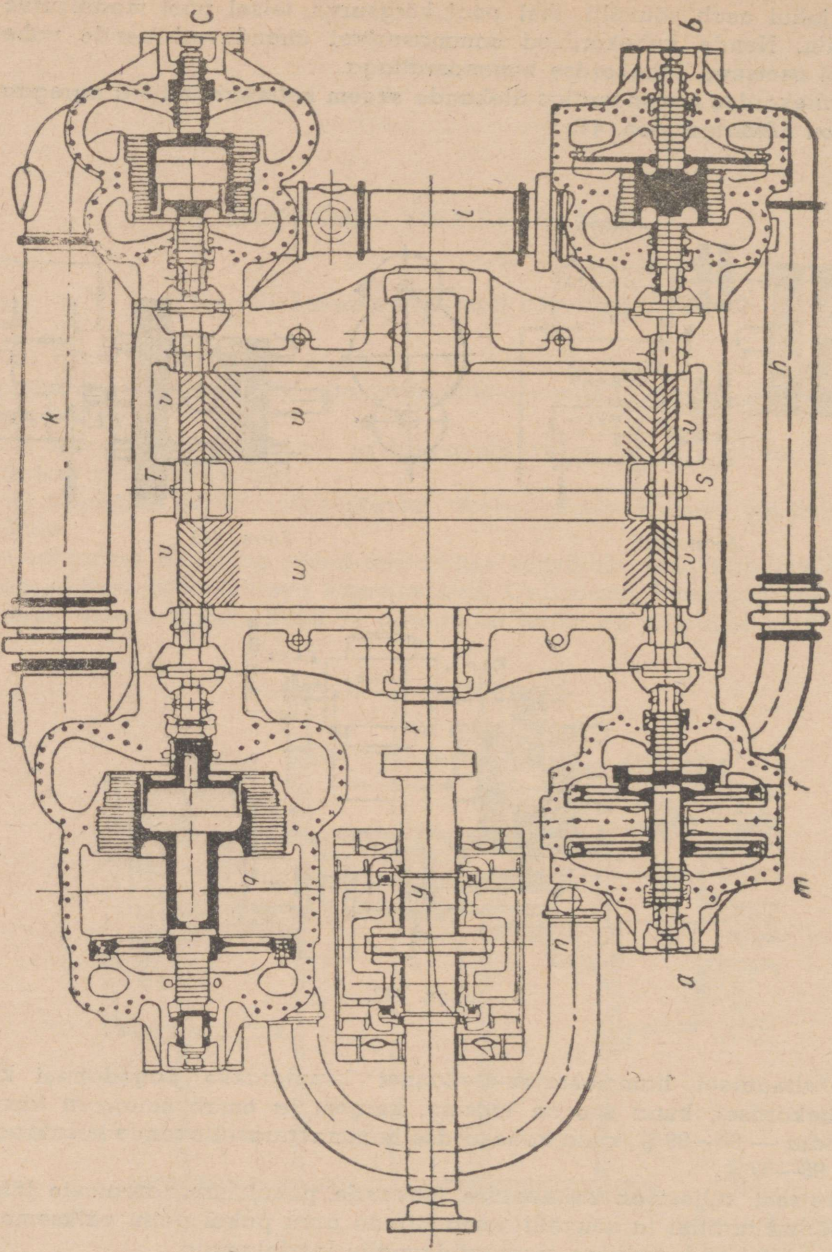
Joon. 441.



Joon. 442.

Ordinaarset hammasratas-ülekannet kasutatakse sagedamini kui kahekordset, kuna see on lihtsam, kergem ja omab suuremat kasukraadi — 98—99%, kuna kahekordse hammasratas-ülekande kasukraad on 96—97%.

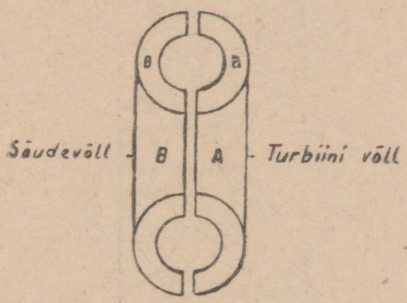
Teisest küljest on kahekordse ülekande puhul hammasrataste läbimõõdud turbiini ja sõuvõlli sama tiirude arvu puhul palju väiksemad, mille tõttu võib turbiine monteerida palju madalamale.



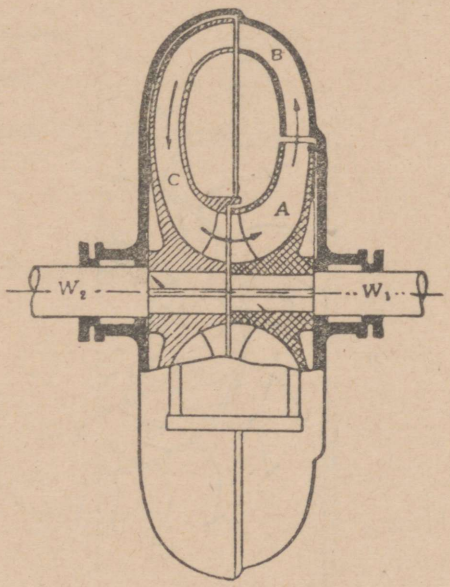
Joon. 443.

Ainult ühe turbiini töötamist sõuvõllile esineb kahekordse hammasratas-ülekande puhul harva, ainult väikese võimsuse korral. Selline seade kahekordse ülekandega on kujutatud skeemil joon. 441.

Kolmeturbiinilises agregaadis, mis koosneb kõrg-, kesk- ja madalsurveagregaadist, asetsevad kõik kolm turbiini paralleelselt sõuvõllile, ning hammasrattad, mis on asetatud turbiinide võllidele, ühenduvad üldise, sõuvõllile paigutatud hammasrattaga. Turbiinide asetuse skeem on kujutatud joon. 442.



Joon. 444.



Joon. 445.

Lõpuks neljaturbiinilises agregaadis, mis koosneb kõrgsurve-, kesksurve esimesest, kesksurve teisest ja madalsurve-turbiinist, asetsevad need sõuvõlli mõlemal poolel, kahekaupa igal turbiinivõllil.

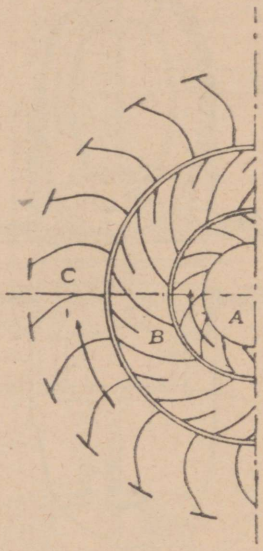
Selline neljakordse paisumisega turbiiniagregaat on kujutatud joon. 443. (a) — on kõrgsurve-turbiin, temast voolab aur mööda toru (h) kesksurve esimesse turbiini (b), edasi mööda toru (l) kesksurve teise turbiini (c) ja väljub lõpuks mööda toru (k) — madalsurve-turbiini (d). Turbiinid (a) ja (d) sisaldavad endas ka tagasikäiguturbiine.

Tagasikäigul lastakse aur esmalt tagasikäigu-kõrgsurveturbiini (m), sellest aga voolab aur mööda toru (n) tagasikäigu-madalsurveturbiini (q). Turbiinid (a) ja (b) on monteeritud ühel, turbiinid (c) ja (d) aga

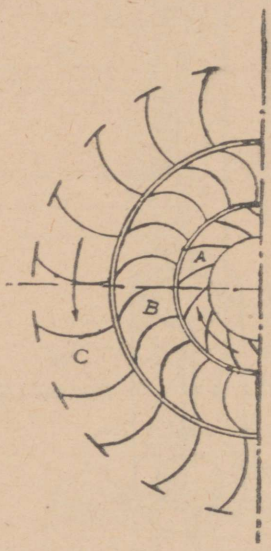
teisel võllil. Mõlema võlli keskele on asetatud hammasrattad (C); need ühenduvad kahekordse rattaga (W), mis asetseb sõuvõllil (G). Tugisurve sõuvõllilt võtab endale Michelli tugilaager (J).

b) Hüdrauliline ülekanne. See ülekanne on leiutatud ins. Föttinger'i poolt ja kannab selle nime. Selle ülekande töötamine on näidatud skemaatiliselt joon. 444.

Auruturbiini võllile on asetatud vesiratas (A) kõverjooneliste labidatega, selle vastas asub võllil aga minimaalse vaheruumiga tööratas (B), samuti kõverjooneliste labidatega, ainult vastupidise kõverusega.



Joon. 446.

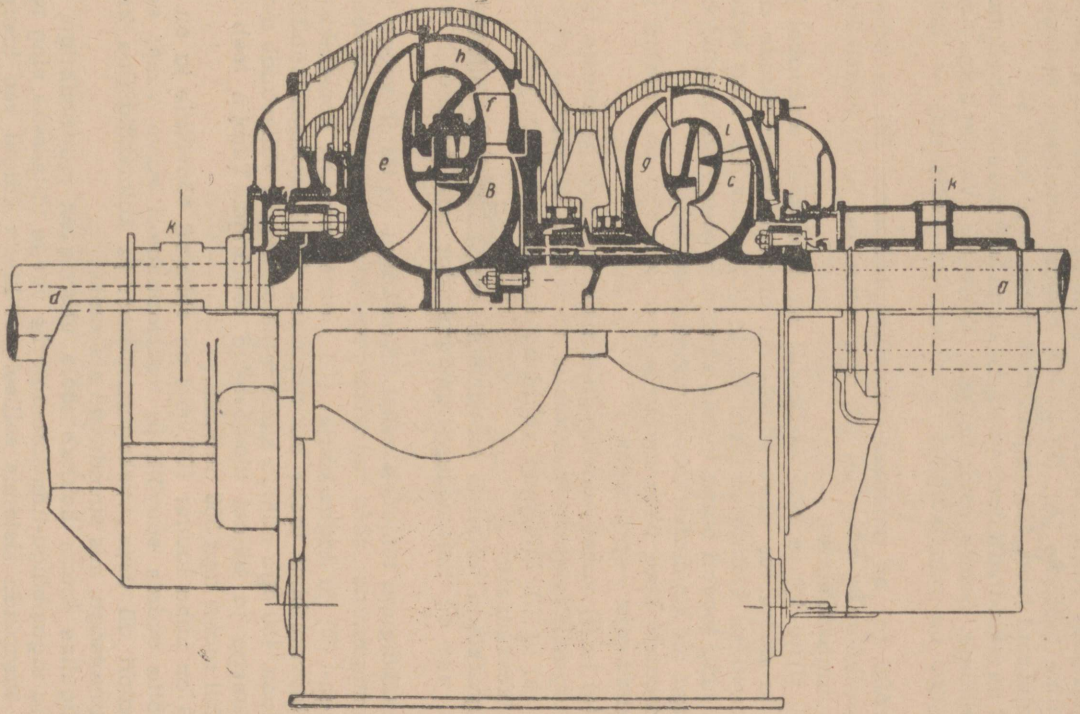


Joon. 447.

Nagu näha joon. 445, on mõlemad rattad paigutatud veega täidetud üldkesta, millesse mahutuvad veel liikumatud labidad (B). Vesi omab ringvoolu, s. o. auruturbiini pöörlemise tõttu suundub vesi teatava kiirusega ratta (A) labidailt liikumatuile labidaile (B), nendelt aga ratta (C) labidaile ja sunnib viimaseid pöörlema, ise aga (vesi) läheb ratta (C) labidailt üle ratta (A) labidaile.

Sõuvõlli tasandatud pöörlemise saavutamiseks on tiibrataste (A) ja (C) elemendid valitud sellised, et ratta (C) ja sõuvõlli (W_2) tiirude arv on 5—6 korda väiksem ratta (A) ja auruturbiini võlli (W_1) tiirude arvust.

Selleks aga, et sõuvõllil võiks muuta edasikäigu tagasikäiguks ja ümberpöördult, turbiini ühe ja sama tiirlemissuuna korral, ehitatakse



Joon. 448.

kaks hüdraulilist transformaatorit kõrvuti, üks — edasikäiguks, teine tagasikäiguks labidate vastupidise kõverusega. Edasikäigu andmiseks lülitatakse sisse edasikäigu-transformaator, tagasikäigu-transformaator aga lülitatakse välja. Tagasikäigul toimitakse ümberpöördult.

Skemaatiline labidate (A), (B) ja (C) asetus edasikäigu saavutamiseks on kujutatud joon. 446, tagasikäigu jaoks aga joon. 447.

Joon. 448 on näidatud edasi- ja tagasikäigu hüdraulilise transformaatori pikiläbilõige. Seade asub malmist üldkestas. Vasakpoolne (suur) transformaator on edasikäiguks, parempoolne (väiksem) — tagasikäiguks.

Turbiinivõllil (a) on asetatud: edasikäigu-tiibratas (B) ja tiibratas (C) — tagasikäiguks, sõuvõllil (D) aga rattad (e) ja (f) edasikäiguks ning (g) — tagasikäiguks.

Osad (e), (f) ja (g) ja kõik võllid (d) on ühendatud omavahel ühte tervikusse ja pööreldes ühes sõuvõlliga omavad sama tiirude arvu. Täpselt samuti on kinnitatud osad (B) ja (C) omavahel ning turbiinivõlliga (a) ning teevad sama tiirude arvu mis võllgi. Liikumatud osad (h) ja (i) aga on kinnitatud transformaatori keresse.

Transformaatori kere ühes mahavõetava kaanega on valatud malmist; tiibrattad aga — pronksist.

Rataste (e) ja (f) vahel edasikäigu-transformaatoris ja rataste (g) ja (C) vahel tagasikäigu-transformaatoris asetsevad liikumatud juhtimisaparaadid (h) ja (i). Mõlemad võllid hoiduvad ülal laagritest: äärmisest (k) ja keskmisest.

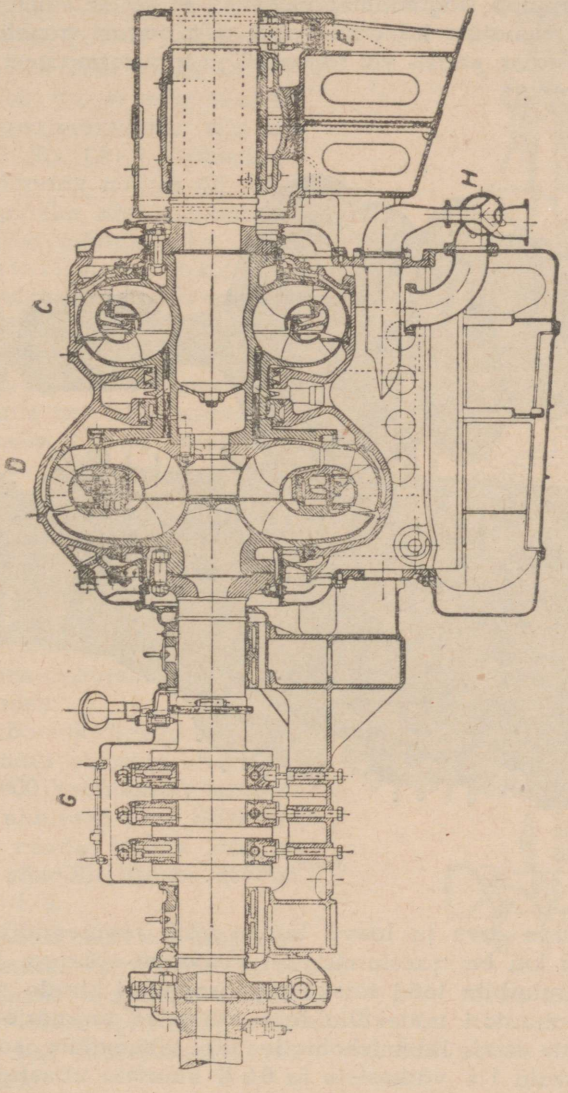
Kuna tagasikäigu võimsus moodustab vaid 70—80% edasikäigu võimsusest, siis on tagasikäigu-transformaator oma mõõdetelt väiksem.

Töös edasikäiguga tühjeneb veest tagasikäigu- ja täitub veega edasikäigu-transformaator, töös tagasikäiguga toimub see ümberpöördult.

Edasikäigu- (D) ja tagasikäigu- (C) transformaatori konstruktsioon 13 000 HJ laevaturbiini jaoks on näidatud üksikasjalises läbilõikes joon. 449, joon. 450 aga nähtub sama transformaatori välisvaade mahavõetud kaanega ja talidel ülestõstetud rootoriga. Turbiin teeb 1300 tiiru, sõuvõlli rootor aga 350 tiiru/min.

Joon. 449 on näha laager (G), mis on ehitatud sõuvõllile ja on selleks, et võtta endale sõuvõlli ja transformaatori surve vahe; edasi transformaatori all asuv veekogumissistern ja kolmekäiguline kraan (H) kahe toruotsaga, mis suunduvad sisternisse.

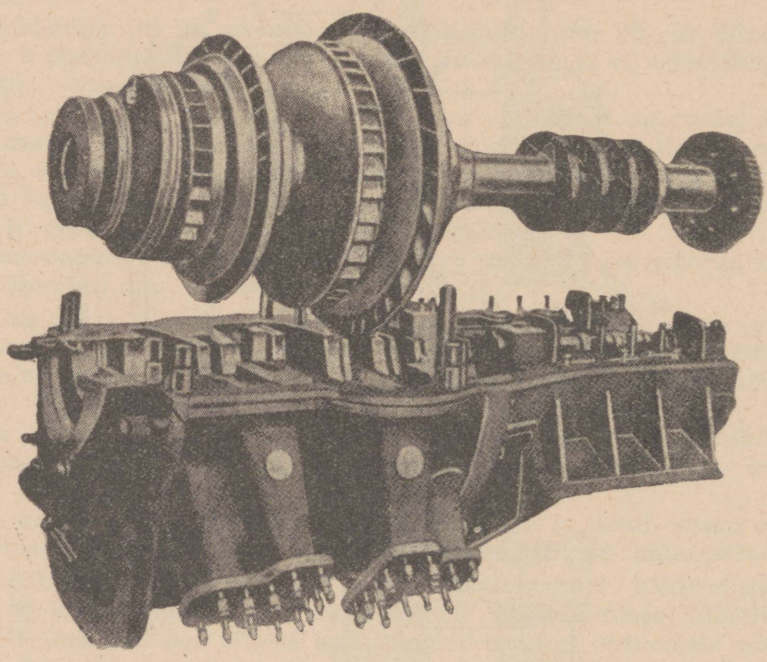
Kolmekäiguline kraan hakkab tööle üheaegselt jaotussiibriga, mis on edasi- ja tagasikäigu-transformaatorite veega täitmiseks ning reguleerib vee tasapinda sisternis selliselt, et laeva käigul vee tasapind sisternis oleks madal, nimelt alumise toruotsa ülemise ääre kõrgusel; seisul aga pumbatakse sisterni vett, ühendades kraani imitoruotsa ülemise, sisterni viiva toruotsaga.



Joon. 449.

Turbotransformaatori agregaadi juhtimiseks on:

1) auruturbiini pea-stoppventiil;
2) transformaatori jaotus-vesisiiber, käigu muutmise otstarbeks;
3) manööverpump (tagasipumpamiseks), et võida suunata vesi, mis voolab liikumatute labidate vahel alla, tagasi transformaatorisse ja ka vastava, edasi- või tagasikäigu-transformaatori kiireks täitmiseks veega.



Joon. 450.

Sõuvõlli tiirude arvu ja laeva kiirust võib reguleerida nii turbiini stoppventiiliga kui ka transformaatori veejaotus-siibriga. Viimasel juhul jätkab auruturbiin tööd täiskäigul, propelleri tiirude arv aga väheneb transformaatori mitteküllaldase täitumise tagajärjel. Vedeliku kadu pöörlevate osade läbimiskohtades läbi liikumatute osade on väike, moodustades vaid 1% väikestele ja 0,3% suurtele transformaatoritele.

Vee tagasipumpamise pump on näidatud vertikaalses läbilõikes joon. 451. Ta koosneb vertikaalsest võllist, mis saab vertikaalse liikumise ülalasuvalt, Curtis'e rattaga ja kolme kiirusastmega varustatud

auruturbiinilt. Võlli allotsale on monteeritud tsentrifugaalpump. (E) — on värske auru sisselaskmise reguleerimissiiber turbiini, (F) — töötanud aurutoru, (D) — kuultugilaager vertikaalse võlli jaoks, (C) — turbiini kiirelt töötav sulgventiil (B) — tsentrifugaalregulaator, mis mõjutab siibrit (E), (A) — tahhomeeter, (O) — õlipaak, millest õli satub väikese õlipumba abil pumbaagregaadi laagrite määrimiseks.

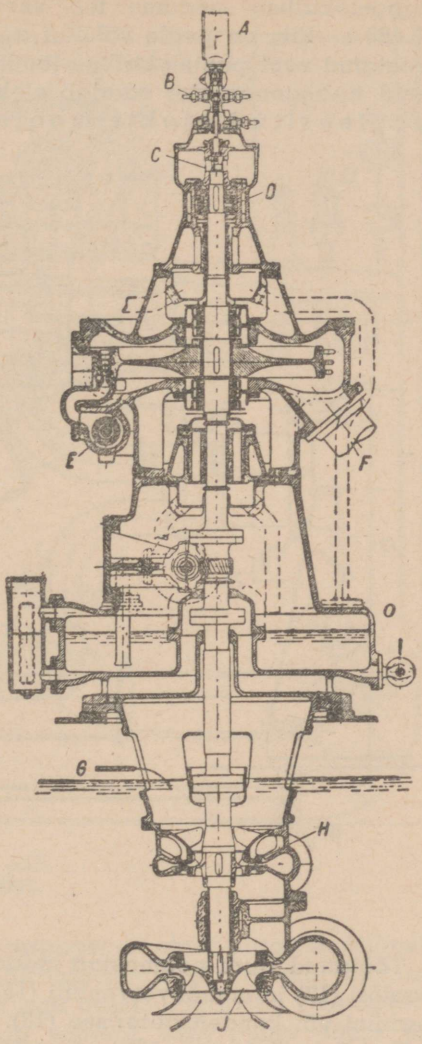
c) Elektriline ülekanne. Iga turboelektriline laevaseade koosneb turbodünamost ja elektrimootoreist, mis on monteeritud laevaahtris sõuvõllidele. Seejuures võib turbodünamote arv olla ebavõrdne elektrimootorite arvuga võllidel.

Kasutatakse kolmefaasilist voolu ja sünkroonmootoreid.

Elektrilise ülekande puhul lihtsustub seade masinaruumis tunduvalt, kuna kasutatakse vaid ühesilindrilisi auruturbiine, mis on vahetult ühendatud vooluregulaatoriga; turbiinid on statsionaarset tüüpi, nagu elektrijaamades.

Suurtes turboelektrilaevades (1933. a. Prantsusmaal ehitatud „Normandie" — 160 000 hobujõudu) turboalternaatorid ulatuvad kuni 9000 kW ja rohkem, nende tiirude arv on 3000, kuna sõuvõlli tiirude arv on kõigest 150—170.

Käigu vahetus kui ka propellerite elektrimootorite tiirude arvu muutmine toimub eranditult elektriliselt, kontrollerite abil, mida võib monteerida kas masinaruumi või komandosillale.

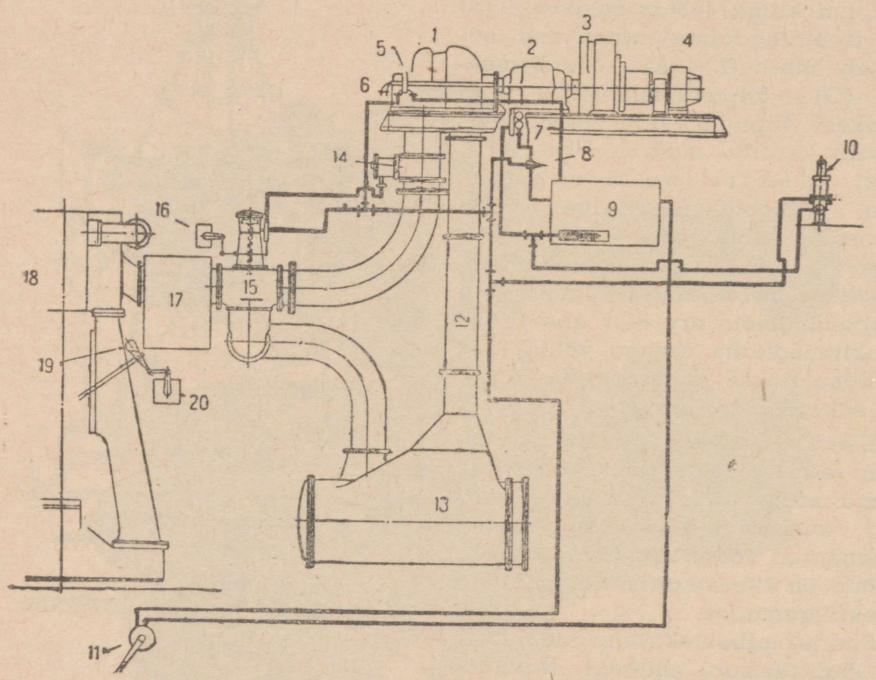


Joon. 451.

Turboelektriliste seadmete rakendus võimaldab laevale ökonoomilisi reise mitmesuguste kiirustega.

Joon. 452 ja 453 põiklõikes on näidatud ühise, aurukolbmasina ja

turboelektrilise seadme töö skeem kaubaaurikul veeväljasurvega 18 480 t. Siin on peale vahetut aurumasina jõu ülekannet propellerile teostatud veel puhtelektriline jõuülekanne, s. o. masinaruumis monteeritud turbogeneraator saadab elektrivoolu aurumasina *sõuvõllile monteeritud elektrimootorile*.



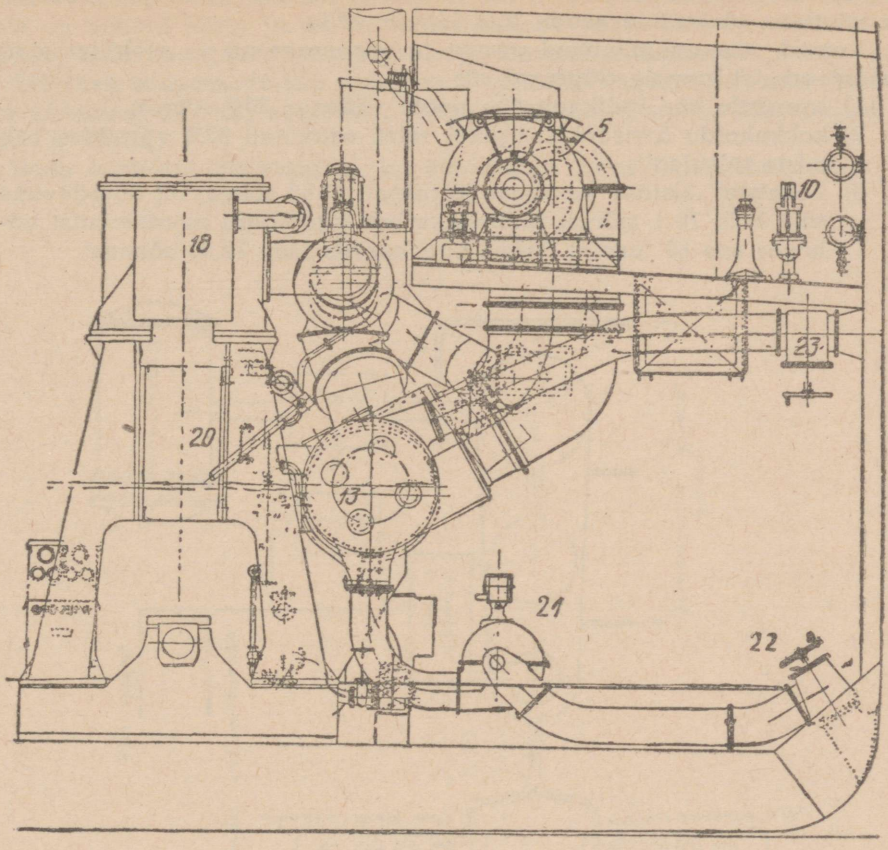
Joon. 452.

Töötanud auru peamasina madalsurve-silindrist (18) võib läbi separaatori (17) ja manööverventiili (15) lasta kas turbogeneraatori (5) auruturbiini või kondensaatorisse (13).

Turbiini tuleb auru läbi stoppventiili (14), mille abil võib turbiini kiiresti seisma panna. Generaator (3) saab pöörlemise turbiinilt hammasratas-ülekandega (2) ja elastse siduriga (ühendusmuhviga). Turbogeneraator on monteeritud masinaruumi platvormil erilises ruumis.

Elektrimootor arendab 1300 h.-j., 83 tiiruga, on reversiivne ja muudab käiku üheaegselt peamasinaga.

Kogu seadme juhtimine toimub õlisüsteemi abil, mis on näidatud joonisel 454 jämedate joontega; süsteemi on lülitatud õlireleed ja servo-



Joon. 453.

mootorid. Sama õlisüsteem on ka turbogeneraatori laagrite õlitamiseks. Õlisurvet süsteemis hoitakse turbogeneraatori töö ajal õlipumbaga (7) (joon. 452), enne käivitamist aga õlipumbaga (10). Turbogeneraatori laagreis töötanud õli jookseb sisterni, kust pump võtab õli uuesti läbi filtri.

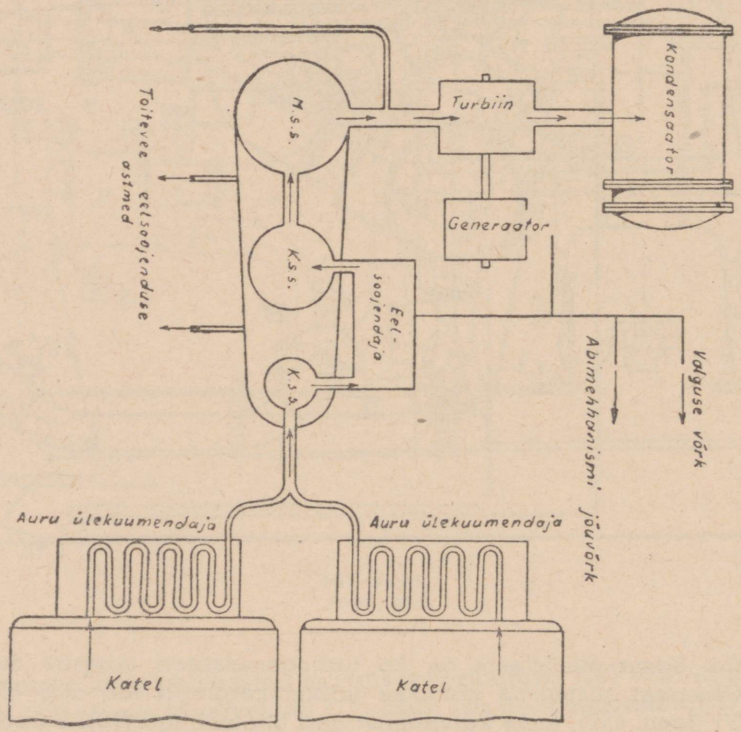
Kõikide ventiilide ja muude seadmete töö, mis on lülitatud õlisüsteemi, kestab seni, kuni õlisüsteemis hoidub alal surve; seejuures on kõik auruventiilid, mis on vajalised turbogeneraatori tööks, avatud, ja elektrilised lülitid sisse lülitatud.

Kui aga surve õlivõrgus millegipärast langeb, sulguvad õlireleede ja servomootorite poolt teeninduvad auruventiilid, mille tagajärjel kat-

kestub töötanud auru juurdevool turbiini ja aur läheb vahetult kondensaatorisse, elektriline seade aga lülitub välja.

Katsed, mis on toimunud pärast turbogeneraatori ja elektrimootori monteerimist laevale, näitavad, et:

1) aurukulu ühe indikaatorjõu peale väheneb 20% võrra;
2) kokkuhoidu kivisöekulus pikal reisil saavutati 20% võrreldes eelmiste reisidega;
3) eelmistel reisidel, keskmise kiirusega 11,63 sõlme, oli öö-päevane süte kulu 70 t, pärast turboelektrilise agregaadi monteerimist väheneb see 69 tonnini, kiirus aga kasvas kuni 12,26 sõlmeni.



Joon. 454.

Joonisel 454 on näidatud abi-turboalternaatori seade, mis töötab peamasina töötanud auruga, et kõrg- ja kesksurvesilindritest tulevat auru ülekuumendada nn. Linholmen-Motala süsteemi järgi.

Peamasina madalsurve-silindrist töötanud aur satub esmalt turbogeneraatori turbiini, milles töötanud olles väljub kondensaatorisse. Osa

elektrivoolust, mida annab generaator, läheb nn. vaheülekuumendisse, mis on seatud kõrg- ja madalsurve-silindrite vahel olevale ressiivertorule; muu vool läheb valgustusele ja abimehhanismidele.

Sel viisil ei suurenda siin turboseade võimsust sõuvõllil ja nagu seda on näidanud katsed, suurendab väga vähe masinseadme kasukraadi (3,84% võrra).

Seda süsteemi nimetatakse ka süsteemiks auru regeneratsiooniga.

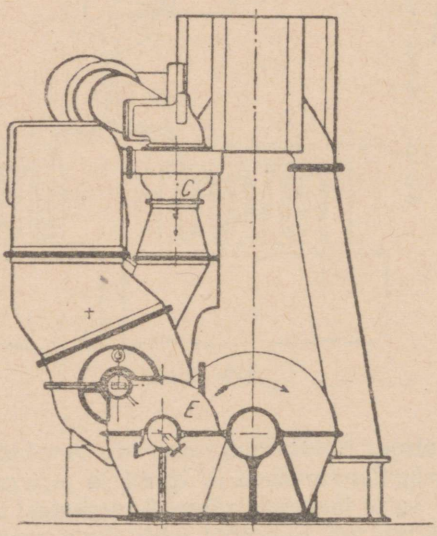
KAHEKÜMNE NELJAS PEATÜKK.

Turbiini koostöötamine kolbmasinatega.

165. Aurumasina ja auruturbiini koostöö Bauer-Wach'i süsteemi järgi.

Selle süsteemi konstruktsioon seisneb selles, et auruturbiin, mis saab töötanud auru aurumasina madalsurve-silindrist, töötab hammasrataslülekande ja hüdraulilise transformaatori kaudu aurulaeva sõuvõllile. Hüdrauliline transformaator on oma ehituselt sarnane Föttinger'i transformaatorile; viimane on sisse lülitatud aurumasina ebaühtlase pöördemomendi tasandamiseks, kuna jäik side aurumasina ja auruturbiini võlli vahel on lubamatu.

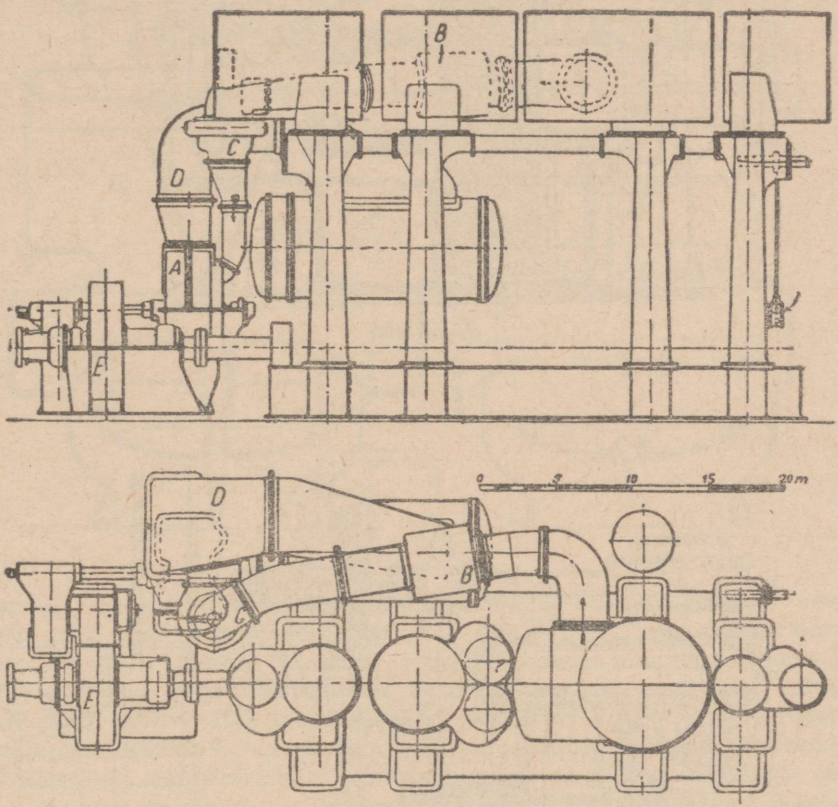
Vaatleme nüüd 8460-tonnilise kaubaauriku Bauer-Wach'i süsteemi seadet, millele monteeriti neljakordse paisumisega aurumasin, silind-



Joon. 455.

rite mõõdetega 750 mm, 406 mm ja 154 mm ning kolvikäiguga 137 mm, — joon. 455 vaates ja joon. 456 plaanis.

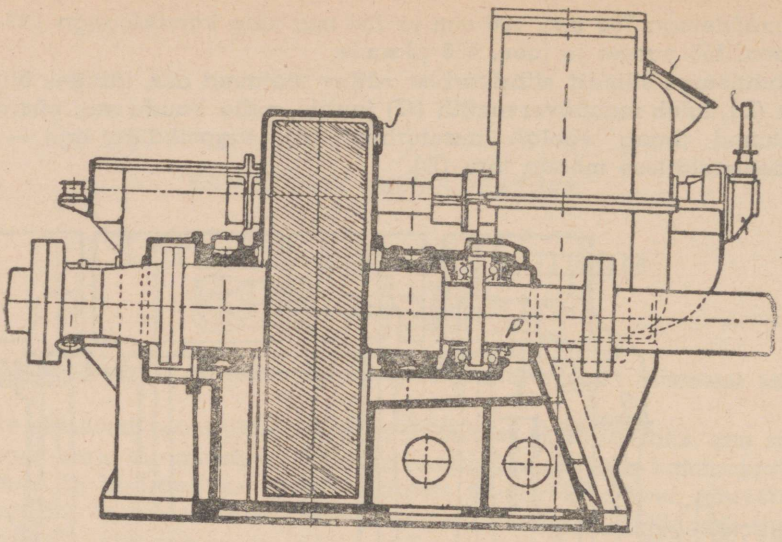
Madalsurve-silindri siibrikarbist väljuv töötanud aur, läbides õlieraldaja (D), tuleb manööverventiili (C) juurde, mille kaudu aur, püsivaksmuutunud joana voolab auruturbiini (A), tagasikäigul aga — otse kondensaatorisse mööda toru (D).



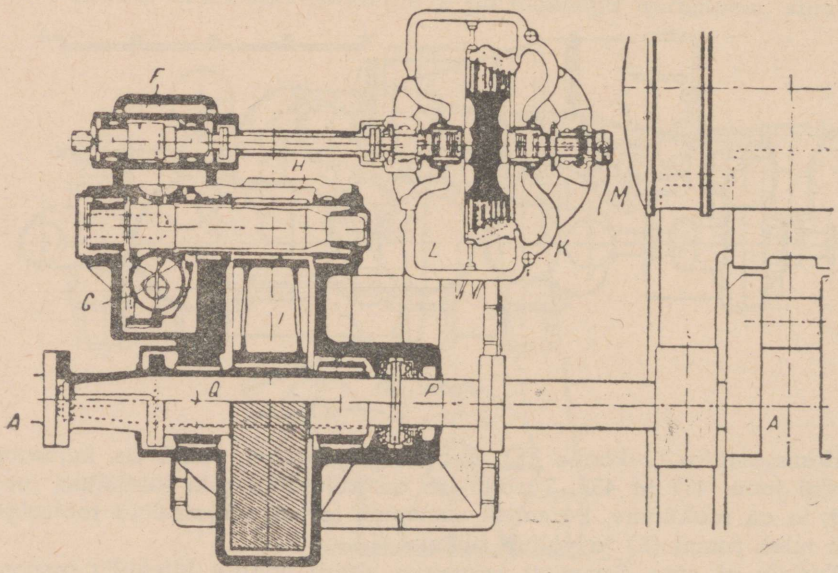
Joon. 456.

Hammasratas-ülekanne (E) turbiini ja sõuvõlli vahel on kujutatud eraldi joon. 457 ja 458. Turbiin ise on kujutatud piki läbilõikes joon. 458; ta on reaktiivne, Parsons'i süsteemi, tervelt väljataotud rootoriga; aur tuleb ruumi (K) ja väljub ruumist (L).

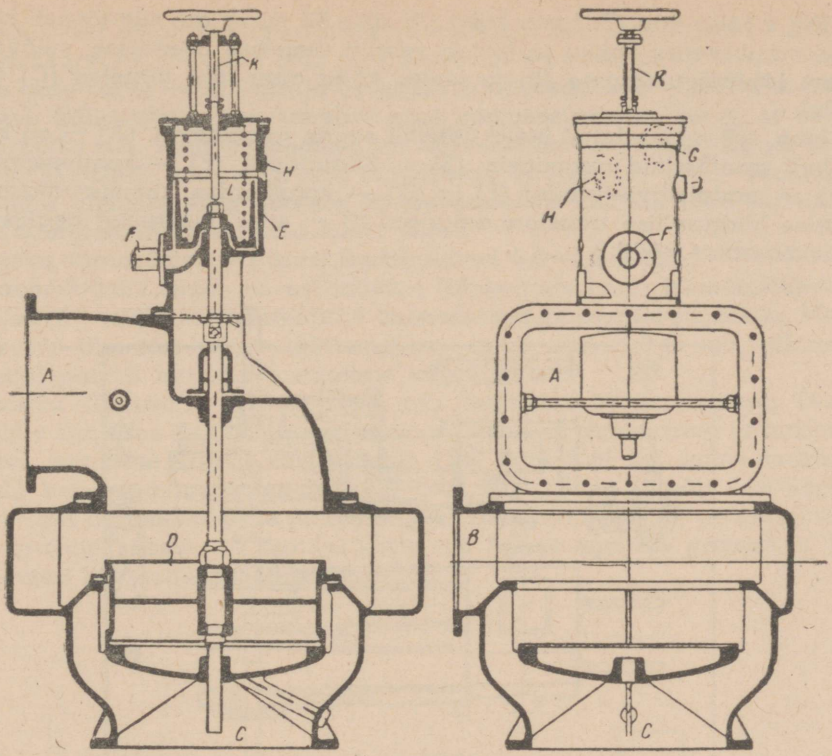
Turbiin ei oma dummist; telgsurve võtab endale Michell'i tugilaager (M). Turbiinivõlli vabale otsale on asetatud hammasratas (J), mis



Joon. 457.



Joon. 458.



Joon. 459.

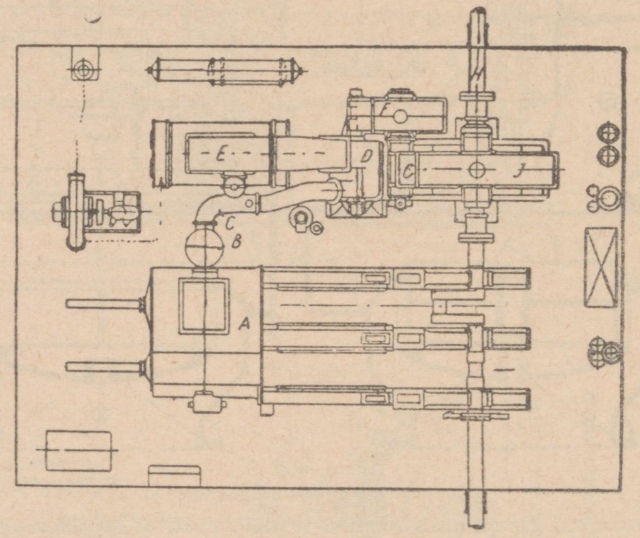
ühendub vasakul oleva hüdraulilise transformaatoriga (G): see on vesiratas, mille vastas on monteeritud teine samasugune, mis pöörab hammasratast (H); viimane ühendub sõuvõllil asuva hammasrattaga (J). Ratas (J) ei ole sõuvõllile kiilutud, vaid löökide pehmendamise mõttes asub pikal mühvil (Q), mis koosneb pikisuunas kahest osast: vasakpoolne osa asetseb koonusel kiilu peal, nagu hüdraulilises ülekandeski.

Hüdraulilise transformaatori vesiratas ajab ringi vett ja paneb sellega liikuma parempoolse vesiratta, s. t. mõlema ratta vahel teostub vee kaudu elastne side, hävitades tõuked ja löögid.

Manööverventiil on kujutatud kahes omavahel perpendikulaarses lõikes joon. 459. Ventiil (D) ise on tasakaalustatud, kahepesaline; asendis, mis on kujutatud joonisel, on ventiil (D) alla lastud, töötanud aur masinast tuleb sisse toruotsast (A) ja väljub toruotsast (B) kondensaatorisse. Ventiilivars läheb ülespoole, läbib topendi, mis on ehitatud ventiili karbisse, ning väljub õliservomootori silindrisse (H), kus varrele on paigutatud kolb (E), mis on koormatud ülaltpoolt vedruga (L).

Kui mööda toru (F) lasta kolvi (H) alla õli surve all, siis tõuseb kolb (E), surub vedru kokku ja tõstab ventiili ülemisse asendisse, sulgedes auru läbikäigu torusse (B) ja lastes välja auru läbi toruotsa (C) turbiini.

Joon. 460 on näidatud Bauer-Wach'i seade rataslaeval. (A) — on kallakuti monteeritud aurumasin, (B) — õlieraldaja, (E) — kondensaator, (D) — madalsurve-turbiin; (F) ja (G) — kahekordne hammasratasülekanne hüdraulilise transformaatoriga, (J) — suur, ülekannet aeglustav hammasratas võllil.



Joon. 460.

Bauer-Wach'i süsteemi paremused, võrreldes hariliku aurulaeva masinaga, seisnevad madalsurve-silindri seinte termilise mõju vähendamises ja ka ühtlasema pöördemomendi saavutamises.

Nii näiteks osutus aurulaeval „Antonio Delfino" pöördemomendi suurim hälbimine keskmisest enne masinaseadme ümberehitamist Bauer-Wach'i süsteemi järgi 62%, pärast ümberehitamist aga 25%; seadme võimsus kasvas 38%, auru kulu aga vähenes 22% võrra. Auru lisakulu kondensaatorit teenindavate pumpade peale oli umbes 3%.

Bauer-Wach'i süsteemi järgi ehitatud seade on seda ökonoomsem, mida kõrgem on surve paisumise lõpul masina madalsurve-silindris, ja mida suurem tühjus saavutati kondensaatoris pärast ümberehitamist.

Bauer-Wach'i süsteemis saavutatav seadme võimsuse suurenemine tuleb töötanud auru energia ärakasutamisest, kuna masina madalsurve-

silindris aur omab suuremat survet ja suuremat soojusesisaldust kui aur kondensaatoris. Näiteks: olgu masinasse tuleva auru surve 20 ata, väljuva auru surve — 0,25 ata ja hõrendus kondensaatoris — 0,04 ata. Siis leiame küllastatud auru tabelist auru soojusesisalduse järgi, et soojuse hulk, mis jääb masinasse, on 668—624,6=43,4 kalorit/kg ja turbiini 624—608,3 kalorit/kg, mis moodustab soojuselisa 37%. Muidugi on auru niiskuse ning soojuse ja mehaaniliste kadude tõttu turbiinis võit energias väiksem, kuid siiski tõhus.

Laeva kiirus kasvas pärast ümberehitust 0,8—1,2 sõlme.

Bauer-Wach'i seade on rakendatud Nõukogude Liidu külmutuslaeval „Dnjestril", millel on monteeritud kolmekordse paisumisega masin. Madalsurve-silindrist väljuv töötanud aur omab survet 0,45 ata; läbides turbiini paisub aur kondensaatoris kuni 0,05 ata.

Auriku „Dnjestr'i" katsetamised, mis korraldati Meretranspordi Teadusliku Uurimise Keskinstituudi poolt, näitasid, et aurumasina ja turbiini üldise võimsuse kõrval, mis muutus 1540 kuni 2286 HJ, kulus turbiini peale kogu seadme võimsusest 19 kuni 25%, ja et tooröli (masuudi) kulu vaid aurumasina töö juures oli ühe indikaatorilise HJ peale tunnis 399 grammi, masina ja turbiini ühise töö juures aga 343 grammi, s. o. saavutati kütteaine ökonoomiat 16,3%.

KAHEKÜMNE VIIES PEATÜKK.

166. Auruturbiinide ekspluateerimine.

a) Turbiinide ettevalmistamine tööks. Enne turbiinide soojendamist ja käivitamist peab: 1) üle vaatama kogu auruturbiini ja kondensaatori seadme ning veenduma, et see on täiesti korras.

2) Kontrollima mõõduriistade abil, mis on kirjeldatud allpool, esmalt külmas, siis aga pärast turbiini soojenemist kuumas seisukorras aksiaalsed ja radiaalsed vaheruumid (mänguruumid) turbiini rootoris, hammasratas-ülekandes ja tugilaagreis;

3) õlitama tahhomeetri, kaitseregulaatori ja tema liigendid, kontrollima kaitseregulaatori ja kiirestiliikuvad ventiilid, nende varte tõstmisega käsitsi;

4) kontrollima õli hulka, survet ja õli kulu sisemides; kontrollima õli puhtust, kas selles ei sisaldu vett, lastes välja õlipaakidest viimase;

5) kontrollima ja asetama töökorda õlipumba, avades stoppventiili õlitorustikul, mis tuleb õlipaagist; veenduma kontrollkraanide abil, kas õli satub ka kõigisse määritavatesse kohtadesse;

6) avama kõik auruturbiini läbipuhukraanid, laskma auru tihenduskarpidesse.

b) Auruturbiinide soojendamine. Soojendamiseks lastakse auru esmalt turbiini mööda erilist, väikese läbimõõduga eraldusventiilidega torustikku; seejuures peab võllipööramismasin olema ühendatud turbiiniga.

Selle soojendamise ajal pööratakse turbiini võllipööramismasina abil, umbes 4—5 tiiru minutis, jälgides seejuures, et auru sissepääs turbiini läbi peaventiilide oleks suletud.

Edaspidine turbiini soojendamine toimub võllipööramismasina välja lülitades, kontrollides, kas see on täiesti väljalülitatud asendis, ning vähehaaval avatakse kõige lühemaks ajaks edasi- ja tagasikäigu manööverventiilid, et rootor teeks paarsada tiiru (hammasratas-ülekande puhul) nii edasi- kui ka tagasikäigul.

Seda rootori pööramist peab algama kohe pärast auru sisselaskmist tihenduskarpidesse, et rootor ei kõverduks ühekülgsel soojenemisel.

Soojenemisel avatakse kergelt kõik eraldus- ja ülelaskeventiilid, et aur võiks joosta läbi kõigist aurutorustikest ja turbiinidest, kõrgsurveturbiinist kuni kondensaatorini.

Proovitiire võib turbiinile anda vaid pärast turbiini kõigi radiaalsete ja aksiaalsete vaheruumide mõõtmist turbiini kuumas seisukorras ning veendudes, et need vaheruumid kuski ei ületa lubatavaid suurusi, samuti peale õlipumpade käivitamist.

Turbiinide soojendamise vältel peab kondensaatoris hoidma väga väikest tühjust — 50 kuni 75 mm elavhõbeda sambast, mis otstarbeks õhupumbad peavad töötama väikese käiguga.

Kui turbiini soojendamisel hoida kondensaatoris kõrget tühjust, siis esiteks on turbiin läbipuhukohis palju külmem kui muudes osades ja turbiini silindri soojuseline paisumine osutub ebaühtlaseks; teiseks, kõrge tühjuse puhul võib soojendusaur turbiini pöörata enneaegselt.

Soojendada tuleb seni, kuni madalsurve-turbiini horisontaalsed äärikud turbiini auru väljalaske osal täielikult soojenevad. Nende soojenemisaste määratakse kindlaks käega katsumisel (käsi talub puutumisel kuumust). Selline soojenemisaste saavutatakse harilikult umbes kahe tunni järele, olenedes turbiini suurusest.

Turbiini soojendamisel on eriti tähtis hoolitseda selle eest, et ükski turbiini osa ei soojeneks tugevamini, kui ta soojeneb töö ajal, mis võib juhtuda tagasikäigu-turbiiniga, kui kondensaatoris ei hoita alal küllalt kõrget tühjust.

Turbiinide soojendamise ajal suunatakse töötanud aur õhu-, õli- ja tsirkulatsioonpumpadelt abijahutajasse, viies selle üle peakondensaatorile enne turbiinide käikulaskmist.

Kõige ohtlikum on turbiini soojendamine ilma selle küllaldase pööramiseta, kuna sel juhul tekib soojendamisest turbiini ühekülgne paisumine.

Peaturbiinide ettevalmistamisega ühel ajal peab toimuma abimehhanismide ettevalmistus tööks samal viisil nagu laeva kolbmasinategi puhul: valmistatakse tööks ette ja proovitakse roolimasinat, peli, vintse, masinatelegraafi jne.

c. Turbiinide proov.

Samuti nagu aurumasinaski, peab enne reisi veenduma, kas turbiinid töötavad täiesti korralikult nii edasi- kui ka tagasikäigul.

Enne turbiini käivitamist peab veenduma, et võllipööramisseade on välja lülitatud; tsirkulatsioon-, õhu- ja kondensaatpumbad peavad töötama täiskäigul; kõik läbipuhukraanid ja ventiilid turbiinidel peavad olema avatud.

Turbiin lastakse käiku manööverventiili aeglase avamisega edasi- või tagasikäigule.

Manööverventiilid peab nii käimalaskmisel kui ka käigu muutmisel avama väga ettevaatlikult, kuna juba käsiratta väheldane pööramine tekitab tiirude arvu suurt juurdekasvu, mis omakorda tekitab labidais suuri, kahjulikke pingeid.

d. Manööverdamine ja tiirude arvu lisamine kuni täiskäiguni.

Nagu juba nägime mitmesuguste turbiinseadmete kirjeldamisel, toimub vahelduv edasi- ja tagasikäigu andmine manööverventiilidega ja et manööverdamisel võivad mitte kõik agregaadi turbiinid töötada, kui sellised on olemas. Sellistel käiguvahetustel peab silmas pidama järgmist:

1. Kõik torud ja ventiilid, mis on vajalikud manööverdamisel, peavad olema avatud töötavatel turbiinidel ja suletud mittetöötavatel.
2. Töötavatel turbiinidel peab olema normaalne auru juurdevool tihenduskarpidesse ning normaalne ja garanteeritud õlisurve laagreis.
3. Töö algul, kuni aur on niiske ja sisaldab vett, peab kõigil töötavail ventiilidel, aurutorustikel ja turbiinidel olema avatud läbipuhe.
4. Mittetöötavail aurutorustikel ja turbiinidel peab läbipuhe olema avatud.

Kui manööverdamine on lõppenud ja töötavad ainult teatavad turbiinid (edasikäigu-turbiinid), suletakse kõik mittevajalised ventiilid, tõstetakse tühjus kondensaatoris suurima kõrguseni, sundides töötama tsirkulatsioon-, kondensaat- ja õhupumpi täiel käigul, ning tõstetakse samuti õlisurvet täissurveni.

Nagu juba mainitud, peab käigu lisamisel täiskäiguni manööverventiili käsiratast keerama ettevaatlikult ja aeglaselt, jälgides tahhomeetri ja manomeetri näidet, kuna muidu võib ühes auruga sattunud vee löögist juhtuda turbiinilabidate avarii.

Nagu aurumasinategi puhul, peab katlaruumi õigeaegselt teatama käigu juurdelisamisest täiskäiguni, et kütjad võiksid suurendada tulesid ja aurutekitamist ning et ei tekiks aurusurve langemist.

Turbiinide järelevalve käigul.

Turbiinide järelevalve käigul seisneb:

1) vajalise tiirude arvu alalhoidmises;
2) määrdeõli vajalise surve ja temperatuuri alalhoidmises;
3) tihenduskarpide ja tihendusauru surve jälgimises;
4) turbiinide kõikide manomeetrite ja termomeetrite jälgimises;
5) turbiinide rahulise ja mürata töö jälgimises;
6) kondensaatori ja seda teenindavate pumpade jälgimises.

Turbiinide vastavat tiirude arvu jälgitakse tahhomeetri järgi, reguleerides turbiinide tiirlemiskiirust käsitsi ja manööverventiilidega ning

jälgides sidet tiirude arvu ja aurusurve vahel manomeetri järgi. Aurusurve ja tiirude arvu suure languse puhul kontrollitakse aurukatelde tööd ning võetakse käsile abinõud aurusurve tõstmiseks kuni normaalseni, kooskõlas harilike laevakatelde käsitamis-reeglitega.

Turbiinide laagrite juurde tuleva õli survet peab hoolsalt ja täpselt reguleerima ventiili ja manomeetri abil, mis on monteeritud õlijuurdevoolutorul. Õli surve tugilaagreis peab olema umbes 1 atmosfäär, kandelaagreis aga 3—4 atm. manomeetri järgi.

Aeg-ajalt peab kontrollima õlivoolu kande- ja tugilaagrite juurde, samuti õli temperatuuri, jälgides, et termomeetri kerake oleks täielikult õlisse kastetud.

Laagreist väljuva õli normaalseks temperatuuriks peab lugema 45—50° C. Kõrgemas temperatuuris hakkavad laagrid soojenema, madalamas temperatuuris aga õli paksenema.

Laagrid peavad olema vahimehaanikute erilise ja hoolsa jälgimise objektiks, kuna õli puudus või selle juurdevoolu lakkamine laagreile võib põhjustada nende sulamist, rootori vajumist ja turbiini avariid. Seepärast peab turbiini laagrite kuumenemisel viibimata seisma panema.

Nägime ka juba, et uusimail turbiinidel on kaitseregulaator ehitatud selliselt, et õli juurdevoolu katkemisel laagreisse regulaator paneb automaatselt turbiini seisma. Hammasratas-ülekannete juures peab samuti jälgima, et õli antaks neile ühetasaselt ja külialdasel hulgal kõikidesse määrdekohtadesse, et kõik õlidüüsid töötaksid korralikult; aeg-ajalt peab nende avasid puhastama.

Õlisse, mis tsirkuleerib läbi turbiini laagrite, võib sattuda mage või soolane vesi: mage vesi tuleb turbiinide tihenduskarpidest, soolane aga — õlijahutaja lekkivaist torudest.

Mageda vee sattumine õlisse ei tee erilist kahju, kui õli on head sorti, õlisisternis seismisel selgunud vee võib välja lasta.

Mõned õlisordid aga muutuvad veega segunemisel emulsiooniks — paksuks taignasarnaseks massiks, mis korgistab õlitorustikud; sellised õlisordid on turbiinidele kõlbmatud.

Soolase vee lisa õlile mõjub kahjustavalt laagrite valgemetallile ja tekitab võllide roostetumist, mille tõttu peab järelevalve õlijahutajate üle olema väga hoolas, et nende torud ei lekiks.

Aeg-ajalt kontrollitakse õli tasapinda surve- ja üldsisternides. Edasi peab jälgima filtreerivate pindade õigeajalist puhastamist õlifiltreis ning uurima veesisaldust õlis.

Tihenduskarpidel monteeritud manomeetrid peavad näitama umbes 0,1 atm. ning nende signaalitorudest peab väljuma kerget auru.

Ebatasast käiku ja ebaharilikku kloppimist (kolinat) turbiinis või hammasratasülekandes peab kohe uurima ning vajaduse korral turbiini või kogu turbiiniagregaadi seisma panema.

Kui kaitseventiil turbiinil hakkab auru läbi laskma, siis katkestatakse auru sisselaskmine ning uuritakse äkilise surve tõusu põhjusi.

Lõpuks seisneb kondensaatori järelevalve, nagu aurumasinatega laevadeski, selles, et nad annaksid head tühjust ega soojeneks. Abinõud selle saavutamiseks ja kondensaatori halva töötamise põhjused on samad mis laeva aurumasinatelgi.

Suurima käigu andmiseks omab suurem osa turbiine, nende seas Parsons'i omad, ülelaske-ventiile või baipasse (bypassid), millede kaudu lastakse värske aur kõrgsurve-turbiini vaheastmeisse.

Kui turbiinid töötavad pikemat aega edasikäigul, siis jahtuvad tagasikäigu-turbiinid; seepärast peab viimaseid enne laeva seisuletulekut aegsasti soojendama.

f. Turbiini seismapanemine.

Turbiini seiskamise eel peab aegsasti (pool tundi enne seda) hoiatama kütjaid, et nad vähendaksid põlemist, mis omab erilist tähtsust kivisöekütte korral, sest muidu seiskamisest tõuseb auru surve ja ületab normaalse.

Seiskamisel suletakse auru vool turbiini ja avatakse kohe läbipuhe.

Kui turbiinid pannakse seisma pikemaks ajaks, seejuures aga on antud käsk hoida neid auru all, avatakse turbiini soojendamisventiilid ja nende läbipuhe, vähendades seejuures tsirkulatsioon- ja õhupumpade käiku.

Pärast turbiini seiskamist peab sulgema surveõlisisterni torustikul oleva kraani, et õli ei voolaks sellest üle üldisse õlisisterni.

Kui turbiine pole enam vaja, suletakse aur tihenduskarpidesse. Selleks et kuivatada turbiinid nende enese soojusega, lastakse õhu- ja tsirkulatsioonpumbad töötada veel umbes tund aega väikesel käigul. Sel juhul tõmbub mitte ainult aur, vaid ka niiske õhk turbiinist välja, sellesse aga tuleb kuum, kuiv õhk.

Vee väljalaskmiseks Parsons'i turbiinide õõnsaist trumleist tehakse neisse avad, millede asend märgitakse kriipsudega turbiini äärikul või võlli otsal.

Turbiini seiskamisel kauemaks ajaks keeratakse turbiini rootor nende kriipsude järgi selliselt, et ülalmainitud avad oleksid allpool ja vesi, mis on tekkinud kondenseerunud aurust, jookseks läbi aukude turbiini silindrisse ja edasi läbi läbipuhukraanide.

g. Mittetöötavate turbiinide kofrashoid.

Seisul peab turbiine iga päev võllipööramisseadme abil mõne tiiru võrra pöörama.

Seejuures, kui auru on olemas, on soovitav õli- ja õhupumpi käivitada kord nädalas, väikesel käigul.

Õlisüsteemis tsirkuleeruv õli viib sel juhul kaasa kõik õli-klombid, rooste, veelisandid jne.

Õhupumpade käivitamise tagajärjel imetakse niiske õhk turbiinist välja, turbiini aga imetakse läbi tihenduskarpide kuiva välisõhku, mis vähendab turbiini sisemist roostetumist.

Tühjuse (vaakuumi) võib seejuures hoida umbes 250 mm elavhõbedasammast.

Edasi peab perioodiliselt kontrollima turbiini radiaalseid ja aksiaal-,seid vaheruume, kontrollima kaitseregulaatorit ja toimima kõikide selle mehhanismi osade järelevaatust ja puhastamist; kohalt nihutama ja kontrollima auruventiilid ning kontrollima õli omadust (headust), lisades sellele värsket õli või asendama vana õli uuega, kontrollima õlijahutajat ja kõiki turbiini kontrollmõõtmise seadeldisi.

Õlisisternidest peab vee välja laskma.

Pikemaajalisi seismisi peab ära kasutama kondensaatorite kontrollimiseks ja nende korratuste kõrvaldamiseks.

h. Kondensaatorite korrashoid.

Kondensaator peab võimaldama hoida kõrget tühjust; peale selle ei tohi olla lekkimist torudes, mis põhjustab soolsuse suurenemist kateldes, mis on lubamatu nähtus veetorukateldes.

Lekkimise korral peab kõigepealt tegema kindlaks, millises kondensaatoris see toimub. Seda võib teha ka käigul, pannes seisma turbiinid, mis on ühendatud selle kondensaatoriga, ning jättes töösse tsirkulatsioonpumba. Siis, avades kondensaatori alumise aururuumi vaateluugi kaane, võib kohe kindlaks teha, kas torud lekivad ja kuivõrd tugev on lekkimine.

Kondensaatorite torude lekkimise leidmine toimub seisul samal viisil nagu aurumasinategi puhul, nimelt kallates vähehaaval vett kondensaatori aururuumi.

Kui kondensaator asub turbiini all, siis ei tekita see raskusi, kui aga turbiini töötanud aurutoru on ühendatud kondensaatorile küljelt, siis tuleb selle ja kondensaatori vahele panna lehtrauast kaas (pimeäärik) ühes kummist vahelehega, et vesi ei satuks turbiini.

Et kondensaatori aururuumi ei satuks seejuures mustust ega kõrvalisi esemeid, peab vee kallama läbi filtermiide.

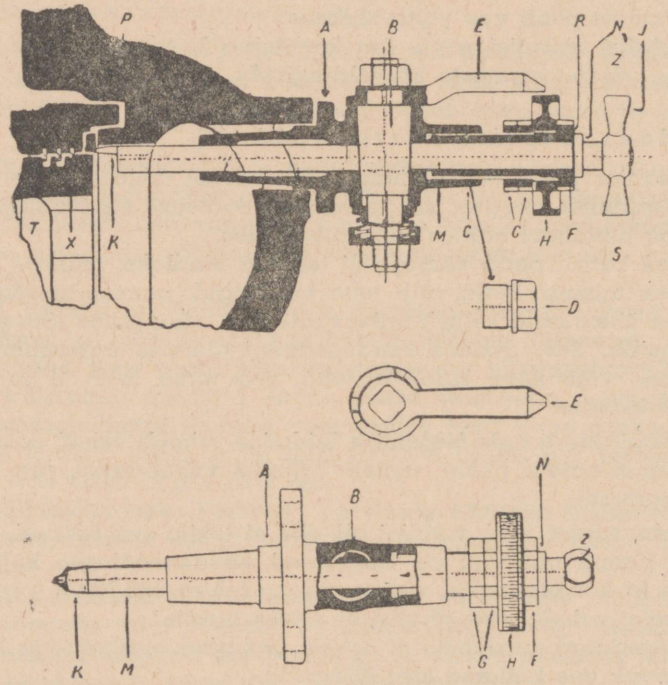
Turbiinide pikaajalistel seisudel peavad turbiinide kondensaatorid olema veest täiesti tühjad, kõik torustike klapid ja klinketid olema täiesti suletud, et aur ei tungiks turbiinidesse.

Kondensaatorite ja turbiinide sisemine järelevaatus ei tohi toimuda enne, kui need on küllaldaselt tuulutatud; samuti ei pea nende juurde tooma lahtist tuld, kuna turbiinis või kondensaatoris võib sisalduda mürgiseid või plahvatavaid gaase. Öeldu puutub ka hammasrattakarpi-

desse, kuna nende sisemus võib olla täidetud küllastatud õliauruga. Kui käigul on avatud mõni hammasrattakarbi vaateluukidest, siis ei tohi sellele samal põhjusel lahtise tulega läheneda.

i. Mõõduriistad turbiini rootori aksiaalsete ja radiaalsete vaheruumide mõõtmiseks.

Selleks et vältida aksiaalsete ja radiaalsete vaheruumide muutumist labidais, mis võib põhjustada ohtliku labidate rikke, kui need hakkavad puudutama üksteist või silindri seinu, tuleb kontrollida neid vaheruume mitte ainult lahtivõetud, vaid ka kinnisel turbiinil selle töötamisel.



Joon. 461.

Selleks on erilised mõõduriistad, mille ehitus on mitmesugune.

Joon. 461 on näidatud mõõduriist (mikromeetriline kruvi), mille abil võib täpselt kindlaks teha turbiini rootori pikiasendi.

Mõõduriist koosneb pronkskerest kraaniga (B) ja telgkanaliga, millesse pistetakse kalibreeritud mõõduvarras (M).

Seade kinnitub äärikuga (A) horisontaalses asendis turbiini edeotsa külge.

Seadme mittetöötamise korral, kraan (B) olles suletud eraldab seadme turbiini siseruumist, milles asub aur; lõikega varustatud ossa (C) aga keeratakse peale selle veel kork (D).

Mõõtmine seisneb selles, et määratakse kindlaks vaheruum turbiini parempoolsesse liikumatusse ossa kinnitatud plaadi ääre ja trumli (rootori) (T) parempoolse otsa vahel. Selleks otstarbeks peab mõõduvarras tema otsas oleva keelega (K) esmalt puudutama plaati (P), mis on võimalik ainult siis, kui märk (Z) (silinder) varda käepidemel (J) on kõige ülemises asendis; siis aga pööratakse varrast 180° võrra, nii et ülal osutuks märk (S) (spindel ehk varras), — ja puudutatakse varda keelega rootorit.

Seadme kasutamiseks keeratakse välja avast (C) kork (D) ja sisse muhv (F) mõõtmisvardaga (M), mõõtmisrattaga (H), mis asetseb muhvil, ja mutriga ning kontramutriga (G), mis keeratakse muhvile.

Pöörates varda käepidet (J) märgiga (Z) ülespoole, tuuakse esmalt varras kokkupuutesse kraani korgiga; siis keeratakse käepidet (E) avades kraan, mille järel lükatakse mõõduvarras ettevaatlikult turbiini läbi ava kraani korgis, seni kui varda keel puudutab plaati (P). Varda selles asendis peab muhv (F) olema seadmesse niivõrd sisse keeratud, et ta puudutaks varda treitud seibi (N) ja et kohal, mis on märgitud joonisel tähega (R), ei oleks mingit vaheruumi. Siis vabastatakse mõlemad mutrid (G), ning mõõduratast (H) pööratakse sedavõrd, et tema null-jaotus langeks ühte pidemel (E) oleva kriipsuga, mille järel mõlemad mutrid kinnitatakse uuesti.

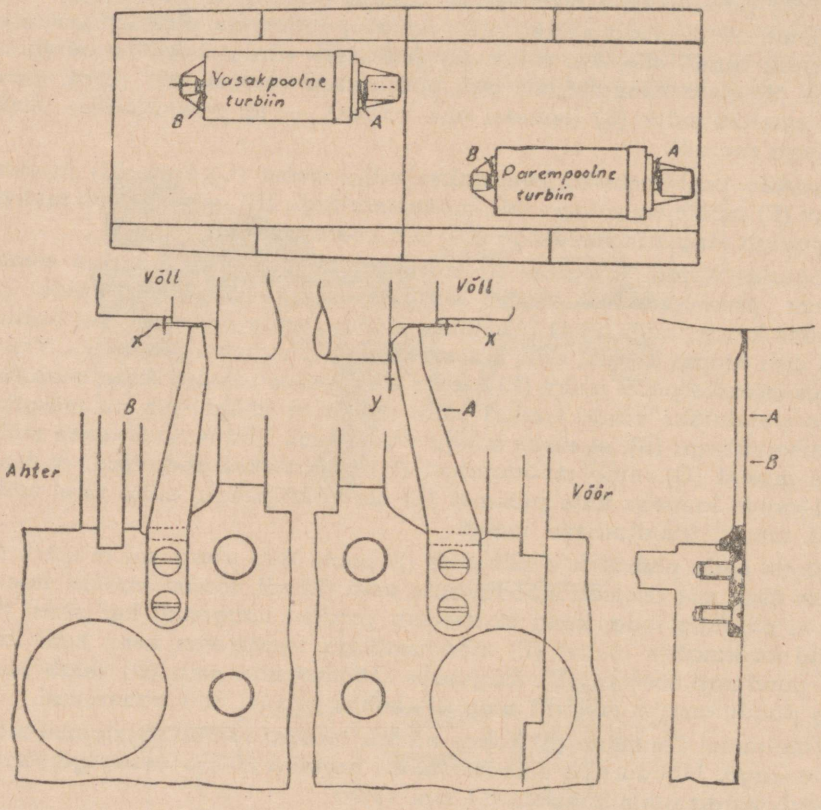
Pärast seda pööratakse käepidet (J) poole tiiru võrra, nii et märk (S) oleks ülal; siis asetseb mõõduvarda keel (K) all, rootori vastas. Rootor (T) ei puuduta teda, kuna ta asetseb vardast kaugemal kui plaat (P). Nüüd keeratakse muhvi (F) mõõdurattaga seadmesse seni, kuni keel (K) puudutab rootorit (T), kusjuures mõõduvarda seib (N) peab kogu aeg puudutama muhvi (F) ning (R) kohas ei tohi olla vaheruumi.

Vaheruumi ilmumine (R) kohas näitab turbiini rootori puutumist mõõduvardaga. Mõõduratta ümbermõõt on jagatud 20-sse ossa, iga jaotus vastab varda pikinihutusele 0,1 mm võrra.

Märkides ratta jaotuse, mis asub käepideme (E) vastas vaheruumi ilmumisel (R) kohas, määrame kindlaks kauguse plaadi (P) parempoolse ääre ja trumli T vahel. Saavutatud suurust peab võrdlema vabriku andmetega ja selle aksiaalkaugusega (P) ja (T) vahel, mida saavutatakse nulliga võrduva vaheruumi korral dummise aksiaaltihendis.

Kui aktsiaalne vaheruum dummises on tõusnud ohtliku suuruseni, nihutatakse rootorit pikisuunas seadme abil, mis on ehitatud selleks tugilaagrile.

Rootori pikiasendi kontrollimiseks kasutatakse vahel ka sõrmnäitajaid, mis on monteeritud laagrite külge nende lahtivõtmise pinnas ning kujutatud joon. 462, mahavõetud turbiinilaagri kaante juures. Edelaagri juures asetsev näitaja (A) võimaldab turbiinivõlli nii piki- kui ka külgasendi kontrolli, mõõtes õhunoaga vaheruumid (x) ja (y); tagumise



Joon. 462.

laagri juures aga annab näitaja (B) ainult vaheruumi (x) külgsuunas, kuna võlli pikenemisel soojenemise tagajärjel pole mõtet mõõta vaheruumi telje suunas.

Labidate radiaalsete vaheruumide kontrollimiseks, seoses laagrite kulumisega, kasutatakse seadeldist turbiinivõlli vajumise kindlaksmääramiseks.

j. Turbiini laagrite kontrollimine.

Muutused tiirlevate osade asendis turbiini liikumatu silindri suhtes ei pea ületama kindlaksmääratud suurust. Seepärast peab üldkirjeldatud mõõduriistade abil kontrollima rootori asendit nii vertikaalses kui ka horisontaalses suunas.

Sellised, pärast turbiini montaaži sooritatud mõõtmise tulemused kantakse ühes juurdekuuluva visandiga akti ja antakse üle vanemmehaanikule, et see võiks pärastpoole kontrollida muudatusi rootori asendis.

Viimast kontrollitakse iga kord käivitamisel pärast pikemaajalist seisu, peale selle ka teistel juhtudel, näiteks laagrite kontrollimisel. Sellise mõõtmise tulemusi võrreldakse esialgsetega.

Laagrite juures peab kontrollima, kas ei esine ühekülgset kulumist, mille tõttu võib ülekande-hammasratas asetseda suure hammasratta suhtes viltuselt. Laagrite kulumine ei pea mingil juhul ulatuma radiaalse vaheruumi minimaalse suuruseni labidais. Peale selle suurenevad laagrite kulumise tõttu tugevasti aurukaod läbi tihenduskarpide labürindiliste tihenduste.

Kui kõik laagrid kuluvad ühetaoliselt, siis ei tohi Bauer'i järgi kulumuse suurus ületada 0,5 mm väikestel ja 1 mm suurtel seadmetel.

Kui laagrite kulumus ületab need lubatud suurused, siis peab laagrid valama uuesti, samuti võib laagri isegi väike ühekülgne kulumus (külg-kulumus) põhjustada selle uut valamist.

Peale selle peavad jääma lõtvus-vaheruumid laagrites nendesse piiridesse, milles on võimalik õlisurvet hoida vajalisel kõrgusel.

Michell'i süsteemi tugilaagrite juures peab jälgima, et nende segmentide (patjade) kulumus ei oleks suur. Kui kulumus ulatub 0,5 mm, siis peab segmentide tugipunktide alla panema peenikesed raudseibid, mis on lubatud, kui valgemetalli kulumine segmentidel ei ületa 2—3 mm; vastasel juhul peab segmendid valama uuesti valgemetalliga või siis asendama varusegmentidega.

KAHEKÜMNE KUUES PEATÜKK.

Roolimasinad.

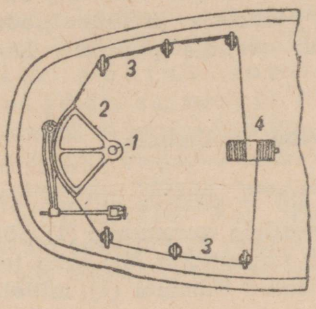
167. Üldist.

Roolimasinaid on käsitsi ja aurujõuga töötavaid, nn. hüdraulilisi ehk vedelik-jõuülekandega ja elektrilisi. Kaubalaevastikus esinevad peamiselt aurujõul töötavad roolimasinad, mis on varustatud ühtlasi ka käsitsi-seadmega. Neid on mitu süsteemi, kuid peamiselt kahte liiki: 1) roolimasin monteeritakse eraldi ja ta trumlilt suunduvad ketid (ka vaierid) rooli pinni (kangi) juurde, 2) masin töötab vahetult roolipinnile.

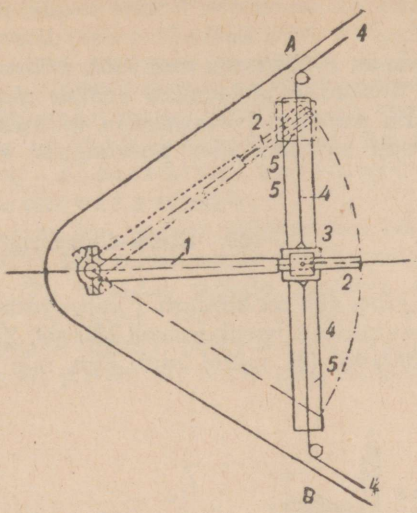
Joon. 463 on näidatud esimest liiki rooliseade: rooliemale (1) on asetatud roolipinn (2) raudsektori kujul. Sektorile on asetatud trossid, mis suunduvad läbi plokkide roolimasina trumlile (4), mille pöörlemisel pöördub sektor (2) ühele või teisele poole, rool aga viiakse üle vasakule või paremale.

Joon. 464 on näidatud rooliseade vankriga. Roolipinnil (1) on silindriline või prismaline osa (2), mida mööda libiseb, seda ümber haarates, vanker (3), millest suunduvad rooli trossid (4). Roolipinni ots moodustab pöörlemisel kaare, vankri keskpunkt aga liigub alati piki sirgjoont (AB), mis rooli keskmises asendis on roolipinni teljele perpendikulaarne. Kuna vankri pikitelg asetub rooli pöördumisel erinevate nurkade all joone (AB) suhtes, mida mööda liigub vankri keskpunkt, siis vankri (5) see osa, milles liigub roolipinn, tehakse pöörlevana.

Joon. 465 on kujutatud teistsugune rooliseade, nimelt kruviseade; võll, mis saab keerlemise kas roolimasinalt või käsitsi-pööratavast roolirattast, omab kaht kruvilõiget: parem — (2) ja vasakpoolset (3), mida mööda võlli pöörlemisel liiguvad erinevates suundades mutrid (4) ja (5), ühendatult muhvidega (6) ja (7), mis liuglevad mööda liikumatuid juhtkange (8) ja (9). Muhvid (6) ja (7) on ühendatud tõmmitsate (10) ja (11) abil roolipinni otstega (12); viimane on asetatud rooliemale (13). Kui võlli (1) keeramisel mutter (4) liigub paremale, siis hakkab mutter (5) liikuma vasakule ja roolipinn (12) pöördub kellaosuti liikumise suunas. Võlli keeramisel vastupidises suunas lähenevad mutrid (4) ja (5) üksteisele ja rooli pöördumine osutub vastupidiseks.

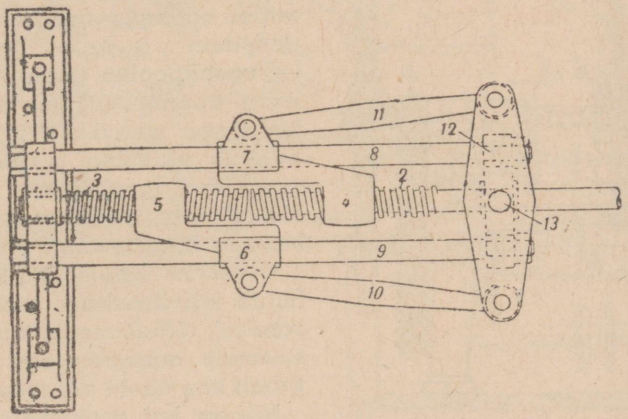


Joon. 463.



Joon. 464.

Ükskõik millise rooliseadmega, olgu see käsitsi- või auruseade, rooli juhitakse ikka rooliratta abil. Iga aururooli seadme töötamise põhimõte seisab selles, et roolur, pöörates rooliratast, nihutab ühele või teisele poole roolimasina käivitus- ehk diferentsiaalsiibri, mille tõttu masin hakkab töötama ja keerama trumlit, millele on mähitud roolivaierid, ühele või teisele poole. Sellega viiakse rool üle kas vasa-



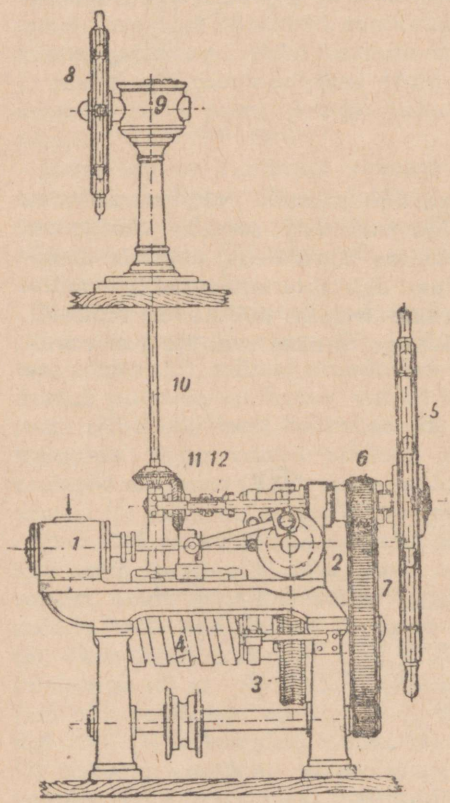
Joon. 465.

kule või paremale. Eriline seade, mis on kirjeldatud allpool, toob käivitussiibri tema keskmisse asendisse; niipea, kui roolur on lakanud mõjutamast rooliratast, rool jääb pööratud asendisse.

Rooliratta pööramine vastab alati laeva enese pööramisele; et pöörata paremale, keeratakse rooliratast ka paremale, ja ümberpöördult. Rooli maksimaalne pöördenurk on „rooli asendis poordil" 30—40°.

168. Clark-Chapman'i süsteemi roolimasin.

Joon. 466 on kujutatud külgvaade, joon. 467 — plaanis ja joon. 468 — osa masina vertikaalsest lõikest. Kahesilindriline aurumasin (1) pöörab väntvõlli (2), millel istub tigu, mis hambub tigurattaga (3); ratta teljele on asetatud trummel (4), millele on mähitud roolivaier (joon. 466).



Joon. 466.

Käsiseade koosneb roolirattast (5), mille teljele on asetatud hammasratas (6), mis hambub trumli teljel istuva hammasrattaga (7).

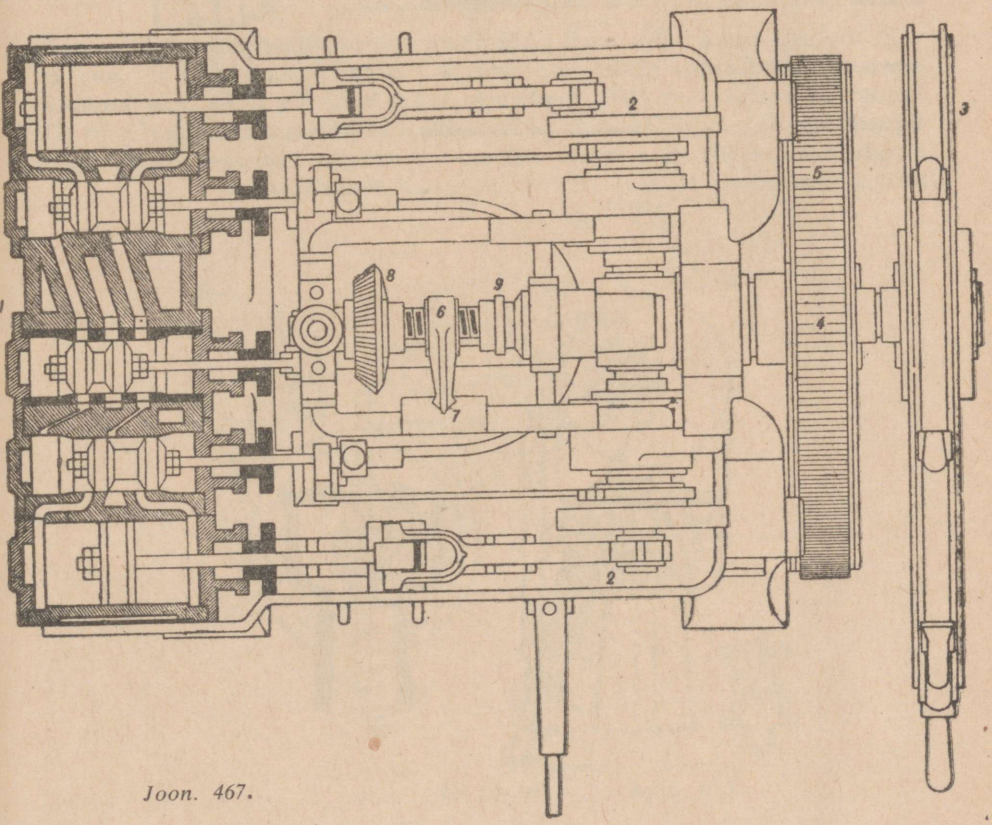
Roolimine aurujõul toimub rooliratta (8) abil, mis on asetatud komandosillal olevale sambale. Roolirattalt andub pöörlemine üle rullikülekande abil, mis koosneb koonushammasrattapaarist, mis on peidetud sambas (9), vertikaalsele võllile (10), koonushammasrataste paarile (11) ja horisontaalsele võllile (12), millel on kaks kvadraatset lõiget; jämedam parempoolne ja peenem — vasakpoolne (joon. 468). Rooliratta pööramisel hakkab võll (12) keerduma muhvi (1), mis seejuures hakkab nihkuma pikuti (pöörelda ta ei saa) ja pöörama kahepoolset kangi (2) ning tõmmitsa (3) abil nihutama käivitussiibri varr (4).

Olenedes sellest, kuhu poole nihutub käivitussiiber rooliratta pööramisel, töötab masin kas välise või sisemise aurujaotusega ja pöörab trumli kas ühele või teisele poole.

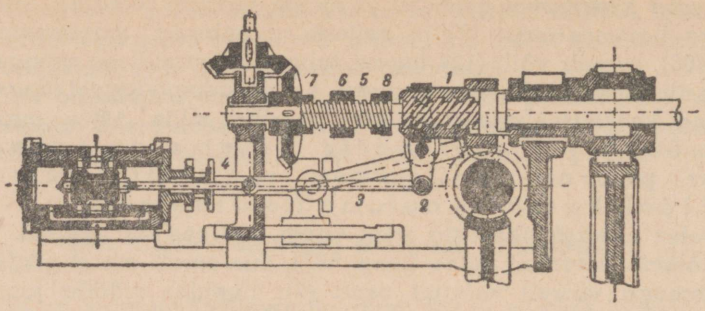
Niipea kui roolimasina käivitussiiber on ülalkirjeldatud viisil välja

viidud oma keskmisest asendist ja masin hakkab töötama, siis masin, pöörates hammasratast (7) ja sellega hambuvat hammasratast (6) (joon. 466), sunnib võlli (12) tagasi tulema vastupidises suunas, muhvi (1) aga nihkuma pikuti samuti tagasi, s. t. pöörduma tagasi algasendisse ja tooma keskmisse asendisse käivitussiibri, mille tõttu masin jääb seisma. Sel viisil roolimasin töötab ainult seni, kuni roolur pöörab rooliratast; rooliratta seismajätmisel jääb ka masin automaatselt seisma.

Et roolur ei saaks keerata rooli enam, kui see on lubatud, on võlli (8—9) lõikele keeratud muhv (joon. 467), mis omab ainult pikiliikumist, kuna temaga ühiselt valatud osuti (7), liueldes mööda juhtlatti, ei luba tal pöörduda. Kui roolur on pööranud rooli paremale või vasakule poordile ja püüab hajameelselt jätkata rooliratta (8) pööramist, siis muhv (6) tugineb kas piirmutri (8) või (9) vastu ning takistab



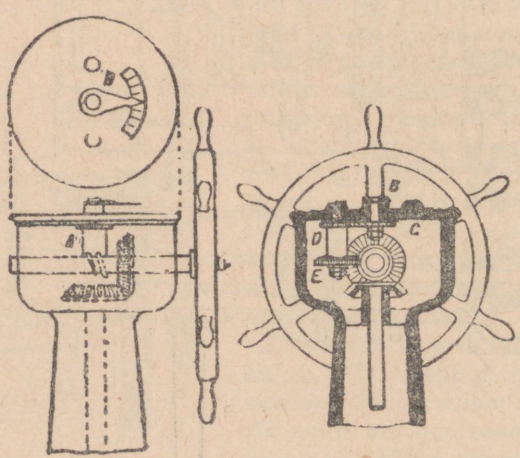
Joon. 467.



Joon. 468.

võlli (8—9) pöörlemist; käivitussiiber viiakse masina poolt kohe keskmisse asendisse ja masin jääb seisma.

Et rooluril oleks näha rooli pööramise suurus, siis varustatakse roolisammas seadisega, mida nimetatakse aksiomeetriks, mis on kujutatud eraldi joon. 469. Rooliratta teljel istub tigu (A), mis hambub tigurattaga (E); edasi andub pöörlemine üle hammasrataste (C) ja (D) kaudu osutile (B), mis asub väljaspool, samba ülemisel otsal. Osuti näitab jaotustega sektoril rooli pöördumist kraadides.

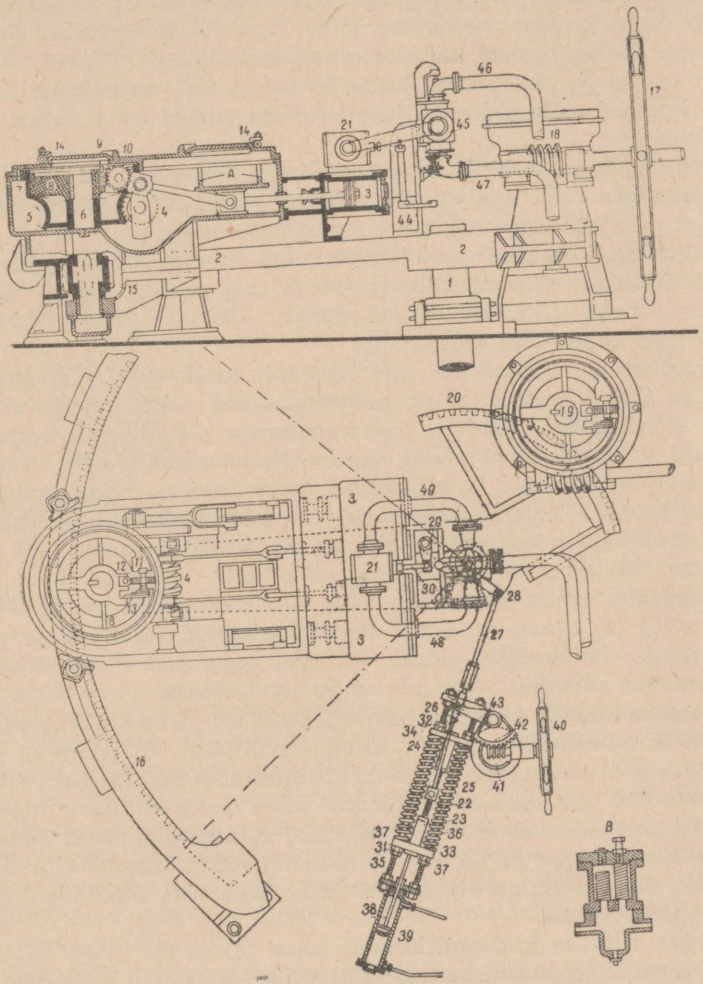


Joon. 469.

169. Brown'i roolimasin.

Selle masina erinevuseks on asjaolu, et masin asub roolipinnil endal, millega ta liigub koos, ning omab hüdraulilist ülekannet roolirattalt masina käivitussiibri juurde.

Joon. 470 on näidatud masina pikilõige ja pealtvaade ehk plaan. Rooliemale on asetatud massiivne pinn (2), mis omab plaanis vaadatuna nurkkangi kuju; koosneb pikast vasakpoolsest osast ja lühemast parem-



Joon. 470.

poolsest. Roolipinni vasakpoolse õla külge on kinnitatud horisontaalne kahesilindriline masin (3); masina väntvõllile on asetatud tigu (4), mis hambub tigurattaga (5). Viimane istub vabalt vertikaalvõllil (6) ja on valatud ühiselt pidurtrumliga (7), mille abil võib teda pidurdada võllile (6) ja anda viimasele pöörlemine. Pidur koosneb kahest poolümmargusest liistust (8), millega on vooderdatud trumli (7) silindriline külgpind ja mis suruvad end trumli (7) sisemise pinna vastu tigu (9) pöörlemisel; tigu (9) hambub tigurattaga (10), mis istub lõikega varustatud võllil (11); võll asub ühe otsaga pidurliistu ühes mutris (12), teisega aga tugineb vedrutavasse puhvrisse (13). Tigu (9) pööratakse padrunvõtmega, mis asetatakse ta ülemisele neljakandiliseks viilitud telje otsale.

Kogu seade on mahutatud kahe kaanega (14) varustatud kinnisesse kesta; kaaned võimaldavad juurdepääsu piduri ja masina liikuvate osade juurde.

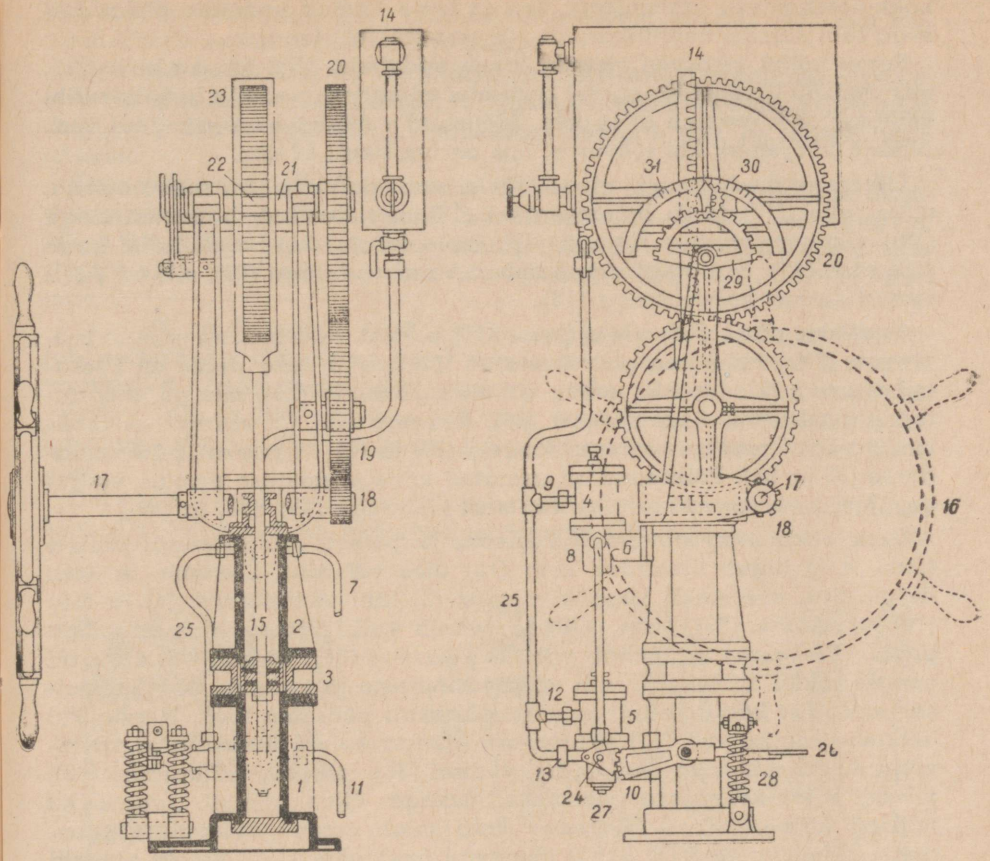
Kui tiguratas (5) on pidurdatud võllil (6), siis annab ta edasiliikumise hammasrattale (15), mis veereb mööda liikumatut sektorit (16), nii et roolipinn pöörleb ühes masinaga vajalikus suunas.

Aurumasina liikuvate osade määrimine toimub kahe pumbaga, mis saavad liikumise masina siibrivartelt ja mis pumpavad õli paaki (A), kust see valgub liikuvate osade juurde. Õli varu reservuaaris uuendatakse iga kolme kuu tagant.

Masinal on ka käsiseade, mis koosneb roolirattast (17), mille teljel istub tigu (18). Viimane annab pöörlemise üle vertikaalsele võllile (19) täpselt samasuguse seadme ja samasuguse piduri abil, nagu see on roolipinni vasakul otsal oleva aurumasinaseadme korral. Sellel istub joonisel mitte näidatud samasugune hammasratas, nagu hammasratas (15), mis hambub hammassektoriga (20), mis omakorda moodustab ühe terviku roolipinni parempoolse otsaga. Sel viisil rooliratta (17) keeramisel sektor (20) ning rool hakkavad pöörduma.

Siirdumiseks roolimiselt auru abil käsiroolimisele peab kas välja lööma võllil (6) oleva kiilu või vabaks laskma auruseadme piduri ja alla suruma käsiseadme piduri. Aurujõu kasutamisel on käivitussiibri (21) siirmiseks hüdrauliline seade, mida nimetatakse telemootoriks. See koosneb kahest eraldiolevast aparaadist: üleandjast, mis on asetatud komandosillale ja kujutatud eraldi joon. 471 külg- ja eestvaates, ning vastuvõtjast, mis asub aurumasina lähedal ja on kujutatud joon. 470 alumises osas. Kumbki neist omab silindrit, milles liigub nahktihendiga varustatud kolb. Mõlemad silindriruumid on täidetud vee ja glütseriini seguga ja on ühendatud omavahel torustikuga; glütseriin vähendab vee hõõrumist torustikes ja kaitseb vett külmumise eest külmadel aastaaegadel.

Üleandev silinder koosneb kahest osast (1) ja (2) (joon. 471); nende vahele on pandud keskmine osa (3), mille sisemisele silindrilisele pinnale on tehtud pikikanalid. Kui kolb asub keskmises asendis, on silind-



Joon. 471.

riruumid (1) ja (2) omavahel ühendatud nende kanalitega. Silindri külge on kinnitatud ventiilikarbid (4) ja (5). Iga selline karp (joon. (470-B) omab kaht ventiili, milledest üks avaneb üles, teine aga allapoole, ja nelja toruotsa: kolm karbi alumises ruumis, milledest üks ühendab karbi silindriga, teine läheb vastuvõtva silindri juurde, kolmas on mõlemate karpide ühendamiseks omavahel, ja üks ülemises — karbi ühendamiseks paagiga, mis on täidetud vedelikuga. Ülemisel ventiilikarbil on vaadeldud toruotsad tähistatud numbritega (6, 8 ja 9), alumisel aga (10, 12 ja 13).

Ventiilikarpide ülesanne on eemaldada hüdraulilisest silindrist liigne vedelik tema paisumisel soojenemisest ja ka täiendada vedeliku hulka

kokkutõmbumisel jahtumisest. See ja teine toimub vedeliku ülelaskmisega läbi silindri ventiilikarpide sisterni (14) või tagasi.

Surve mõjul silindrist sisterni laseb vedelikku läbi too karbi ventiil, mis avaneb ülespoole; survel sisternist silindrisse vedelik lastakse läbi ventiilist, mis avaneb allapoole. Mõlemad ventiilid on koormatud vedrudega kõrgemalt kui töösurve, mis on harilikult 10 atm.

Liikumise üleandmine kolvile (15) toimub rooliratta (16) pööramisega, mille teljel (17) istub hammasratas (18), mis hambub hammasrattaga (19); viimane hambub rattaga (20), mille teljele (21) on asetatud hammasratas (22); see omakorda hambub hammasrattaga (23), mis on välja taotud ühiselt kolvivarrega (15).

Vaatleme nüüd vastuvõtja (joon. 470) ehitust. Hüdraulilise silindri kolvivarre (38) väline osa on varustatud lõikega ja selle peale on keeratud muhvid (23) ja (24), nende vahele aga muhv (25), mis on ühendatud liigendiliselt tõmmitsatega (26), kangiga (28) ja aasaga — roolimasina käivitussiibri varrega. Muhvid (23) ja (24) tuginevad põikraudadesse (33 ja 34). Põikrauad on asetatud vartele, aetakse eemale vedrudest (36) ja hoiduvad laialiminemisest mutritega (31), (32) ja (37).

Kogu telemootori töötamisviis seisneb järgmises: rooliratta pööramisel (joon. 471) liigub üleandev kolb (15) üles või alla. Oletame, et kolb liigub üles, siis satub vedelik ruumist (2) läbi ventiilikarbi (4) ja toru (18) silindrisse (39) (joon. 470) ja sunnib kolbi liikuma silindri põhja poole. Seejuures ta tõmbab vabaks põikraua (34), vedrud (36) suruvad ennast kokku, muhv (25) viib välja tõmmitsate ja kangide abil keskmisest asendist käivitussiibri ja masin hakkab pöörama rooli. Niipea kui lakkame roolirattast (40) pööramast, jäävad kolvid üleandja ja vastuvõtja silindris seisma; selle järel vedrud (36), mõjudes põikrauale (33), viivad kolvi keskmisse asendisse, temaga ühes nihutub tagasi ka masina käivitussiiber. Üleandev kolb tuleb samuti keskmisse asendisse, silindriruumid (1) ja (2) ühinevad omavahel kolvi ümber olevaid kanaleid mööda ja surve kogu torustikus tasakaalustub.

Kui kolvi tihendi ebatiheduse tõttu vedelik hakkab üle jooksma ühest silindriruumist teise kolvi igasugusel asendil, siis võivad mõlemad kolvid osutada mitte üheaegselt keskmises asendis. Siis ühtlustatakse surve ruumides (1) ja (2) kraani (24) avamisega (joon. 471) ja ühendatakse mõlemad ventiilikarbid toruga (25). Kraan avatakse pedaali (26) abil, mille vasakpoolne ots on varustatud hambulise sektoriga, mis hambub samasuguse kraani (24) korgile asetatud sektoriga (27). Vedru (28) toob pedaali algasendisse ja suleb kraani.

Silindrid ja torustik täidetakse vedelikuga erilise pumba abil, mis on asetatud rooli ruumisse. Toitmisel ei tohi torustikku jääda õhku.

Telemootori vastuvõtja on varustatud käsiseadisega, mis koosneb (joon. 470) rooliratast (40); selle teljele on asetatud tigu (41), mis ham-

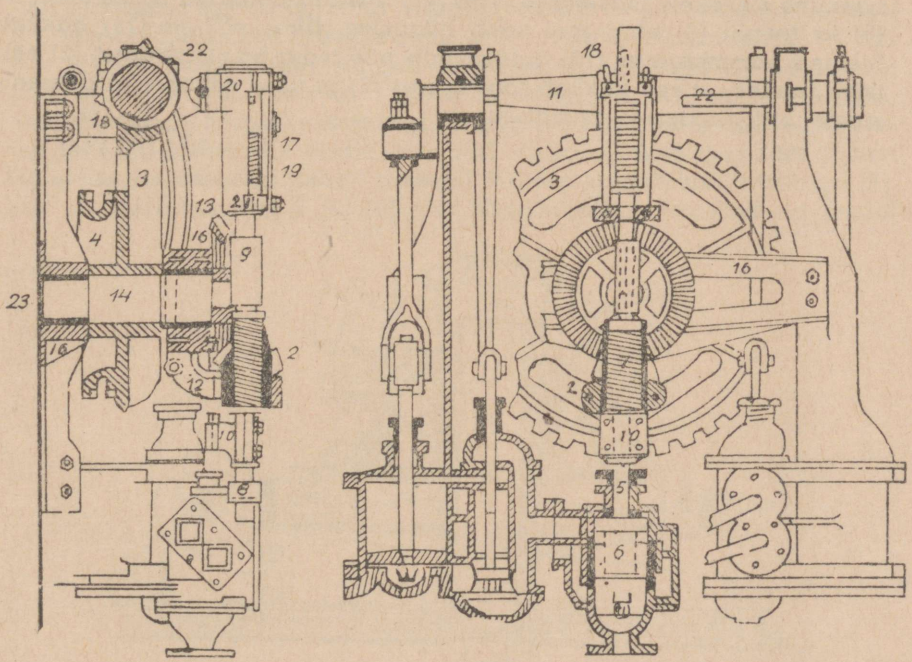
bub hammassektoriga (42); viimane on asetatud kangile (43), mis mõjutab käivitussiibri tõmmitsaid ja kange.

Üleandja (joon. 471) on varustatud hammasrattast koosneva aksiomeetriga, mis istub teljel (21) ja hambub hammassektoriga (29); selle osuti (30) liigub jaotustega varustatud sektoril (31) ja näitab rooli asendit.

Kuna aurumasin pöörleb ühes roolipinniga, siis on aurutorude ühendus masinaga tehtud liikuvana. Sel otstarbel (joon. 470) on roolipinni külge kinnitatud kronsteinil jaotuskarp (45). See karp pöörleb ühes roolipinniga ning sel otstarbel ta vertikaalne telg ühtib rooli peateljega.

Toru (46), mida mööda tuleb värske aur, ja toru (47), mida mööda väljub heitaur, on liikumatud, ning nende otsad, mis tungivad karpi, on varustatud tihenduskarpidega, et karp võiks pöörelda ümber nende. Värske- (48) ja heitauru-toru (49), mis ühendavad siibrikarpi jaotuskarbiga, on kinnitatud roolipinni külge ja omavad temaga ühist liikumist.

Davis'e roolimasin. Seda süsteemi roolimasin on näidatud joon. 472. Väntvõllil on välja treitud tiguvint (10), millega hambub suur



Joon. 472.

hammasratas (3). See hammasratas (3) on valatud ühiselt ketitrumliga (4), millel on välispinnal pesad keti lülide mahutamiseks. Trummel on asetatud kiilu abil võllile (14). Diferentsiaalsiibri vars (5) ühineb põikraua (10) abil varrega (7). Selle varre alumisel otsal aga on neljakandiline kuju ja ta on asetatud võlli (9) otsas olevasse vastavasse neljakandilisse õõnsusse. Selline ühendus lubab varre (7) vaba tõusmist ja vajumist; pöörleb see ühendus aga ühes võlliga (9). Varre (7) keskmisel osal on lõige, mille peale on keeratud koonilise hammasratta (2) muhv. See pöörleb kronsteinis (12) ja hambub koonilise hammasrattaga (13), mis on asetatud võlli (14) otsale. Viimane lesib laagris (15) ja põikrauas (16), mis on valatud ühiselt kronsteiniga (12). Kogu masin kinnitub laeva põikvaheseina (23) külge.

Võll (9) ühendub ülekandevõlliga roolirattalt sillal. Ta pöörleb laagrites (20) ja (21), mis moodustavad üldise valutüki ja kinnituvad ühele masina sidestuspoltidest (22). Aksiomeeter koosneb noolest (17), mis on kinnitatud võlli (9) peale keeratud muhvi (1) külge. Jaotused on märgitud skaalal (19).

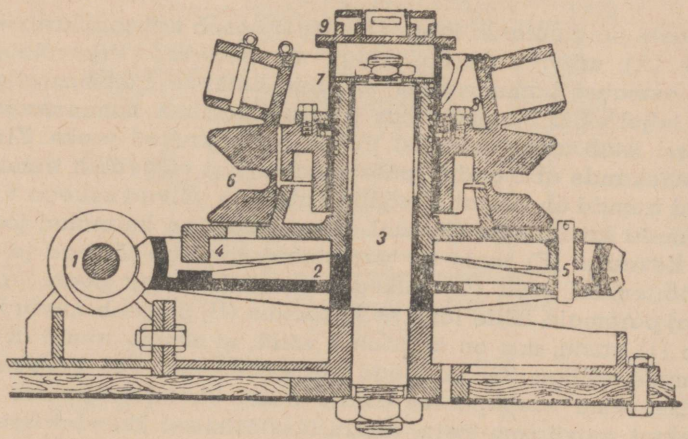
Võlli (9) pööramisel keerdub vars (7) hammasrattast (2) välja ja tõstab või laseb alla diferentsiaalsiibri (6). Toimub auru väline või sisemine sisselase masinasse, tigu (11) hakkab pöörama hammasratast (3) ja trumlit (4) ning rool saab liikumise. Ühes võlliga (14) hakkab liikuma hammasratas (13), mis sunnib pöörlema hammasratast (2) sellises suunas, et see hakkab tooma vart (7) ja ühes sellega ka diferentsiaalsiibrit keskmisse asendisse.

KAHEKÜMNE SEITSMES PEATÜKK.

Ankru- ja pelimasinad.

170. Üldist.

Pelimasinaid kasutatakse laeval ankru tõstmiseks ja laeva haalamiseks. Jaotuvad: vertikaal- ja horisontaalvõlliga masinateks. Käivitatakse kas aurujõul või elektriliselt, omades seadeldist töötamiseks ka käsitsi. Joon. 473 on näidatud vertikaalses lõikes väike kepselmasin. Aurumasin, mida joonisel pole näidatud, paneb pöörlema tema väntvõllile asetatud tigu (1), millega hambub tiguratas (2) (joonisel näidatud mustana). See ratas istub vabalt liikumatul vertikaalsel teljel (3), mis on kinnitatud masinaraami külge. Pealtpoolt ratast (2) on teljele (3) mahutatud muhv (4) mis on ühendatud rattaga (2) poltide (3) abil. Muhvi ülemine osa on varustatud ruudulise lõikega, ta keskmise osa välispind on aga treitud koonilisena. Seib ja mutter, mis on asetatud telje (3) lõikelisele otsale, hoiavad muhvi (4) üles tõusmast. Muhvi (4) otsale on asetatud vabalt trummel (6); see hoidub kohal mutriga (7), mis on keeratud muhvi (4) lõikele. Mutri ühendus trumliga on tehtud



Joon. 473.

rõnga (8) abil, mis haarab mutri ääre ja kinnitub poltidega trumli kerele. Pöörlemise kergenduseks on sellesse kohta monteeritud kuullaager.

Pesad, mis asetsevad trumli välispinnal, on määratud pealekeeratava keti lülide jaoks; ruudulised pesad ülemises osas on kangide ehk nn. anspakkide sissepanemiseks, millede abil pööratakse kepslit käsitsi.

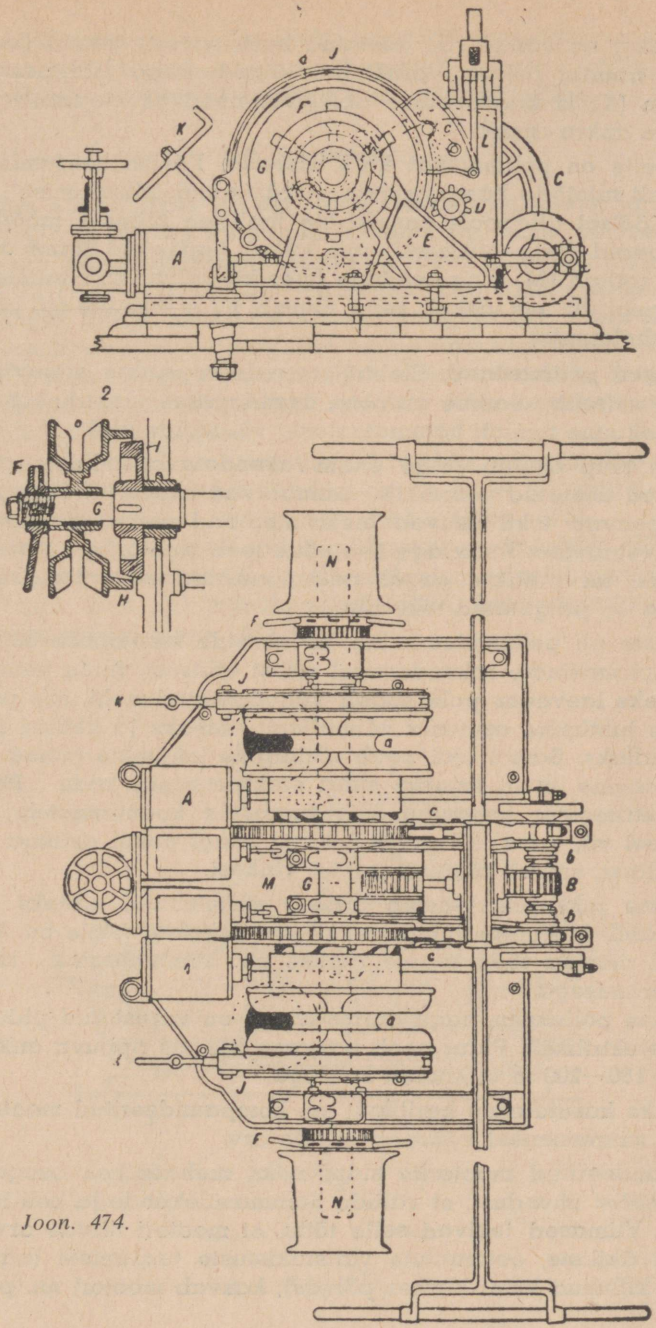
Selleks et kepsli trummel hakkaks pöörlema, peab teda pidurdama muhvi (4) koonusel; see toimub trumli allasurumisega kaane (9) abil, mis on ühendatud mutriga (7); kaane pesasse asetatakse pöörkang ja keeratakse seda, siis mutter (7), keerdudes muhvi (4) rummule, pigistab trumli koonusele.

Et oleks võimalus köie (trossi) järeleandmiseks kepslil, seejuures mitte katkestades teda pöörava aurumasina tööd, keeratakse mutter (7) lahti ülespoole. Köie järeleandmise kiirust kepslil võib reguleerida selle mutriga, seda kergelt alla lastes või vajutades.

Kepsli pööramisel käsitsi anspakkidega võetakse välja poldid (5). Et kepsel sel juhul ei saaks tagasi liikuda, s. o. hakata pöörlema köie takistusest vastupidises suunas ja vigastada inimesi anspakkidega, on tehtud ratta (2) ülemisel pinnal (joonisel mitte näidatud) käristi- (knarre) hammasratas, muhvi (4) külge aga on vabalt liikuvatena kinnitatud kiilud. Köie hiivamisel jooksevad kiilud vabalt mööda hambaid, kui kepsel aga hakkab liikuma vastupidises suunas, siis kiilud tungivad hammastesse ja panevad pöörlemise seisma.

171. Pelimasin ehk braspill.

See masin on kujutatud joon. 474. Ta koosneb kahesilindrilisest aurumasinast (A), käivitussiibriga käigu muutmiseks. Väntvõllile (b) on keskele asetatud hammasratas (B), mis hambub hammasrattaga (C); viimase teljel istub hammasratas (U), mis hambub hammasrattaga (E), mille teljel istub kaks soonelist trumlit (a) ankruketi jaoks. Kirjeldatud hammasülekande abil andub pöörlemine edasi väntvõllilt trumlitele (a). Mõlemad trumlid on asetatud võllile vabalt ja võivad sellega ühenduda või eralduda käsirataste (F) abil. (See seadis on kujutatud joon. 474-2 eraldi). Käsiratta (F) ruum on varustatud sisemise lõikega ja keerdub ratta pöörlemisel võlli (G) lõikega varustatud otsa peale ja nihutab trumli (a) paremale, mille tõttu selle koonus (H) pigistub niivõrd tihedalt koonuse (1) vastu, mis on kiilutatud võllil, et sünnib trumli (a) täieline ühendamine võlliga (G) ja seega auruseadmega. Üks trummel on parempoolse, teine vasakpoolse ankru jaoks. Ühendatakse see trummel, mille ankrut soovitakse tõsta. Ankru ülestõstmisel ühendatakse trummel võlliga (G); ankru allalaskmiseks trummel (a) vabastatakse võllilt, pöörates käsiratast (F) vastassuunas. Köite ehk trosside pingutamiseks



Joon. 474.

(hiivamiseks) on võllile (G) asetatud kaks siledat trumlit (koppi) (N). Mõlemad trumlid (α) on varustatud lintpiduritega (stopperitega) (J); käepideme (K) ja kruviseadme abil võib nendega stopata trumlid (α) ja peatada ankru rippel.

Peale selle on pelimasinal ka käsiseade. Käsitsi keeramine toimub sarnanevalt tuletõrje käsipritsidele — käsikangi õõtsutamisel, mis tõmmitsa (L) õõtsel allapoole sunnib üle jooksma kiilusid mööda käristi hammasrattaid (M); tõusmisel aga kiilud tuginevad hammastesse ja keeravad rattaid (M) ning nendega ühes ka pelimasina trumleid sellal, kui käsikangi üks ots laskub, teine tõuseb, nii et trumlite (α) pöörlemine toimub vaheldumisi.

Elektrilised pelimasinad. Elektriliste ankrumasinate erinevus auruga töötavaist seisneb seadme auruosa asendamises elektrimootoriga. Liikumise ülekanne toimub hammasrataste või tigude abil.

Viimane tüüp osutub kõige enam rakendatavaks. Kuna ankrumasinad, mis on asetatud vöörtekile, kannatavad atmosfääriliste mõjutuste all, siis peavad tekil asuvad elektrimootorid olema paigutatud kinnistesse kestadesse. Kuna aga see nõue teeb mootorite konstruktsiooni keeruliseks, tarvitatakse sageli ankrumasinaid elektrilise käivitamisosaga, mis on paigutatud teki alla.

Elektriliste nii pelimasinate kui ka vintside käsitamise oskus omab sellist tüüpi masinate rakendamisel erilist tähtsust. Kuna nende õigeks käsitamiseks laevades pole sageli väljaõpetatud mehi, siis peab mehhanismide juhtimine osutuma võimalikult lihtsaks ja ühtlasi ka küllaldaselt kindlaks. Samal ajal peab elektriline juhtimine olema küllaldaselt ökonoomne, et ei esineks suurt elektrienergia kadu. Peale selle peab elektrimootor kohanduma isesugustele koormatustele; väikesel koormatusel või vaba, allapoole liikuva haagi puhul omama suuremat liikumiskiirust, suurel koormatusel — väikest.

Elektriline juhtimine teostub eriliste süsteemide, näiteks Leonardo süsteemi abil, kusjuures juhtimiseks monteeritakse tekile nn. kontroller, mille abil masina tööd reguleeritakse nn. kommutaatori käepideme lihtsa keeramisega.

Elektriline pelimasin, nagu aurumasingi, on varustatud piduriga, mis käivitub elektriliselt. Pidur peab vastama kiüüsis rippuva ankru raskusele ühes 150—200 m ankruketi kaaluga.

Mootoriks kasutatakse harilikult nn. kompaundeeritud mootorit, mille võimsuse suurenemisel väheneb tiirude arv.

Kompaundeeritud mootorite sidumiseks mehaanilise osaga kasutatakse elastilist ühendust, et vältida hammasülekande ja keti liiga suuri pingutusi. Viimased tekivad selle tõttu, et mootori tiirude arvu vähendamisega äkiliste, ootamatute välistakistuste tekkimisel (näiteks, kui ankur on kiilunud kinni kivises põhjas), kasvab mootori nn. pöördemo-

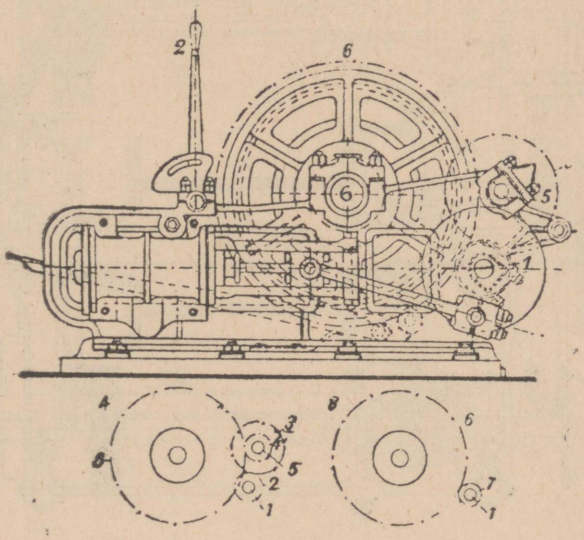
ment kahe- või kolmekordseks. Elektrimootorid varustatakse automaatkaitsmetega, mis lülivad mootori lubamatult kõrgete voolutugevuste tekkimisel (ülekoormamisel) automaatselt võrgust välja.

172. Auruvintsid.

Auruvintse kasutatakse laeval laadimiseks-lossimiseks ja haalamiseks. Joon. 475 ja 476 on kujutatud kaubalaeva vints. Ta aurumehhanism koosneb kahesilindrilisest horisontaalsest aurumasinast, mis töötab väntvõllil (1). Aurumasin on varustatud käigumuutmiseks Stephenson'i kulissiga; käigu muutmine toimub kangiga (2). Väntvõlli vända paled on tasakaalustamise otstarbel tehtud ümmargustena, vändad ise asuvad 90° nurga all, auru katkestus silindrites toimub $^3/_4$ käigul. Aurutorud on juhitud mööda tekki. Auru lastakse välja harilikult atmosfääri, harvem abikondensaatorisse.

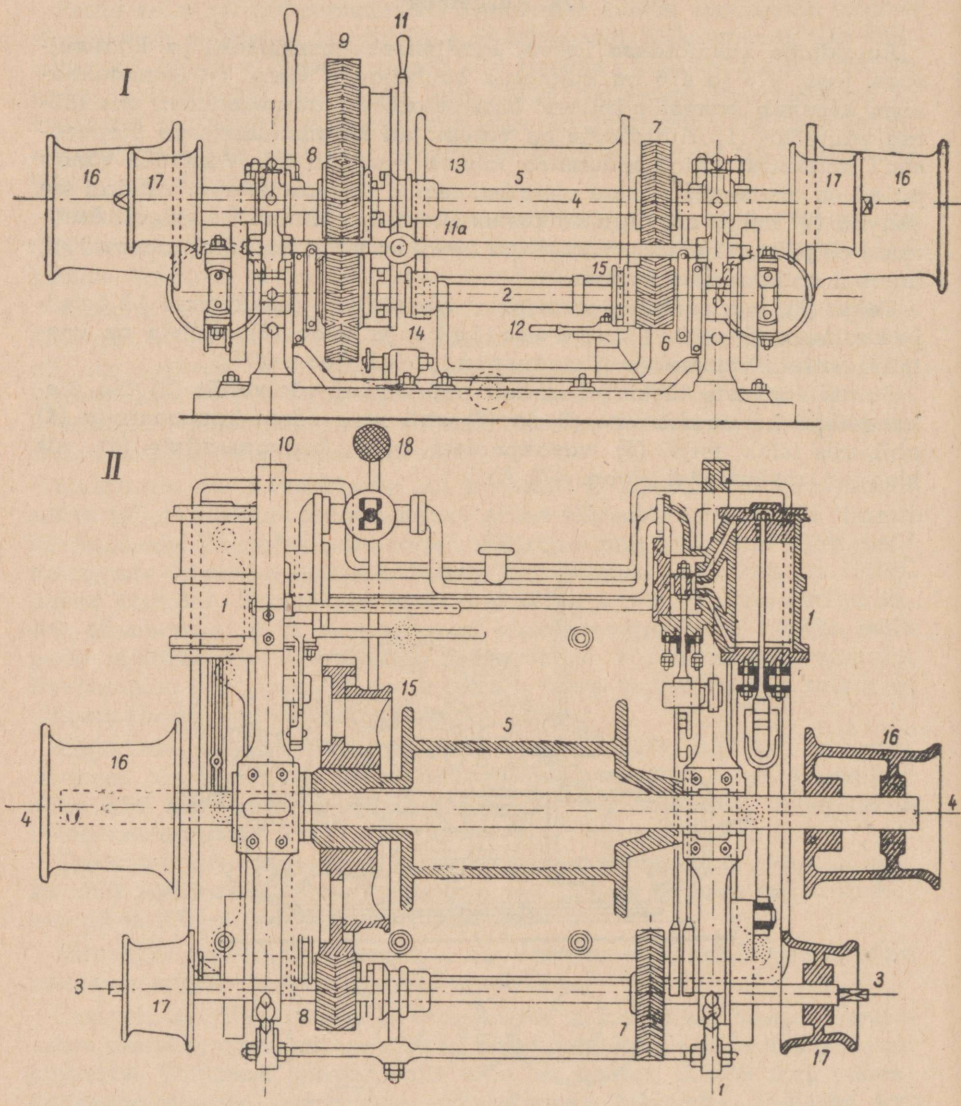
Telge (1), mis osutub aurumasina värtvõlliks, nimetatakse t ö ö t e l j e k s, telge (5) — ü l e k a n d e t e l j e k s ja telge (6), millele on asetatud vaieri trummel — r a s k u s t e l j e k s (joon. 475).

Suurte raskuste tõstmisel andub pöörlemine väntvõllilt (1) üle ülekandetelje hammasrataste (2) ja (3) abil ning edasi hammasratta (4) abil, mis istub telje (5) vasakpoolsel otsal, hammasrattale (6), mis kinnitub raskusteljel (joon. 475-A).



Joon. 475.

Kergemate raskuste tõstmisel lülitakse tõstekiiruse suurendamiseks välja vahepealne ülekanne ja väntvõlli pöörlemine andub üle otse hammasratta (7) abil hammasrattale (6) (joon. 475-B). Vahe-



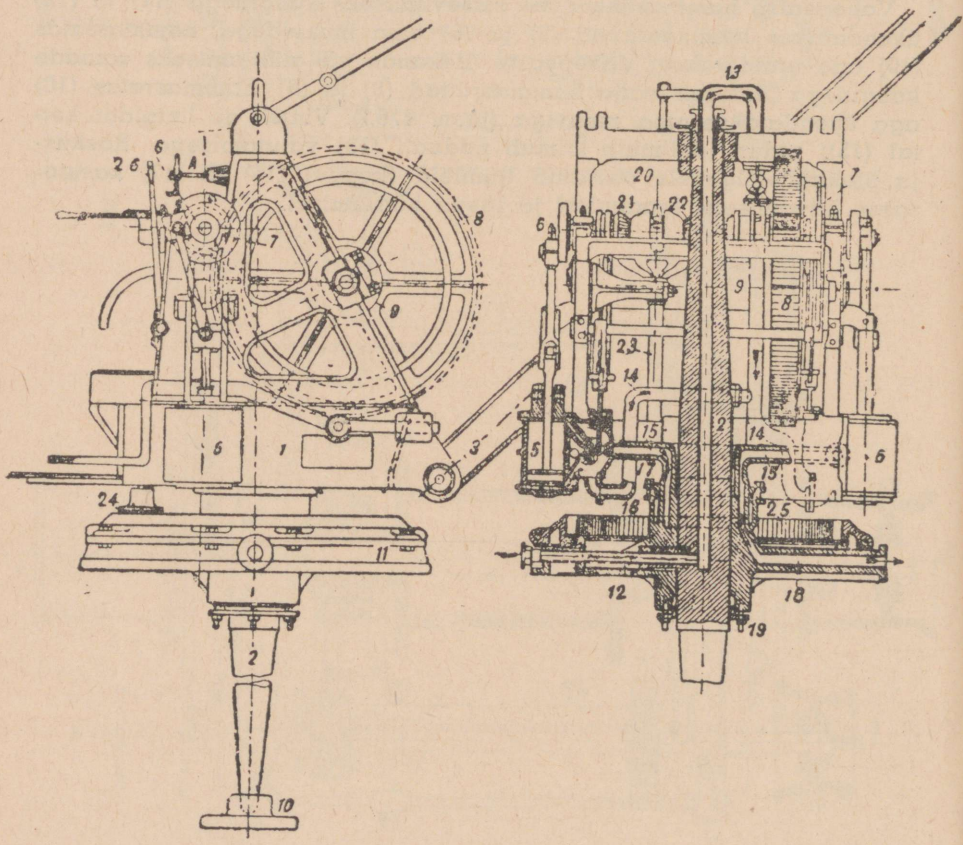
Joon. 476.

ülekande sisse- ja väljalülimine toimub kangidega (11) ja (12) (joon. 476). Kang (11) omab keskel pöörlemistäppi ja on ühendatud hammasratta (8) siduriga (13) ning hammasratta (10) siduriga (14). Hammasrattad (8) ja (10) istuvad oma telgedel vabalt; järelikult nad ei anna pöörlemist edasi oma telgedele. Nende sidurid parempoolsetel külgedel omavad väljalõikeid, milledesse võivad tungida liikuvate sidurimuhvide hambad. Iga sidurimuhv istub kiilul ja võib liikuda pikuti mööda kiilu kangi (11) abil. Keerates kangi vasakule ühineb muhv (13) hammasrattaga (8) ja viimane hakkab edasi andma pöörlemist teljele (4), muhv (14) aga vabastab hammasratta (10); kangi (11) pööramisel paremale poole toimub kõik vastupidiselt. Samuti toimub kangi (12) pööramisel muhvi (15) ühendamine või eraldumine hammasrattaga (6).

Vahepealse hammasühenduse sisseviimiseks kangidega (11) ja (12) ühendatakse hammasrattad (8) ja (6) oma muhvidega, hammasratas (10) aga eraldatakse. Vahepealse ülekande väljalülitamiseks samade kangidega lülitakse välja hammasrattad (8) ja (6), hammasratas (10) aga ühendatakse oma muhviga (joon. 476,I). Vintsil on lintpidur kettal (15); piduri juhtimine toimub pedaali (18) vajutamisega. Raskus- ja ülekandetelgedele asetatud trumleid (koppe) (16) ja (17) kasutatakse hiivamiseks laadimisel ja laeva haalamisel.

Laeva tõstemehhanismid.

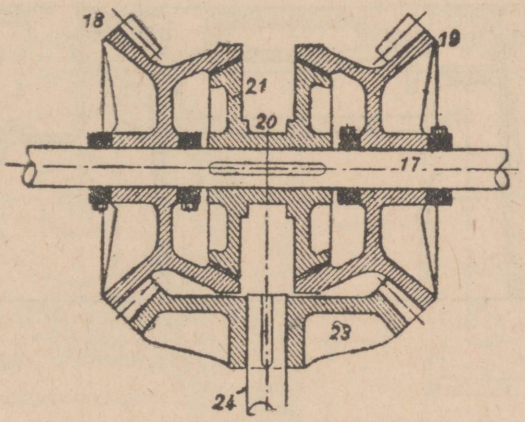
173. Auru-tõstekraanad.



Joon. 477.

Kaubalaevastiku aurulaevades kasutatakse sageli kiireks laadimiseks ja lossimiseks aurukraanasid. Sellise Clark-Chapman-süsteemi kraana läbilõiked on näidatud joon. 477 ja joon. 478.

Kraana on ehitatud pöörlevana ja koosneb alusest (1), mis võib pöörduda ühes kolonniga (2). Alusele on ehitatud kraana vints ja aurumasin, mis paneb selle liikuma. Aluse külge kinnitub karprauast kraana talaraud (3) ja selle hoidja tõmbeharu (4). Aurumasin (5) on vertikaalset tüüpi, kahesilindriline, väntvõlliga (6). Sellel asetseva hammasratta (7) pöörlemine andub edasi rattale (8) ja võllil asetsevale trumlile (9). Kolonn (2) pöörleb oma alumise osaga kandelaagris (10) ja läbib tihendusmuhvi, mis on ehitatud kraana liikumatus vundamendis (11); viimane moodustab laevateki külge kinnitatud malm-



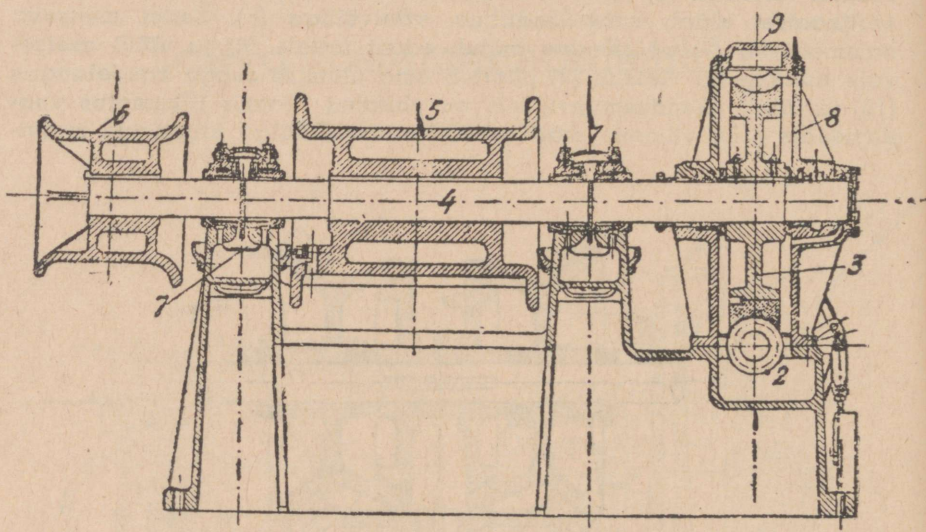
Joon. 478.

sõõri. Kuna kraana on pöörlev, siis on auru juurde- ja äravool juhitud järgmiselt: värske aur (12) läbib liikumatu sõõri (11), siis tõuseb mööda kanalit, mis on puuritud kraana sisse, ning satub toru (13) kaudu, mis on varustatud kolonnist väljumisel tihenduspuksiga, ja mööda toru (14) siibrikarpide juurde.

Heitaur satub mööda toru (15) kolonni ümber olevasse silindrilisse ruumi (16), mis on varustatud topendiga (17), ja väljub sealt kanalit (18) mööda; heitauru torustik läbib ka kraana vundamendi. Tihenduspuks (19) kaitseb vee imbumise eest läbi teki. Masin on varustatud käigumuutmiseks Stephenson'i kulissiga. Kang (20) on kraana pööramiseks, ühendades üht hammasratast (21) või (22) hammasrattaga, mis asetseb võllil (23), sundides viimast pöörlema kas ühele või teisele poole mööda suurt sisemiste hammastega varustatud ham-

masratast (25), mis on kinnitatud kraana vundamendi külge ja mille tõttu kogu kraana pöörleb ühes või teises suunas.

Kang (26) on masina pöörlemissuuna muutmiseks, s. t. raskuse tõstmiseks või allalaskmiseks; (A) — auru stopventiil.



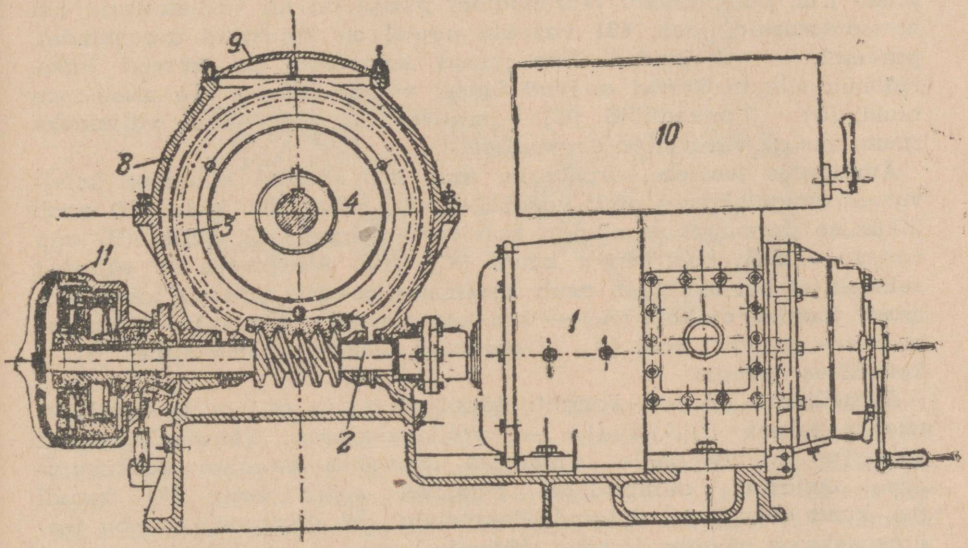
Joon. 479.

Mehhanism kraana pööramiseks ühte või teise suunda on kujutatud detailis joonisel 478: kraana väntvõllile (17) on asetatud vabalt kaks koonilist hammasratast (18) ja (19), mis ühenduvad hammasrattaga (23); need viimased ühenduvad hammasrattaga (23), mis on kiilutud vertikaalvõllile (24) ((23) — joon. 477) ja mis teostab kraana pööramist. Hammasrataste (18) ja (19) vahel väntvõllil võib liikuda mööda kiilu (joonisel mitte näidatud) kaht koonust (21) omav muhv (20); need koonused tungivad vastavaisse koonilisisse sügavikesse hammasrattais (18) ja (19). Kui muhvi keerata vasakule, siis hambub see koonuse abil hammasrattaga (18) ning pöörlemine võllilt (17) võllile (24) andub edasi üle hammasratta (18). Muhvi üleviimisel paremale tuleb aga ühendusse hammasratas (19), millelt siis pöörlemine võllile (24) andub edasi vastupidises suunas.

174. Elektrivintsid.

Vintsid on aurulaevadel kõige kestvamat aega töötavaiks mehhanismideks, kuna need on vajalikud kogu mahalaadimise ja laadimise ajal. Et auruvintsid on väga ebaökonoomsed abimehhanismid auru- ja kütteaine kulu mõttes, kuna nad on lihtpaisumisega, heitauru otse atmosfääri väljalaskvad masinad, kasutatakse uuemal ajal üha enam elektrivintse.

Kolmetonniline nõukogude tüüpi elektrivints on kujutatud joon. 479 pikilõikes ja joon. 480 põiklõikes. Elektrimootor (1) on paigutatud põiki



Joon. 480.

vintsi; lõputu kruvi (2) abil see paneb liikuma hammasratta (3), mis on asetatud vintsi võllile (4). Viimasel asetsevad lastitrummel (5) ja kopp (6). Võlli (4) laagrid on varustatud rõngasõlitusega (7). Hõõrdumise vähendamiseks töötavad hammasrattad õli sees ja on mahutatud karpi (8), mis on suletav kaanega (9). (10) — on käivitusreostaat. Mantli keres (11) mahutub hõõrdumispidur, mis on juhitav joonisel mitte näidatud jalgpedali abil.

KAHEKÜMNE ÜHEKSAS PEATÜKK.

Laevapumbad.

175. Worthingtoni pump.

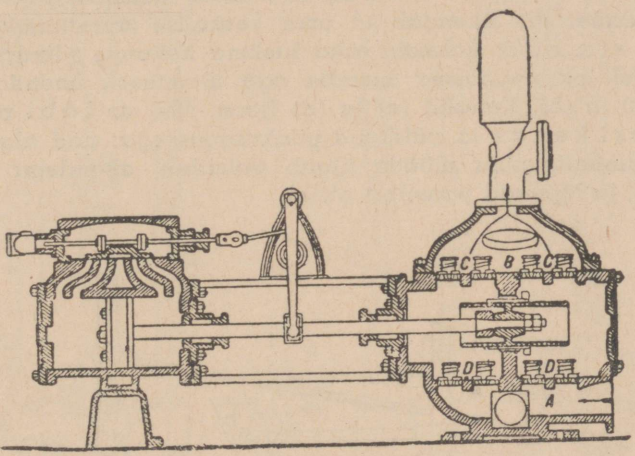
Kasutatakse neid laevades katlatoite-, ballast-, tuletõrje-, sanitaar-, piltsi- j. m. pumpadena. Worthingtoni pumpi on nii vertikaalseid kui horisontaalseid. Joon. 481 vasakul poolel on kujutatud aurusilinder, paremal — veesilinder. Niisuguseid komplekte on kõrvuti kaks. Mõlema silindri kolvid asuvad ühisel varrel. (A) — vee sisselaske ruum, (D) — imiventiilid, (C) — suruventiilid, (B) — vee väljalaske ruum, mis on varustatud õhukupliga.

Aurujaotus teostub karpsiibrite abil, mis saavad liikumise kolvivarrelt kangülekande abil: vasaku silindri siiber (B) (joon. 482) saab liikumise parempoolse silindri kolvivarrelt kangi (K), siiber (B) aga vasaku silindri kolvivarrelt kangi (K_1) abil. Aurujaotus on ehitatud selliselt, et kui üks kolb asub keskmises asendis, siis on teine äärmises. Joonisel on kolb (A_1) — keskmises, tema siiber (B_1) — äärmises alumises asendis; kolb (A) — äärmises ülemises, tema siiber (B) — keskmises asendis.

Aurusilindril on neli kanalit: äärmised (e) ja (e_1) auru sisselaskmiseks, teised (f) ja (f_1) — väljalaskmiseks. Väljalaskekanalid suletakse kolvist selle äärmistes asendites heitauru kokkusurumise otstarbel aurupadjaks (joonisel suleb kolb (A) kanali (f_1), kuna siibrid on ehitatud ülekatteteta). Worthington'i pumba iseärasuseks on asjaolu, et selle töötamisel auru- ja veekolvid peatuvad oma käigu lõpul veelöögi vältimiseks; veeklapid võivad asetseda vabalt oma pesadel ja vesi jääb veesilindreis teatavaks ajaks rahulisse seisukorda, enne kui ta muudab oma liikumist vastupidises suunas.

Öeldu saavutamiseks asetatakse siibrid vartele pikilõtvusega 3 kuni 10 mm, mille tõttu siiber teise silindri kolvi tulekul surnud-punktile peatub veidi kauem oma äärmises asendis ega jõua tulla nii ruttu keskmisse asendisse. Selle aja vältel, kui siiber suleb auru sisselaskekanali ja avab auru sisselaske teisel pool kolbi, jääb kolb liikumatuks.

Worthington'i pumba siibrite reguleerimiseks asetatakse kolb käigu keskele nii, et siibrite ülekandekang asetseks vertikaalses seisakus (horisontaalse pumba puhul). Siis pannakse siibrikarbi lahtise kaane juures siiber keskmisse asendisse selliselt, et selle sisselaske ääred oleksid ühetasa sisselaskeakende äärtega, mille järel reguleeritakse mutrite asend, mis kinnituvad siibri-varrele nii, et nende ja siibri vahele jääksid ühesugused vaheruumid. Kui pumba kolvikäik on liiga väike, võib seda pikendada suurendades mainitud vaheruume ja ümberpöördult.



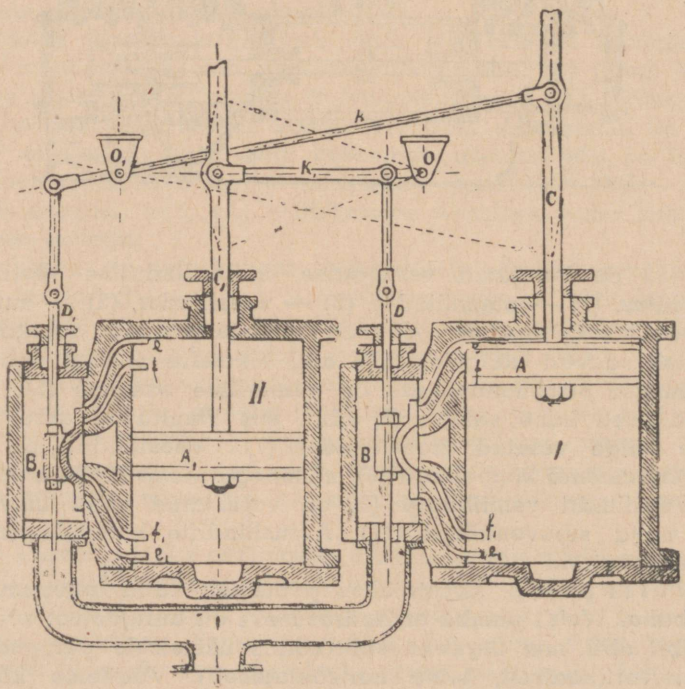
Joon. 481.

Joon. 483 on kujutatud vertikaalse, kahesilindrilise Worthington'i pumba ehitus. (1) — aurusilinder, (2) — veesilinder, (3) — aurukolvid, (4) — veekolvid, mis on asetatud ühisele varrele aurukolbidega; kolvivartelt saavad kangülekande abil liikumise siibrite varred, millede liikumise otsesuunamiseks on silindriline sammas (5); silindrid hoiduvad püsti kahe samba (6) abil, mis kinnituvad auru- ja veesilindrite külge valatud kronsteinides (7). Veesilindrid on valatud ühiselt vundamendi käppadega (8), milledega pump kinnitub laevakere külge. Veesilindri ventiilikarp (9) on varustatud nelja imiventiiliga (10) ja nelja suruventiiliga (11). Aurusilindrite kaantele on asetatud õlilubrikaatorid (12).

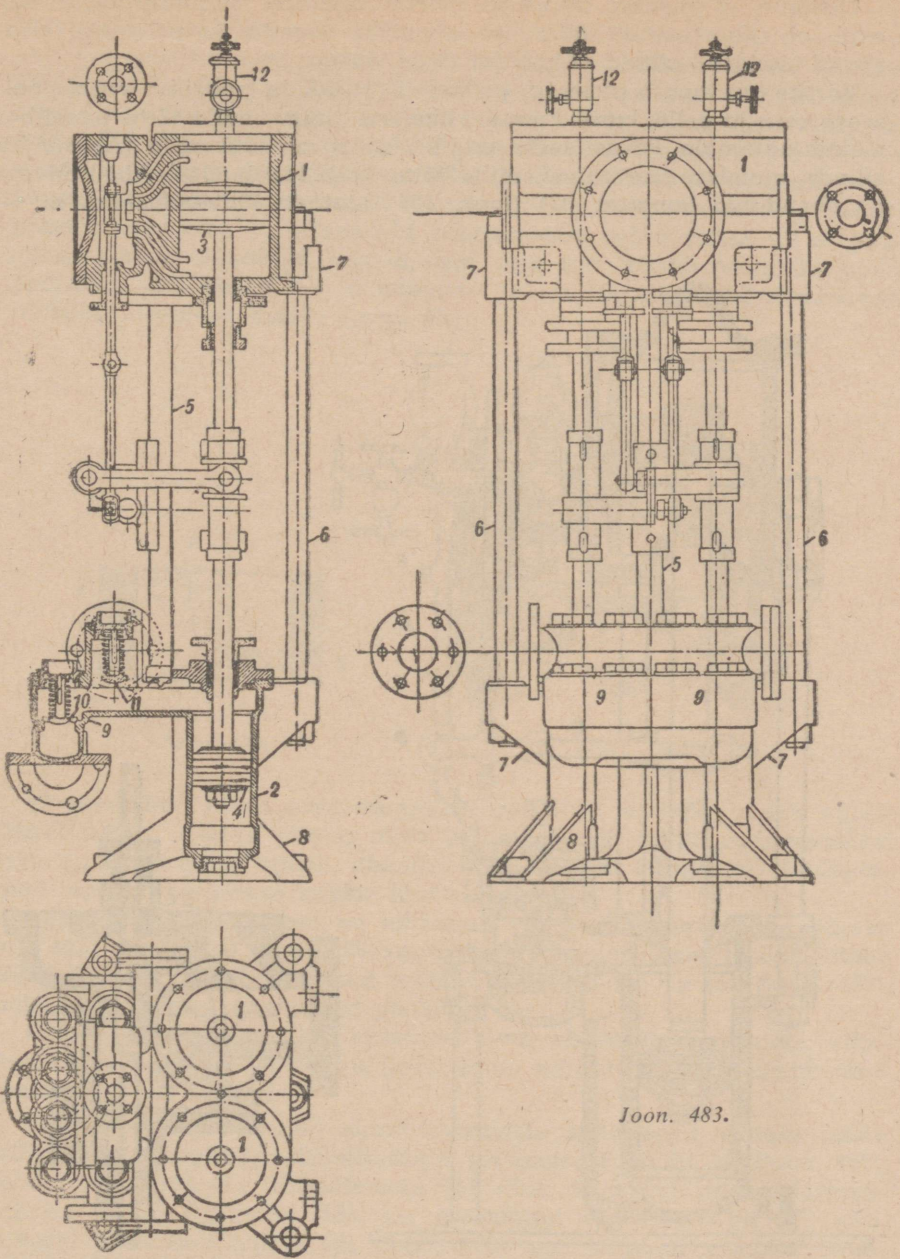
176. W e i r'i p u m p. Kasutatakse peamiselt katla toitepumbana ja õhupumbana. Weir'i pumba omapärasuseks on aurujaotus: see toimub kahe siibri abil, mis liiguvad siibrikarbis üksteisele perpendikulaarselt (üks vertikaalselt, teine horisontaalselt). Vaatleme kõigepealt pumba aurujaotust. Pumbal on kaks siibrit, pea- ja abisiiber.

Peasiiber (A) (joon. 484 kuni 491) on ümmargune; ta liigub horisontaalselt auru abil. Selle lamedat selga mööda liigub vertikaalselt karbikujuline abisiiber (B) (eraldi näidatud joon. 488, mis saab liikumise kangseadiselt; kangseadis koosneb kangist (C), mis omab pöörlemispunkti (D). Kangiga (C) on ühendatud abisiibrivars. Siibrikarbil (joon. 487) on kolm kanalit; nendest ühendab kanal (a) karbi silindri alumise ruumiga, (b) — ülemise ruumiga, (c) — on heitauru äravooluks. Peasiibris on samuti kolm aururuumi, mis on tähistatud tähtedega (A), (a) ja (f) (joon. 486).

Joon. 487 on peasiiber näidatud keskmises asendis. Kui teda nihutada vasakule, siis ühendab ta oma keskmise aururuumiga kanalid (a) ja (c), s. o. siiber hakkab välja laskma heitauru silindri alumisest aururuumist, parempoolses asendis aga ülemisest, ühendades aurukanalid (c) ja (b). Kanalid (c) ja (d) (joon. 486) on läbi puuritud peasiibri kehas ja näidatud punktiirjoontega: nad algavad peasiibri tööpinnalt, mida mööda liigub abisiiber, akendega (b) ja (e) (joon. 486), ja lõpevad peasiibri otstel.



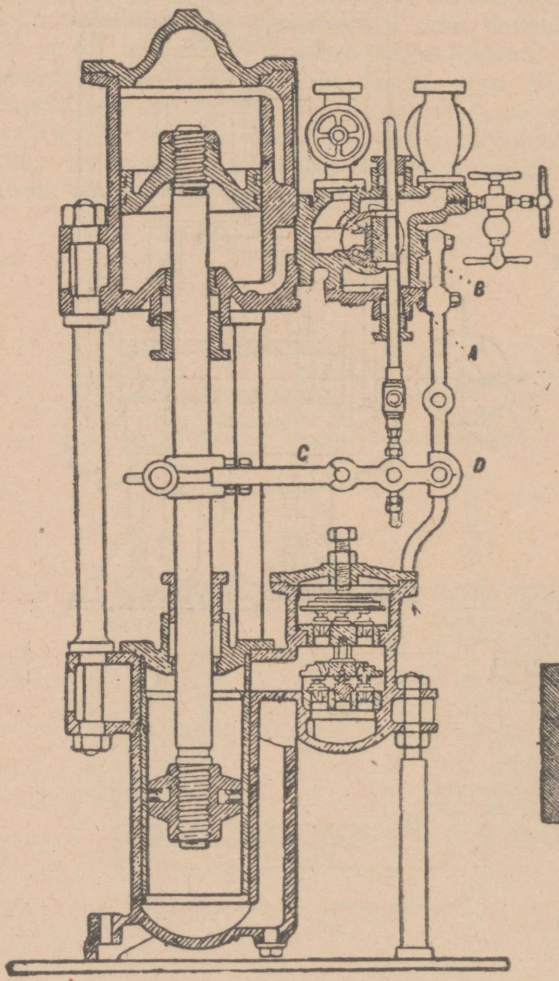
Joon. 482.



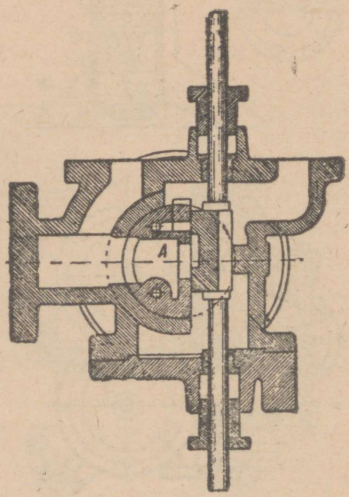
Joon. 483.

Oletame, et pumba aurukolb seisab alumisel surnud-punktil; siis asub abisiiber samuti äärmises alumises asendis ja peasiibril avanevad ülemised aknad (A) ja (e) (joon. 486).

Värske aur tungib akna (e) ja kanali (c) kaudu peasiibri vasakpoolsesse otsa ja selle karbi kaane vahelisse ruumi, mille tõttu peasiiber nihkub paremale. Pärast seda tungib värske aur läbi akna (A) pumba silindri alumisse aururuumi, mille tõttu kolb läheb üles. Abisiibrivars on ühendatud kangiga (C) (joon. 484) teatava lõdvendusega, nii et

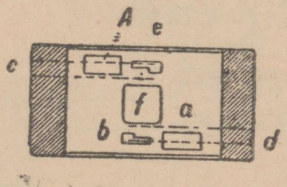


Joon. 484.

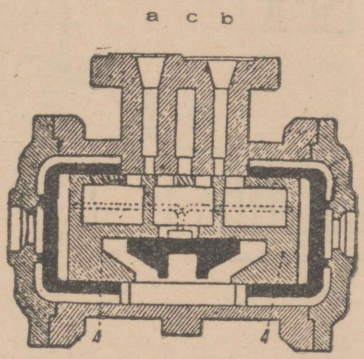


Joon. 485.

kolvi liikumisel ülespoole jääb abisiiber seisma, kuni kolb pole läbinud 0,6 oma käigust; pärast seda hakkab abisiiber samuti liikuma ülespoole ja 0,8 kolvikäigust lõpetab auru sisselaske. Kolb liigub oma käigu lõpuni auru paisumisega; abisiiber liigub ühes kolviga, saabudes ühes sellega oma äärmisse ülemisse asendisse; seejuures avatakse aknad (a) ja (b) (joon. 486) täielikult. Selle tõttu tungib värske aur läbi akna (b) ja kanali (d) peasiibris ruumi, mis asub peasiibri parempoolse otsa ja siibrikarbi parempoolse seina vahel, nii et peasiiber nihkub vasakule, samal ajal aga aur väljub vasakult poolt peasiibrit läbi kanali (c) ja akendest (e) ja (f), mis nüüd ühenduvad abisiibri sisemuse kaudu (joon. 488).



Joon. 486.



Joon. 487.

Et peasiiber, tulles oma äärmisse asendisse, ei lööks vastu siibrikarbi põhja, selleks sulgub aken (e), mis laseb välja auru peasiibri otsa ja karbi seina vahelt, abisiibri allalaskmise tagajärjel; järelejäänud aur aga surutakse kokku, luues aurupadja.

Selle tõttu, et peasiiber on nihkunud vasakule, tungib nüüd värske aur läbi aknast (a) (joon. 486) aurusilindri ülemisse ossa ja kolb läheb alla. Heitaur väljub silindrist mööda kanaleid (a) ja (c) (joon. 487), mis on omavahel ühendatud peasiibri abil.

Pumba käivitamisel, kui abisiiber asub ebasoodsas asendis, nihutatakse seda käsitsi kangiga (joon. mitte näidatud); kang omab tugipunkti pumba sambal.

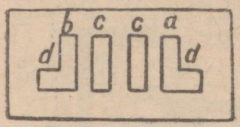
Et pump võiks töötada aurutäitmisastme muutusega, selleks omab siibrikarp sissepandavaid silindrilisi töötamisosi (d) ja (d) (joon. 490), mida võib pöörata käepidemete (e) abil, Peasiibri aurusisselaske-aknad (b) ja (a) (joon. 489) on varustatud väljalõigetega (d); siibrikarbi sisemised hülsid (d) (joon. 490) aga omavad nendele väljalõigetele vastavaid kanaleid (f). Pöörates hülsse (d) käepidemest (e)

ühele või teisele poole, laseme auru varem või hiljem sellesse või teise silindri aururuumi.

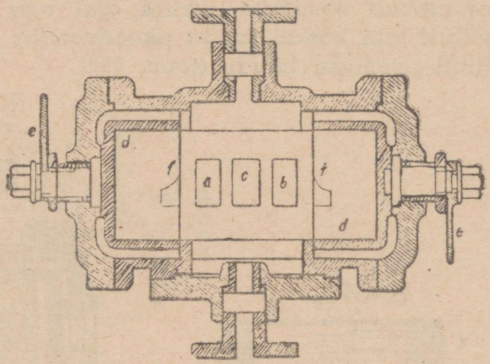
Et pump töötaks korralikult, peab siibrid väga hoolsalt kokku panema, et kõik hõõrduvad osad oleksid hästi juurde lihvitud ja et abisiiber suruks kergelt peasiibrile vedru või vahelehega; vajutus peab olema ainult selline, et mõlemaid siibreid võiks ilma erilise pingutuseta käsitsi liigutada.



Joon. 488.



Joon. 489.



Joon. 490.

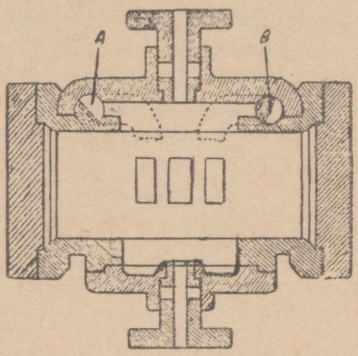
Weir'i pumpades, mis töötavad kõrge aurusurvega, toimub lisaauru sisselask kraanide (A) ja (B) abil (joon. 491), mis on ühendatud aurusilindri ülemise ja alumise aurukanaliga. Siibri käigu ja järgnevalt ka kolbide käigu kontroll teostub järgmiselt: sambal, mis on kujutatud joonisel 492 vasakul, on tehtud kärniga kaks punkti ja siibrivarrel — kolm. Siibrivars koosneb kahest osast: ülemisest — liigendiga, ja alumisest (B), mis on sisse keeratud ülemisse ja kinnitatud mutriga (A). Peale selle on siibrivarrel olemas: keskel kandiline osa (C) ja all mutter kontramutriga. Kandilise osa (C) ja alumise mutri vahele mahutub siibrikangi kahvel vaheruumiga. Kaugus (E) siibrivarrel keskmisest punktist (C) võetakse mõlemalt poolt, nagu näidatud, sirkliga samba poolt ja seatakse ühesugusena keskmisest punktist kuni mõlema äärmise punktini; seda võib saavutada nii siibrivarre osade (A) ja (B) sissekeeramise kui ka alumise mutri reguleerimisega.

Teistsugune kontrollimisviis seisneb selles, et lastakse pumbal töötada kõige väiksema käiguga ja hakatakse keerama sisse varre osa (B), keerates vabamaks mutrit (A); siis muutub liikumine ülespoole ikka väiksemaks, aurukatkestus aga aurusilindri alumises ruumis toimub ikka hiljemini, seni kui lõpuks kolb hakkab kergelt lööma vastu silindri kaant. Siis mõõdetakse kaugus kolvi topendmuhvi ja kolvi-

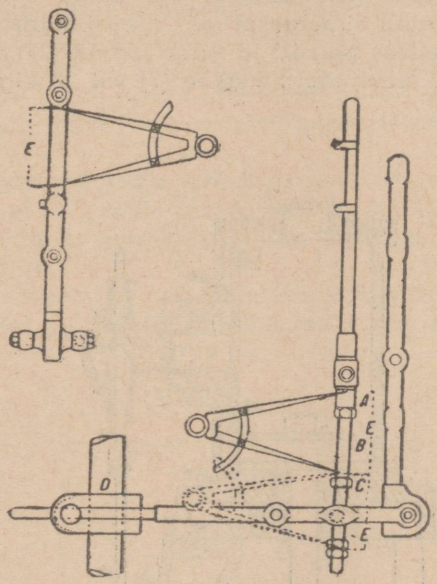
varre muhvi ääre (D) vahel. Pärast seda keeratakse siibrivart vastupidises sihis, kuni vastmainitud kaugus suureneb 12,5 mm võrra. Siis täpselt samuti lastakse alla alumine mutter kontramutriga, kuni kolb hakkab kergelt lööma vastu põhja; siis, mõõtes kauguse (D-st) kuni kolvivarre topendi vajutispunktini, keeratakse alumisi mutreid ülespoole seni, kuni see kaugus väheneb 12,5 mm võrra.

177. Blake'i pump.

Kasutatakse samuti nagu Weir'i pumpagi peamiselt katla toitepumbana ja õhupumbana.



Joon. 491.



Joon. 492.

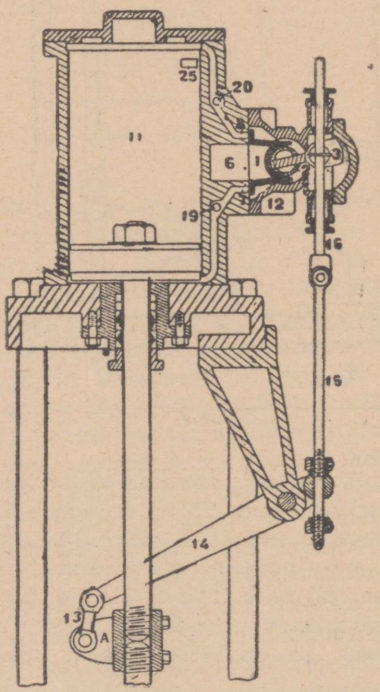
Blake'i pump on ühesilindriline ja oma ehituselt sarnane Weir'i pumbale. Samuti omab ta kaht siibrit; peasiibrit, mis töötab mööda siibrikarbi peegelpinda, ja abisiibrit, mis asetseb peasiibri seljal. Peasiiber (1) (joon. 493 ja 494) on karbikujuline (joonisel näidatud mustana) ja liigub horisontaalselt. Abisiiber (2) on silindriline, liigub samuti horisontaalselt ja koosneb keskmisest peenemast osast, mis asub peasiibri selja poolümaras õnaras, ja kahest otsmisest kolvist (joon. 495).

Abisiiber omab kaht liikumist: 1) horisontaalset ühele ja teisele poole silindrilises siibrikarbis, mis teostub kordamööda, auru sisselaskmisel

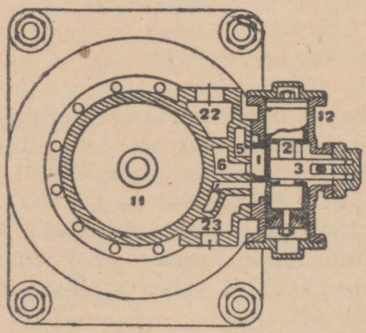
abisiibri ühele või teisele otsale, ja (2) pöördliikumist sõrmelt (3), siibrivarre (16), pideme (15) ja kangi (14) kaudu kolvivarre muhvilt (A) (joon. 493).

Horisontaalsel liikumisel tõmbab abisiiber enesega kaasa peasiibri, mis iseseisvalt liikuda ei saa. Joon. 495 on näidatud abisiiber, joon. 496 siibrikarbi tööpind peasiibri jaoks. See omab kolme ühesugust akent nagu harilik aurusilinder, kuid asetatud vertikaalselt. Vasakpoolne aken (4) on aurusisselaskeks alumisse, parempoolne (5) — ülemisse silindriruumi ja aken (6) — heitauru väljalaskeks. Vasakpoolne aken on ühendatud kanaliga akendega (24) silindri allotsas, parempoolne aken aga ühendub samaviisiliselt aknaga (25) silindri ülaotsas.

Peale nende akende on olemas veel kaks lisaakent (17) ja (8), mis on auru sisselaskmiseks aurusilindrisse, kui kolb on oma alumises või ülemises asendis ja suleb aknad (24) või (25). Auru sisselaske tõttu sel ajal ainult läbi lisaakna (7) või (8) liigub kolb aeglaselt.



Joon. 493.

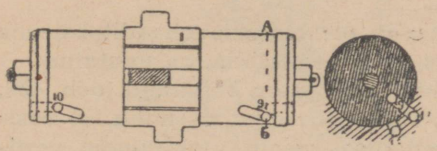


Joon. 494.

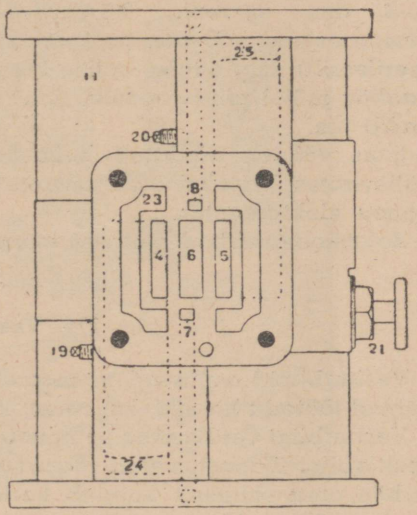
Oletame, et kolb liigub oma äärmisest alumisest asendist ülespoole, siis peab värske auru sisselase toimuma alumisse silindriruumi; järelikult peavad mõlemad siibrid olema liikunud paremale (joon. 496). Aur tungib läbi vasakakende (4) ja (7) aurusilindri alumisse otsa, heitaur aga väljub akende (5) ja (6) heitaurutorusse läbi ava (22) (joon. 494). Ülemine aken (8) on suletud peasiibri (1) hambaga (joon. 495). Kui kolb jõuab oma äärmisse ülemisse seisakusse, suleb kolb enesega akna (25), mille tõttu tekib auru kokkusurumine ja aurupadi. Samal ajal surub kang (14) (joon. 493) oma parempoolse otsaga varre (15) alumisele mutrile ja teostab abisiibri pöörde. Abisiibril on otstel kanalid (9) ja (10) (joon. 495), mis väljuvad ühelt poolt siibri silindrilisele külgpinnale, teiselt poolt aga lõpevad aukudega siibri põhjades. Siibrikarbis on mõlemal otsal kaks kanalit (17) ja (18), milledega võivad kordamööda siibri pöördumisel ühineda kanalid (9) ja (18). Kanalid (17) ja (18) on ühendatud värske- ja heitauruga sel viisil, et kui läbi akna (9) toimub auru sisselase abisiibri otsa, siis läbi akna (10) auru väljalase teiseltpoolt otsast, ja ümberpöördult.

Kui kolb tuleb äärmisse asendisse, pöördub abisiiber selliselt, et ava (9) (joon. 495) ühendub kanaliga (17), mille kaudu värske aur tungib siibrikarbi parempoolsesse ruumi ja järelikult tõukab abisiibri ja ühes sellega ka peasiibri v a s a k u l e.

Värske aur tungib nüüd läbi akende (5) ja (25) aurusilindri ülemisse ruumi ja kolb liigub alla. Et abisiiber ei lööks oma liikumisel ühele või



Joon. 495.



Joon. 496.

teisele poole vastu karbi põhja, katkestub auru väljalase läbi kanalite (9) või (10) ja vastavate kanalite siibrikarbi seinas (18), enne kui siiber jõuab äärmisse asendisse ja sel viisil jääb siibri edaspidine liikumine aurupadja mõjul seisma. Kaitseventiilid (19) ja 20) (joon. 496) ühendavad kanaleid (7) ja (8) kanalitega (24) ja (25) liiga suure auru kokkusurumise vältimiseks kolvikäigu lõpul ja on sel viisil aurupadja reguleerimiseks. Blake'i pumbad töötavad ühetasaselt ja võimaldavad laialdast kiiruse reguleerimist.

178. Rotatsioonpumbad.

Kasutatakse neid laevades tsirkulatsioon-, ballast-, pääste- ja katla toitepumpadena, esimesi üheastmelistena ja viimast mitmeastmelisena (mitme tiibrattaga), mis paiskab vett tsentrifugaaltungi mõjul suure hooga astmelt astmele, kuni vesi omandab soovitava surve. Tiibrataste võll saab liikumise elektrimootorilt, auruturbiinilt või aurukolbmasinalt. Joon. 497 on kujutatud ühekettaline (üheastmeline) rotatsioonpump, mille töötamisviis on järgmine: kiiresti pöörlema pandud tiibratas (B) liigub keres, mis on varustatud toruotstega vee sisse- ja väljavooluks. Vesi satub tiibade vahele või võlli (C) juures läbi kanalite (B) ja imitorust (A), visatakse tiibrattast ringi ja väljub suure kiirusega tiibrattalt mööda teokujulist pumba kere sisemist pinda laienevasse väljalasketorru (D), kus veele antud kiirus muutub püsivaks surveks.

Vee tõstekõrguse või surve järgi esineb madalsurve- ja kõrgsurve-rotatsioonpumpi. Esimesi kasutatakse 20—40 m veetõstekõrguseni ehk 2—4 atm surveni. Kõrgsurve-rotatsioonpumpi ehitatakse kuni kümne astmega 50 atm ja enam surveni. Vesi ühe astme piirdejoonelt (perifeerilt) tungib teise astme keskpaika; sealt paisatakse ta tsentrifugaaljõu mõjul piirdejoonele, kust tungib jälle järgmise astme keskpaika jne.

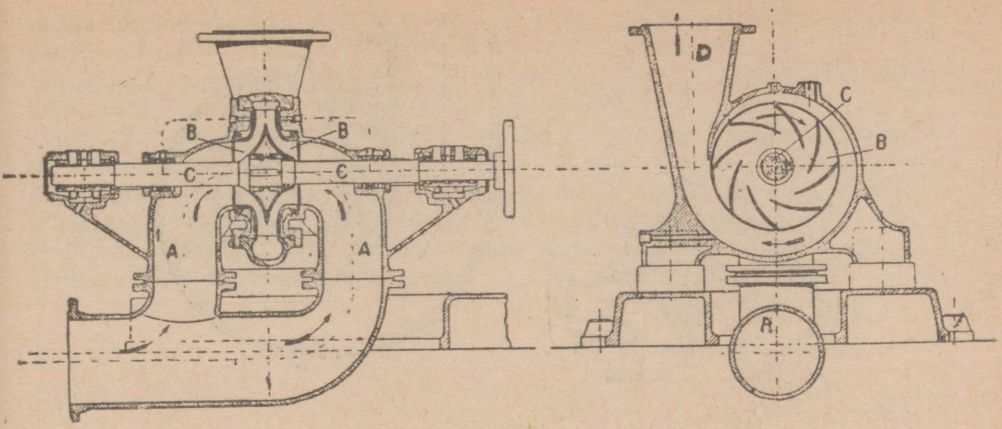
Joon. 498 on näidatud kolmekettaline (astmeline) rotatsioonpump välisvaates. Vasakul otsal on rotatsioonpump, paremal seda pöörlema panev elektrimootor.

Rotatsioonpumbad omavad suurt lihtsust ja tööjõudlust.

179. Vesiturbiinid.

Vesiturbiinid osutuvad võimsateks vee eemaldamisvahenditeks, mis võivad töötada ka siis, kui ruum, kus asub vesiturbiin, on uputatud.

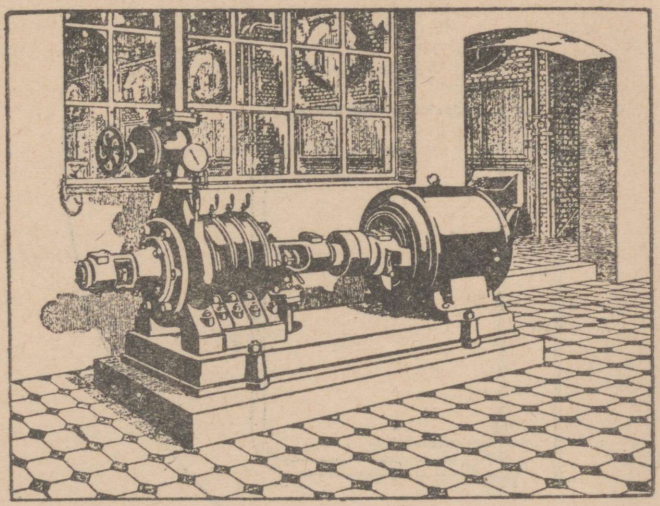
Vesiturbiini vertikaalne ja horisontaalne lõige on kujutatud joon. 499, vesiturbiini üldasetus aga joon. 500. Neist joonistest on näha, et vesiturbiin oma ehituselt kujutab horisontaalset tsentrifugaalpumpa vertikaalse võlliga (A) ja suurema arvu labidatega (B) kui harilikul rotat-



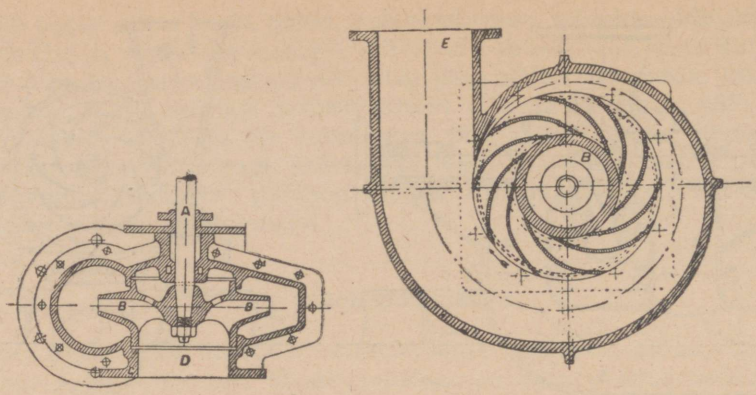
Joon. 497.

sioonpumbal. Nagu näha joon. 500, saab turbiin liikumise elektrimootorilt, mis asub ülemisel tekil, kõrgemal veejoonest.

Turbiin, olles täidetud veega, imeb vett läbi tsentraalse ava (D) (joon. 499) ja pumpab selle üle poordi mööda toru (E). Turbiini elektrimootori pikemaajalise töö tagamiseks jahutatakse elektrimootorit veega, mis tuleb turbiini väljavisketorust mööda harutoru (2) (joon. 500)



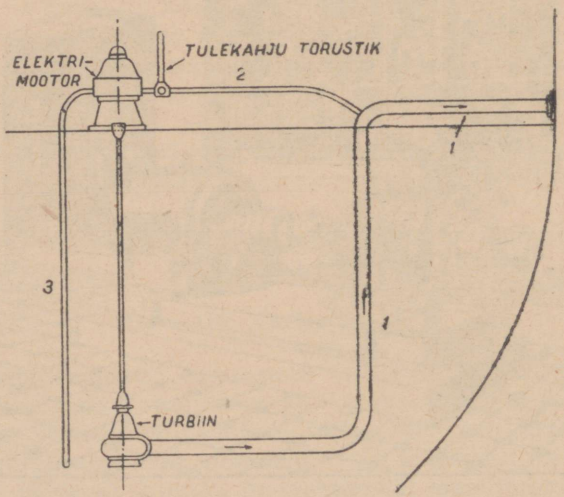
Joon. 498.



Joon. 499.

aing möödudes elektrimootorit jahutavast ruumist, jookseb mööda toru (3) alla. Vesiturbiinide võimsus on 200 kuni 500 tonni tunnis, äravoolutorude läbimõõt 175—250 mm.

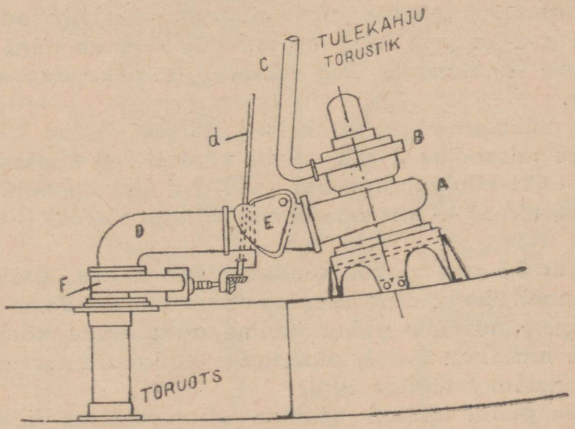
Vesiturbiine ehitatakse ka hüdrauliliste mootoritega, mis töötavad tuletõrjetorustikust, viimase survel kuni 18 atm. Sellise, ins. Iljin'i süsteemi turbiini asetus on näidatud joon. 501. Vesiturbiini (A) peal asub teine, kolmeastmeline vesiturbiin (B), mis osutub esimese turbiini moo-



Joon. 500.

toriks ja mis saab liikumise mööda toru (c) tuletõrje-magistraali vee survest. Turbiin (a) pumpab vee ülepoordi mööda toru (D), mis on varustatud tagasilöögiventiiliga (E) ja klinketiga (F) ; töötav vesi väljub turbiinist mööda erilisi kanaleid samuti äravoolutorusse.

Joon. 502 on antud Iljin'i turbiini vertikaallõige, mis eelmisel joonisel on näidatud külgvaates. Sellel joonisel on näha töövee järk-järguline üleminek, mis siseneb mööda kanalit (i) ja kanaleid (r) ning siirdub ühelt tiibrattalt teisele; tulles kolmandale tiibrattale, väljub vesi äravoolukanalisse (K). Ülaltpoolt on turbiin varustatud topendseadmega ja erilise ehitusviisiga kandelaagriga.



Joon. 501

KOLMEKÜMNES PEATÜKK.

Aurküte laevadel.

Aurküte on meie laevades erilise tähtsusega, kuna seda tuleb kasutada suurem osa aastast. Aurkütte printsiip seisneb auru latentse (peidetud) soojuse kasutamises, mis vabaneb auru kondenseerumisel aurkütte võrgus.

Vaadeldes küllastatud auru tabeleid, näeme, et ühe kilogrammi küllastatud auru täissoojus 2 ata survel võrdub 643 kilokaloriga, 0,5 ata puhul aga — 631 kilokaloriga. Sel viisil, kui ühe kg auru surve langeb 2 ata-lt — 0,5 ata-ni — siis annab aur väljapoole 643 — 631 = 12 kilokalorit.

Kui aga aur 0,5 ata survel kondenseerub veeks, siis vabaneb 550 kilokalorit, nimelt ühe kg auru latentne aurustamise soojus 0,5 ata puhul.

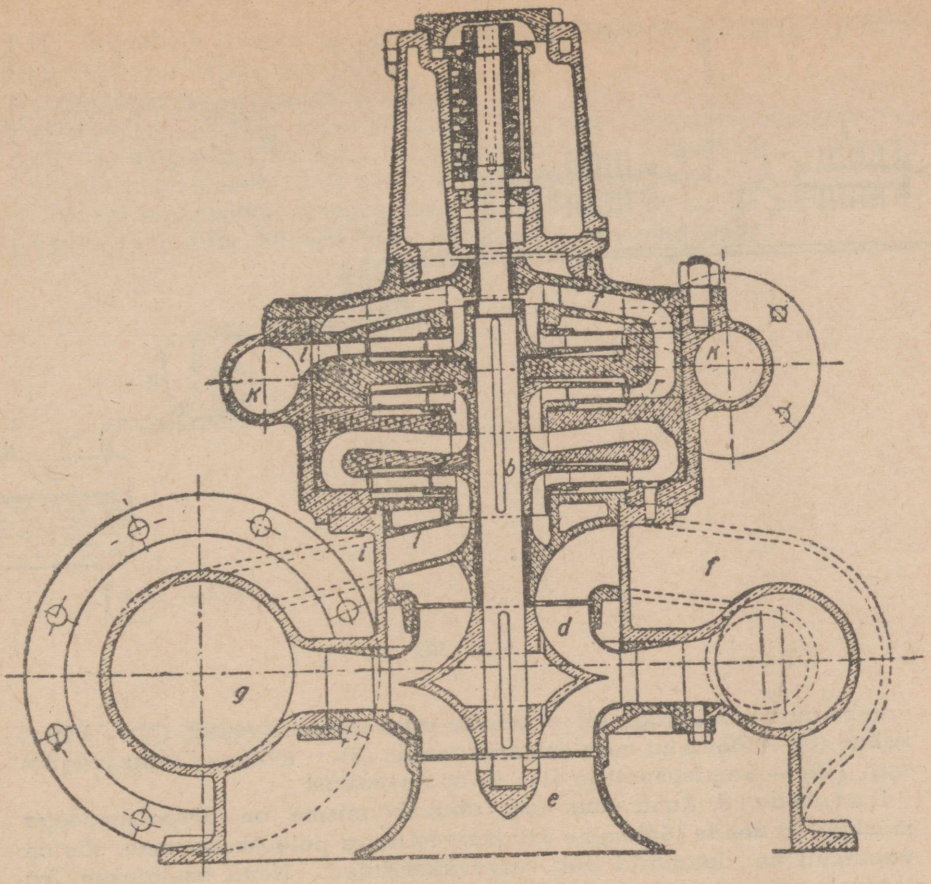
Järelikult pole aurkütte puhul oluline auru surve kõrgus. See hoitakse võrgus harilikult 2 atü, alandades katlaauru survet kas detandrite või reduktsioonventiilide abil.

Kõrge surve puhul tekitab aurküte ebameeldivat kõrbevat lõhna, kuna seejuures hakkab kõrbema õhus sisalduv tolm; lõpuks on kõrgema surve korral võimalik ka auru lekkimine torustikus, mis on eriti ebameeldiv reisijate ruumides.

Aur kütteks võetakse läbi reduktsioonventiilide kas ühelt peakateldest või abikatlalt. Reduktsioonventiile läbinud aur suundub (vahel läbi erilise separaatori) harilikult mitme sulgventiiliga varustatud jaotuskarpi, milledest väljuvad siis torustikud kõigisse magistraalidesse (ruumidesse), mis vajavad kütet või vee soojendamist igasuguseks otstarbeks.

Magistraalide arv võib olla väga mitmesugune, näiteks:

1) aur köökidesse, puhvetitesse, söögiriistade pesemiseks ja vee soojendamiseks vannides ja saunades;
2) kõikide ruumide kütmiseks sillal;
3) esimese klassi reisijateruumi kütmiseks;
4) teise klassi reisijateruumi kütmiseks;
5) meeskondade ruumide, tekireisijate ruumide ja roolikambrite kütmiseks.

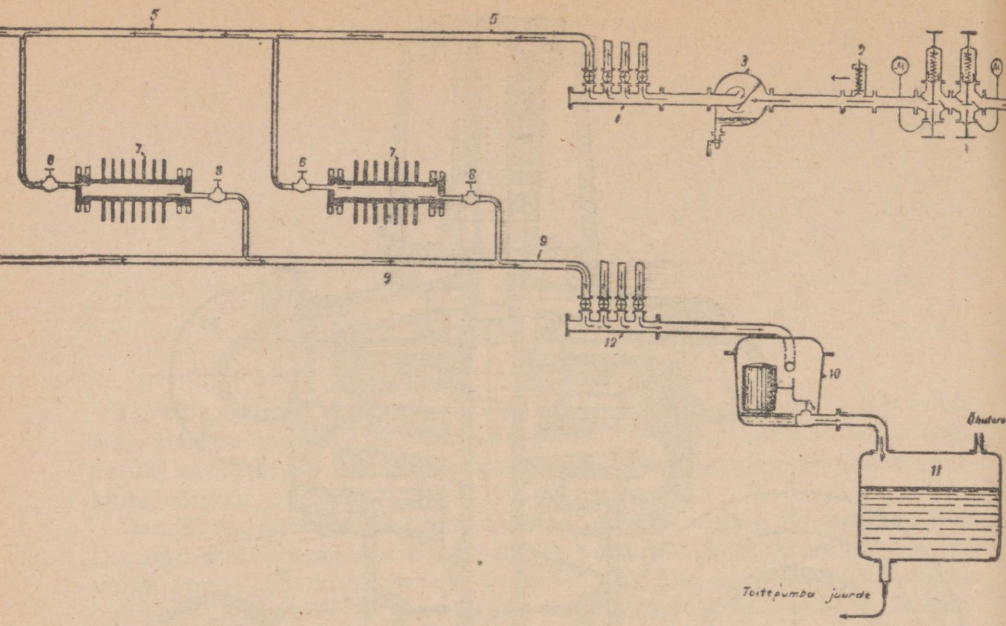


Joon. 502.

Värske auru magistraalid omavad läbimõõtu 10—40 mm ja on tehtud enamasti punasest vasest. Nad suunatakse harilikult väljaspool ruume, teki all, väikese kallakuga, nii et tekkiv kondensvesi voolab kaasa ühes auruga. Magistraalidest hargnevad torud küttekehade (radiaatorite) juurde, mis on varustatud sulgventiilidega. Samuti suunduvad küttekehadest harutorud kondensvee eriliste magistraalide juurde, kuhu jookseb kuum vesi küttekehadest; magistraal monteerub samuti kallakuti, ning vesi satub nendest erilisse jaotuskarpi, viimasest aga läbi kondenspottide soojaveekasti.

Aurkütte üldskeem laeval on näidatud joon. 503.

Joon. 503 on numbritel järgmine tähendus: (1) — aurudetandrid, (2) — kaitseventiil, (3) — vee-eraldaja, (4) — aurujaotuskarp, (5) —



Joon. 503.

värske auru magistraal, (6) — värske auru sulgemisventiil, (7) — küttekehad (8) — töötanud auru sulgemisventiil, (9) — töötanud auru magistraal, (10) — kondenspott ja (11) — soojaveekast.

D e t a n d r i d. Kuna suur osa abimehhanisme on lihtpaisumisega masinad ja nende töötamine kõrgsurveauruga pole ökonoomne, siis on vajalikud nn. detandrid ehk survevähendajad. Need asetatakse ka torudele, mis juhivad auru nii masina särkidesse kui ka auruküttesse. Detandreid on mitmesuguse ehitusviisiga.

K u m m i p l a a d i g a (diafragmaga) detander koosneb (joon. 504) pronkskerest (10), mis omab diagonaalset vaheseina. Selle keres asub ventiil (11), mis võib olla surutud pesale varre (12) abil käsitsi.

Keresse on sisse keeratud toru (13), mis lõpeb allpool kupliga (14). Selle kupli ääriku ja ääriku (15) vahele on kinni pigistatud kummiplaat (1). Toed (2) hoiavad ülal põikrauda (3), mis surub toru (4) ja muhvi (5) vastu äärikut (15).

Vars (16) tugineb seibisse (6) ja surub kokku vedru (7), mis omakorda, kannu (8) abil, püüab painutada kummiplaati ülespoole. Ventiil (11) on muhvi (17), varre (18) ja mutrite (19) ning (9) abil samuti ühendatud kannuga (8).

Aur satub seadeldisse noole suunas ja läbib ventiili, sest seda hoitakse lahtisena vedru (7) mõjul. Läbides ventiili, satub aur ka ruumi

(14) ja hakkab suruma plaadile (1), seda suurema jõuga, mida kõrgema survega aur läbib ventiili.

Auru surve suurenemisel ventiili (11) taga, hakkab aur ületama vedru pinget ja painutama plaati (1) allapoole. Seejuures hakkab ventiil (11) sulguma ning auru läbikäik väheneb. Tähendab, auru surve ventiili taga oleneb alati vedru (7) surumisjõust.

Vahel kasutatakse kummiplaadi asemel teras- või ka punasest vasest plaate. Sellisel juhul on plaadil laineline kuju.

KOLMEKÜMNE ESIMENE PEATÜKK.

Külmutusmasinad ja külmutusseadmed.

181. Üldist.

Külmutusmasinateks (refrižeraatoriteks) nimetatakse masinaid, millede otstarve on jahutada mitmesuguseid ruume, aineid ja esemeid ning hoida nende temperatuur madalamal ümbritseva õhu omast. Nende masinate ülesandeks laevades on: keldrite jahutamine ja temperatuuri hoidmine vajalistes piirides, mis võimaldab toiduainete alalhoidmist, kunstjää valmistamine ja sageli ka eluruumide jahutamine külma õhuga. Laevades kasutatakse kolme liiki külmutusmasinaid: 1) õhuga, 2) kergelt auruvate vedelikega ja 3) soolavee lahuga töötavaid.

182. Õhuga töötavad külmutusmasinad.

Nende töötamise põhimõtte selgitamiseks märgime järgmisi gaaside omadusi: gaaside kokkusurumisel silindris, mille seinad on isoleeritud, tekib gaasi surve ja temperatuuri tõus; kui gaasi hulka lasta paisuda endise surveni, siis saame algsurve ja algtemperatuuri; kui aga gaasi enne paisumist jahutada ja alles siis lasta langeda ta survet algsurveni, siis langeb gaasi temperatuur alla algtemperatuuri ja järelikult silindrisse sisselastud õhk väljumisel jahtub.

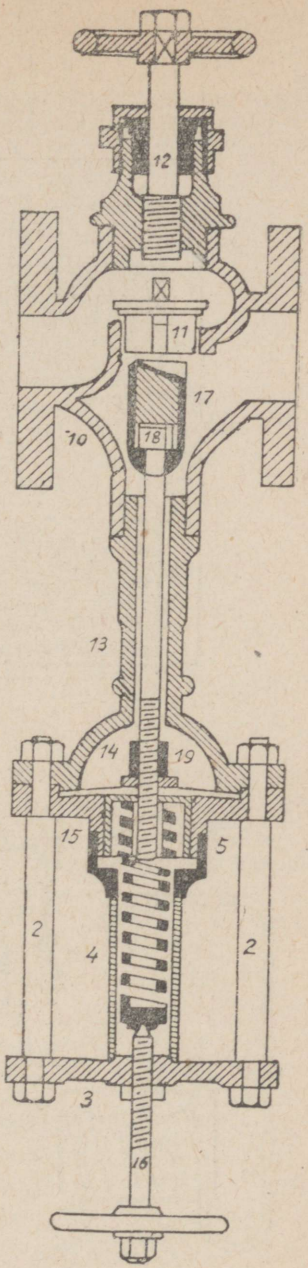
Joon. 505 on kujutatud skemaatiliselt sellise õhk-külmutusmasina seade. Keldrist imeb kompressor (A) õhku läbi jahutaja (G), mille ülesanne selgub allpool. Kompressori poolt kokkusurutud õhk satub kompressorist kondensaatorisse (E), kus ta jahutatakse veega. Jahutaja torudest läbi minnes satub õhk paisujasse, kus ta paisub peagu algsurveni ja madaldab oma temperatuuri suurel määral; paisutaja silindrist voolab õhk läbi siibri tagasi keldrisse. Õhk, millega töötab külmutusmasin, sisaldab palju veeauru, mis võiks sattuda kompressori ventiilidele ja rikkuda neid. Seepärast peab õhk enne ta saabumist kompressori silindrisse veidi kuivenema; selleks ongi jahutaja (G); temasse korjub niiskus, mis tuleb ühes õhuga. Skeemil on näidatud ka töötavo

õhu surved ja temperatuurid. Õhuga töötavatel jahutusmasinatel on see puudus, et nende võimsuse suurendamiseks peab suurendama ka õhuhulka, mille tõttu need masinad muutuvad rasketeks ja suuremõõtmelisteks.

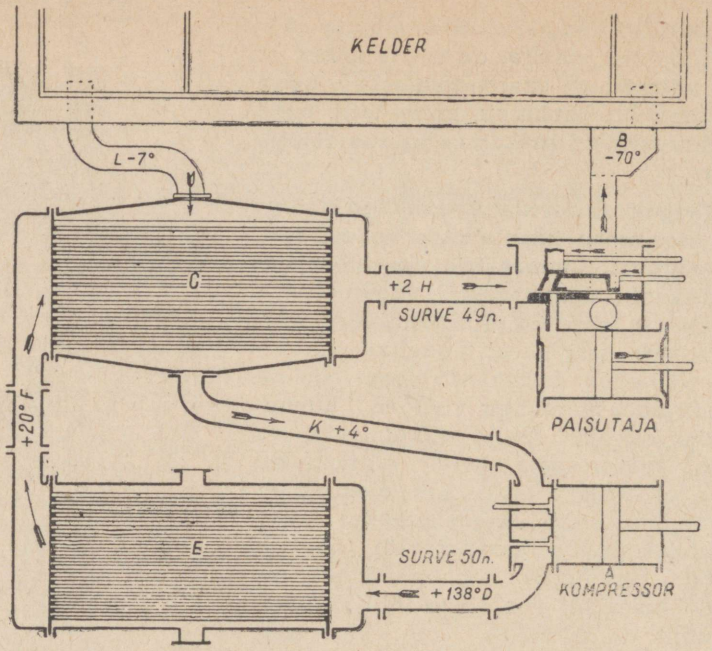
183. Kergelt auruvate vedelikega töötatavates masinates kasutatakse vedelikuna: süsihappegaasi, ammoniaaki ja kloor-metüüli. Madal temperatuur saavutatakse neis vedelate gaaside aurutamisega, kusjuures soojus, mis kulub vedelike aurutamiseks, võetakse ümbrusest. Joon. 506 on näidatud kloor-metüüliga töötava külmutusmasina skeem. Selle töötamisviis on järgmine: kompressori kolvi allaminekul imetakse silindrisse gaasilises olekus olev kloor-metüül; kolvi tagasiminekul üles satub kokkusurutud kloor-metüül jahutaja madustikku; jahutajas muutub kloor-metüül vedelikuks. Siit voolab ta läbi reguleerimisventiili aurustajasse, kus kloor-metüül muutub gaasiks ja imetakse tagasi kompressorisse, et korrata ringvoolu. Kloor-metüüli aurutamine toimub selle soojushulga kulul, mis on võetud ta ümbrusest. Niisuguseks ümbruseks on aurustajas ringivoolav soolavee lahu, mida pumbatakse katkestamatult läbi aurustaja. Jahutatud lahu läbistab keldris mahutuva madustiku ja tuleb tagasi aurustajasse.

Kloor-metüüliga ja teiste kergelt auruvate vedelikega töötavad masinad on küll kompaktsed ja kerged, võrreldes õhkmasinatega, kuid omavad puudusena, et tarvitavad varuks gaasi; seejuures on mõned neist gaasidest mürgised ja mõjuvad kahjulikult ka metallidele.

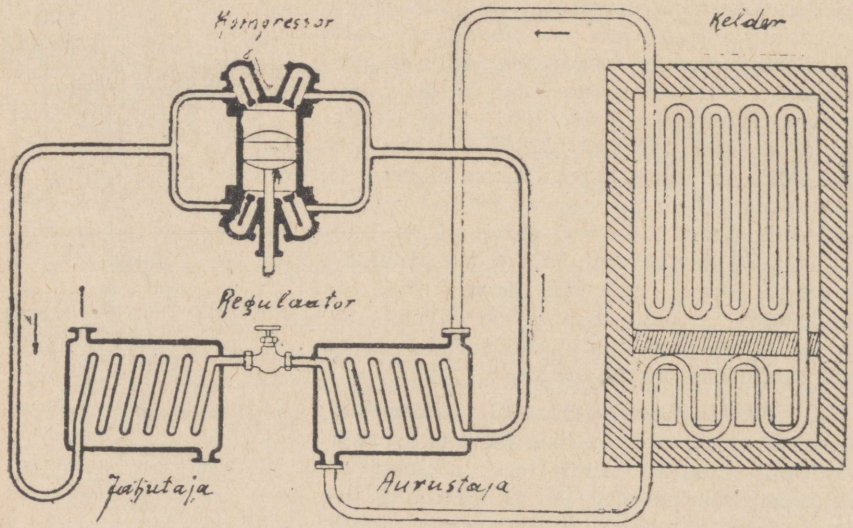
184. Westinghouse-Leblanc'i külmutusmasin on mainitud puudustest vaba, sest töötavaks aineks temas on küllastatud soolavee (keedusoola) lahu. Oma töötamise põhimõtte järgi kuulub see masin eelmainitud teise rühma. Masina ehitus-



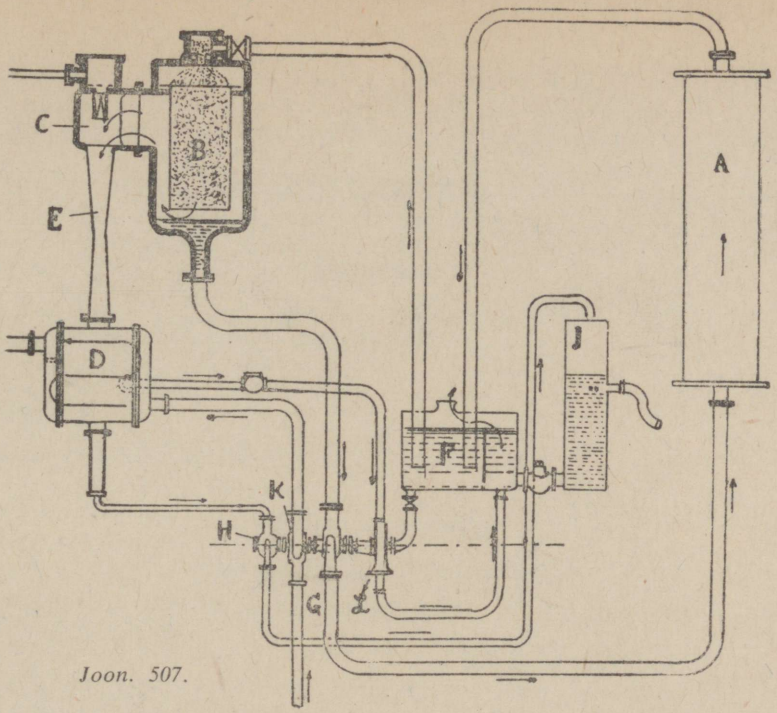
Joon. 504.



Joon. 505.



Joon. 506.



Joon. 507.

viis on näidatud skemaatiliselt joon. 507. Tema peaosaks on aurustaja (B), kuhu satub soolavee lahu piiskade kujul, läbides võrgu. Aurustajas hoitakse kõrge vaakuum; vaakuumi tõttu aurub soolasest vedelikust teatav hulk vett, sellega ära võttes järelejäänud soolalahult soojust. See jahutatud lahu imetakse aurustajast pumbaga (G), aetakse läbi jahutajast (A) ja tilgub sisterni (F); sisternist (F) imetakse lahu uuesti aurustaja (B) hõrendatud ruumi.

Läbi õhujahutaja (A) liigub jahutatavate ruumide õhk ventilaatori abil, mis pole näidatud joonisel.

Aurutajas (B) hoitakse tühjust alal auruežektori (C) abil, mille kiirelt liikuv aurujuga kisub endaga kaasa auru ja õhku aurustajast ning juhib need mööda toru (E) jahutajasse (D); jahutajas tsirkuleerib jahutusvesi. (K) on tsirkulatsioonpump; sellesse sattunud aur kondenseerub ja pumbatakse pumba (H) abil sisterni (J). Õhku pumpab jahutajast (D) välja pump (L). Õhk voolab sisterni (F), kust väljub noole suunas.

Kõikides mainitud külmutusmasinates saavad kompressorite kolvid ja pumpade töörattad oma liikumise kas aurumasinatelt või elektrimootoritelt.

SISUKORD

Algmõisted

Lk.

1. Aurumasina töötamise põhimõte. Värske- ja heitaur 5
2. Ühe- ja mitmesilindrised aurumasinad 6
3. Aurumasina töö diagramm 10
4. Atmosfääri surve 12
5. Manomeetrid 13
6. Vaakuummeetrid 16
7. Surve arvutamine kolvile 16

Esimene peatükk

Aurusilindrid ja nende üksikosad

8. Silindrite materjal ja nende valmistamine 18
9. Silindri üksikosad 18
10. Aurukanalid 22
11. Töösärk 23
12. Silindrikaaned 26
13. Siibrikarpide kaaned 28
14. Siibrikarbi tööpind 29
15. Läbipuhukraanid 30
16. Töösärkide läbipuhumine 30
17. Kondenspotid 31
18. Silindrite kaitseventiilid 32
19. Masina stopp- ja regulaatorventiilid 33
20. Kahekordne stopp- ehk manööverventiil 34
21. Silinderkomplekti armatuur 38
22. Silindri isoleerimine ja isoleerimismaterjalid 38

Teine peatükk

Aurumasina kolvid.

23. Kolvi ülesanne ja ehitusviis 39
24. Kolvi keha ja selle materjal 39
25. Kolvirõngas 41
26. Ramsbottomi kolb 42
27. Kolvirõngaste lukud 43
28. Tugivedrud 44
29. Ujurõngad 45
30. Kolvikaas 46
31. Kolvivarred ja tihenduskarbid 48

Kepsumehhanism.

Lk.

32. Kepsu ja liuglejat mõjutavad jõud 52
33. Ristpead 54
34. Paralleelid 57
35. Kepsud 58
36. Väntvõll 61

Kolmas peatükk.

Võllistik ja selle laagrid; sõupropellerid.

37. Üldist 63
38. Tugivõll 63
39. Tugilaager 65
40. Vahevõllid 69
41. Täävvõll ja täävtoru 70
42. Sõuvõll 75
43. Sõupropeller 77
44. Kruvijoon ja kruvipind 78
45. Tüüpilisemaid propellereid 80
46. Sõupropelleri sammu mõõtmine 85
47. Sõupropelleri libisemine 87

Neljas peatükk.

Aurumasina sambad ja raamid.

48. Masina sambad ja (kolonnid) 88
49. Masinaruum 89

Viies peatükk.

Siiber-aurujaotuse seadmed.

50. Üldist 91
51. Karpsiiber 91
52. Kompensaator 92
53. Aurujaotuse ja ekstsenterseadme põhimõtteid 93

Kuues peatükk.

Aurujaotus.

54. Aurujaotus normaalsiibriga 95
55. Ülekatted 98
56. Aurujaotus ülekatetega siibri abil 100
57. Siibridiagrammid 105
58. Zeuner'i siibridiagramm 106
Tegelikud andmed aurujaotuse elementide kohta 110

Seitsmes peatükk

Eri liiki siibrid

59. Penn'i viieaknaline siiber 112
60. Trikk'i siiber 113
61. Silindriline siiber 113

Lk.
62. Kolbsiiber 116
63. Auru katkestus ja katkestussiibrite konstruktsioon 116
64. Mayer'i aurukatkestusseade 116
65. Rieder'i aurukatkestusseade 117

Kaheksas peatükk.

Käigumuutmisseadised (kulissid).

66. Üldist 121
67. Stephenson'i kuliss. 121
68. Ekstsentriku ja selle rehvi konstruktsioon 125
69. Ekstsentrikuvarred 127
70. Sektorid ja kulissikivid 129
71. Tõmmitsad ja käigumuutmisvõll 131
72. Marshall'i kuliss 132
73. Käivitus- ja diferentsiaalsiiber 136
74. Pöördsiiber 136
75. Käsitsi-käigumuutmis-seadis 138
76. Auruga töötav käigumuutmisseade 139
77. Brown'i auru-hüdrauline käigumuutmisseade 139
78. Aurumasina pööramisseadmed 141

Üheksas peatükk.

Auru kondensatsioon.

79. Üldist 143
80. Injektsioonkondensaator 143
81. Pindkondensaator 145
82. Kondensaatori torud 146
83. Kondensaatori armatuur 149

Kümnes peatükk.

Masinaid teenindavad pumbad.

84. Kondensaatorite klinketid 150
85. Tsirkulatsioonpumpadena kasutatav kolb- ja tsentrifugaalpump . . 151
86. Õhupump 153
87. Soojaveekast 1d0
88. Masina toitepumbad 160
89. Ruumi- ehk piltsipump 162

Üheteistkümnes peatükk.

Toitevee-filtrid.

90. Üldist 166
91. Edmstok'i (Harris'e) filter 166
92. Oljunini filter 167
93. Normann'i filter 167
94. Schmidt'i filter 169

Kaheteistkümnes peatükk.

Toitevee eelsoojendid, aurustid ja magestid.

95. Toitevee eelsoojendid 171
96. Normann'i eelsoojendi 171
97. Weir'i eelsoojendi 173

Lk.
98. Schmidt'i eelsoojendi 174
99. Regeneratsioon 175
100. Aurustid 175
101. Magestid 178

Kolmeteistkümnes peatükk.

Õlitamine.

102. Üldist 182
103. Käsi-õlikannud 184
104. Lubrikaatorid 184
105. Õlitoosid tahiga 185
106. Šarko õlitoosid 186
107. Staufer'i õlitoosid (tavotitoosid) 188
108. Mollerup'i määrdeaparaat 188
109. Tsentraalne õlitorustik 188
110. Tsentrifugaal-õlitamine 189

Neljateistkümnes peatükk.

Masinatelegraaf ja tiirulugejad.

111. Kõnetorud 194
112. Masina-telegraaf 194
113. Tiirulugeja 196
114. Tahhomeeter 197

Viieteistkümnes peatükk.

Ventiilmasinate uuemaid süsteeme.

115. Auru töö ventiilmasina silindris 201
116. Ventiilmasinad ja nende seadmete süsteemid 202
117. Ventiilaurujaotuse hüved ja puudused, võrreldes siiberaurujaotusega 202
118. Ventiilseadme olulisemad osad 203
119. Ventiilide ehitus 203
120. Lenz'i ventiilaurumasinad 207
121. Ventiilmasinate aurujaotus ja käigu muutmine nukksiivide abil . . 211
122. Ekstsentriline ventiilaurujaotus 214

Kuueteistkümnes peatükk.

Otsevoolulised masinad.

123. Cristiansen-Meyr'i pooleldi otsevoolulised aurumasinad 218

Seitsmeteistkümnes peatükk.

Indikaatoridiagrammid ja masina võimsuse määramine.

124. Masina võimsus 227
125. Indikaatorid 228
Liikumise ülekandmine masinalt indikaatorile käiguvähendajad . . 232
126. Indikaatori vedrud 233
127. Indikaatordiagramm 235
128. Indikaatori ülesseadmine masina silindri külge 236
129. Indikaatordiagrammide võtmine 237
130. Võimsuse kindlaks-määramine indikaatordiagrammide järgi 239
131. Indikaatordiagrammidest järeldatud korratused masina töös ja nende vältimine 242
132. Suhe kütteaine kulu ja laeva kiiruse vahel 248

Kaheksateistkümnes peatükk.

Laeva aurumasinate ekspluatatsioon.

A. Masinate töö järelevalve.

Lk.

133. Masinate ja abimehhanismide järelevaatus ja ettevalmistus tööks . 251
134. Masina soojendamine ja proov 251
135. Abimehhanismide valmispanek tööks 253
136. Masina töö järelevalve käigu ajal 253
137. Laagrite ja muude hõõrduvate osade järelevaatus 255
138. Kolvi- ja siibrivarte ning nende tihenduspukside järelevalve 256
139. Masina normaalne müra 257
140. Õige õlitamise järelevalve 258
141. Kondensaatori järelevalve 259
142. Toitepumpade ja toitevee järelevalve 261
143. Masinisti (mehaaniku) vahikohustused 262
144. Masina seisma panek ja töö lõpetamine 263

B. Masina jooksev remont, häired ja vigastused ning nende kõrvaldamisviise.

145. Silindrite ja siibrikarpide lahtivõtmine 264
146. Laagrite lahtivõtmine ja sobitamine 267
147. Laagrite kontroll ja nende pingutamine 258
148. Vända seadmine surnud-punktidele 269
149. Siibrite kohalepanek ja kontrollimine 270
150. Võllide kontrollimine 272
151. Paralleelide kontrollimine 274
152. Laagripoolte ülevalamine valgemetalliga 275
153. Tähtsamaid töid masina juures seisul dokis 277
154. Masina valmispanek talveks 279

Üheksateistkümnes peatükk.

Auruturbiinid.

155. Üldmõisted auruturbiinidest; aktiiv- ja reaktiiv-turbiinid 281
156. Turbiini võrdlus aurumasinaga ja diiselmootoriga 287

Kahekümnes ja kahekümne esimene peatükk.

157. Nüüdisaegsete laevaturbiinide jaotus ja tüübid 290

Kahekümne teine peatükk.

158. Auruturbiinide üksikosad 296
159. Turbiinide õlitamisseadmed 346
160. Aurutorustikud. Auru sisselaske- ja manööverventiilid 348
161. Regulaatorid ja nende seadmed 355
162. Võllipööramisseadmed 360
163. Tagasikäigu-turbiinid 360

Kahekümne kolmas peatükk.

164. Ulekanne turbiinidelt sõuvõllidele 362

Kahekümne neljas peatükk.

165. Aurumasina ja auruturbiini koostöö Bauer-Wach'isüsteemi järgi . . 376

Kahekümne viies peatükk.

Lk.
166. Auruturbiinide ekspluateerimine 382

Kahekümne kuues peatükk.

167. Üldist 392
168. Clark-Chapman'i süsteemi roolimasin 394
169. Brown'i roolimasin 397

Kahekümne seitsmes peatükk.

Ankru- ja pelimasinad.

170. Üldist 403
171. Pelimasin ehk braspill 404
172. Auruvintsid 407

Kahekümne kaheksas peatükk.

Laeva tõstemehhanismid.

173. Auru-tõstekraanad 410
174. Elektrivintsid 413

Kahekümne üheksas peatükk.

Laevapumbad.

175. Worthingtoni pump 414

Vastutav toimetaja H. Veide.

Keeleline toimetaja J. Väinaste.

Ladumisele antud 16. VII 1947. Trükkimisele antud 3. II 1948. Trükiarv 7200. Paber 61:86, 1/16. Trükipoognaid 27,75. Arvutuspoognaid 35,0. Trükitähti trükipoognas 50 615. MB-02419. Trükikoda „Ühiselu", Tallinn, Pikk tn. 42. Trükikoja tellimise nr. 1357.

На эстонском языке.
К. Андессаар. Паровые котлы и турбины.

RBL. 12.—

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS" ◦ 1948