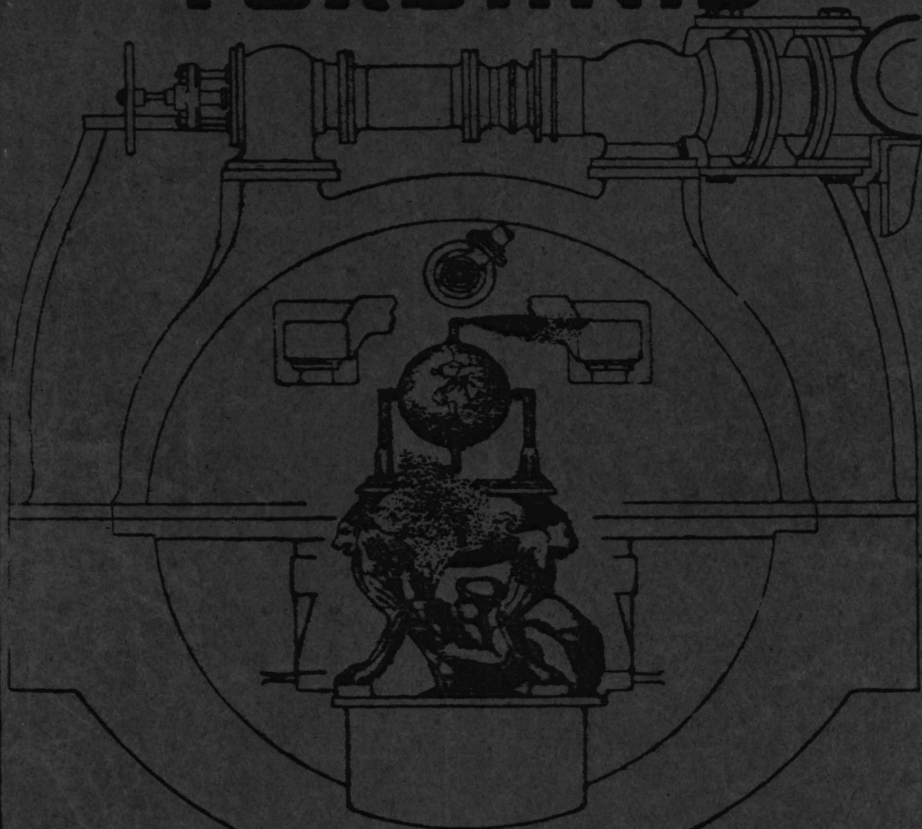


TURBIINID



Kokkuseadnud

K. ANTON

Kapten-Major, Dipl.-Ins.

Merejõudude Sloabi väljaarve

1930a.

5877
TURBIINID.

ENSV
Riiklik Avalik
Raamatukogu

Kokkuseadnud
K. A n t o n.
kapten-majoor, dipl. ins.

Merejõudude staabi väljaanne
1930 a.

J. Ubar. V. B. A.

Üldmõisted turbiinidest.

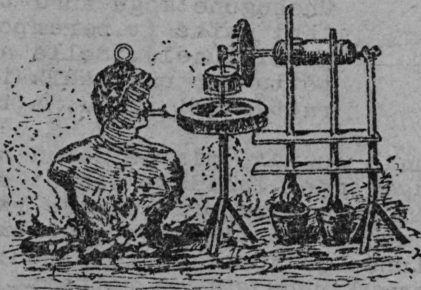
Pöörlev-liikumise saavutamise mehhanismi puudused kolbe masinas andsid tõuke mõttele - ärakasutada auru jõudu sel viisil, et ta töö üleanduks otse võllile, s.t. et masin ei omaks mingisugusi ülekarne osi.

Auru turbiini säädisse idee oli olemas juba ammu, kuid praktiliselt teda ärakasutada õnnestus alles viimasel ajal, paljuarvuliste katsete tagajärjel. Käesoleval ajal on jõudnud auru turbiinid samasse täielikuse astmeni, auru kulu mõttes, nagu kolbe masinadki. Selle tõttu eelistatakse turbiine paljudes nende rakendusharudes, sest et turbiinide hüved ja paremused on väga suured.

Joonistusel (1) on näidatud säädis, millega esmalt oli teostatud auru töötamisviis n.n. turbiinides rattastega (aktiivsetes).

Nagu näha, tekkis siin aur riistas, mis omab inimkeha ülemise osa kuju: riista sisemusse kallati vett. Selle soojendamise tõttu tekkis riistas aur, mis väljatuli suupitsi kaudu. Auru juga oli juhitud ratta rehvi külge kinnitatud labidate peale, ratta aga pani liikuma mehhanismi, mis näidatud paremalt poolt.

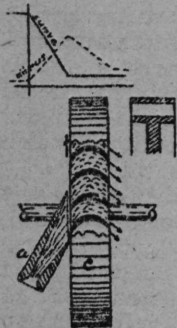
Suupitsis sündis auru paisumine, mille tõttu auru osakesed omasid liikumise kiiruse



Joon. 1.

ja millise näd siis edasandisid ratta labidatele, pannes selle pöörlema.

Auru turbiin, mis ehitatud selle auru töötamise printsiibi alusel on näidatud joon (2). Ta koosneb rattast (c), mis asetatud teljel ja varustatud kõverjooneliste labidatega. Toruots (a), mis juhib auru juurde, on seatud kallakult rattale; selle tõttu astuvad auru osakesed ratta labidatevahelisesse ruumidesse ilma löögita. Otsetoru sisemine kanal laieneb vähehaaval, missugust otstükki nimetatakse puhujaks.



Puhuja sisemine kanal on ehitatud sel viisil, et aur temas võiks paisuda surveni, milline on kesta, mis ümbritseb ratta c. Lähikäik aga auru jaoks labidate vahel on tehtud nii, et selle lähikäigu löikepind oleks ühesugune kogu auru teel läbi ratta (v. parempoolsel joonistusel). Selle asjaolu tõttu aur oma lähikäigul rattast ei paisu, s.t. ta

surve jääb alaliseks.

Ratta pöörlemine sünnib suunas, mis näidatud noolega (d) auru osakeste mõju tagajärjel labidate peale: auru osakesed liiguvad inertsjõul ja annavad oma kiiruse rattale.

M ä r k u s: Diagrammil joonistuse ülemises osas on näidatud auru kiiruse ja surve muutuse suurused tema läbiminekul puhujast ja rattast.

Joonistusel (3) on näidatud säädis, mille abil oli teostatud esmakordselt auru tegevuse printsiip, mida tarvitatakse turbiinides trummiga (reaktiivsetes).

Ta koosneb riistast, milles sündis aur vee soojendamise tagajärjel. Riist omab kaks kronsteini, millele vahele mahtus

õõnes, metall kera. Kera oli kohale seatud sel viisil, et ta võis pöörleda telje ümber, mis läbib kronsteini otsi.



Kera omas kaks ots-
tükki, mis paenatud olid
vastupidises suunas, s.o.
ülemine otstükk joonis-
tuse taha poole, tagumine
aga - joonistuse ettepoole.
Vasak kronstein oli teh-
tud õõnsana auru läbikäi-
guks riistast kera sise-
musse.

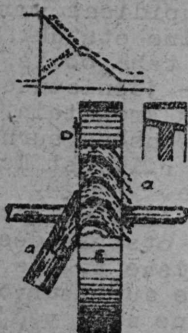
Auru väljatulemisel
kera otstükkidest atmos-
fäärisse tekkis nende
peale auru surve, vastu-
pidine auru väljatuleku
suunale (auru reaktsioon)
ja kera sai sellest sur-
vest keerutusliikumise.
Samasuguse, kuid vee
mõju seinte peale riistas,
millest ta välja jookseb
näeme meie säädises, mida
füüsikas nimetatakse
Segneri rattaks.

Joon.3.

põhjal on näidatud joon.4. Vahe ehituses, võrreldes joon.
(2), seisab ratta labidatevahelise auruläbikäigu (kanaali
kujus: see on tehtud laienevana auru liikumise suunas
(v.parem joonistus). Selle asjaolu tagajärjel aur, läbi-
minnes mööda kanaale labidatevahel, paisub seal ja sün-
nitab reaktsiooni ratta labidate peale sihis, mis vastupi-
dine tema väljumise suunale, s.t. noole (d) sihis, mille
tõttu ratas omab pöörlemisel liikumise.

M ä r k u s: Diagrammil joonistuse ülemises osas on näida-
tud auru kiiruse ja surve muutused, tema läbi-
minemisel puhujast ja rattast.

Aktiiv- ja reaktiiv turbiini omadused.



Joon.4.

Iga uuemaaja tööturbiin koosneb kahest rattast, millede küljes ringiliselt kinnitatud kõverjoonelised labidad. Üks nendest ratastest kannab juhtiva ratta ehk staatori nime, teine aga, mis ühes võlliga pöörleb on tööratas ehk rootor. Vastavalt nimetatakse ka labidaid kas juhtivateks, ehk töölabidateks. Iga auru turbiin koosneb paljudest juhtivatest ja töötavatest ratastest, mis asetatud paari kaupa teine teise järele ühel ja samal võllil. Igat paari nimetatakse elementaarseks turbiiniks. Suurte laevade turbiinides on

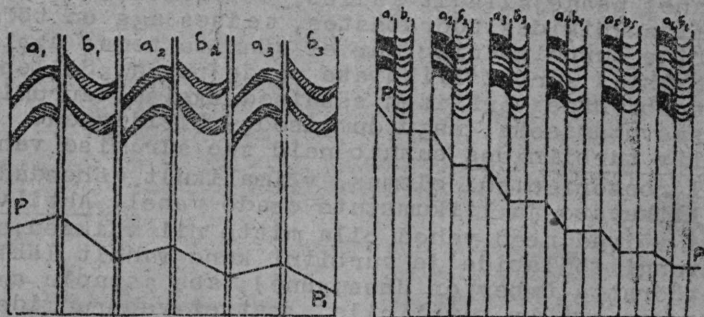
neid elementaar turbiine mitukümmend, auru kõige parema kasutamise mõttes ehitatud.

Samaks otstarbeks ehitatakse elementaar turbiinide läbimõõtu järjestikult kasvavalt auru liikumise sihis, s.t. et mõningate, läbimõõduga (d) elementaarturbiinidele järgneb grupp elementaar turbiine läbimõõduga (d_1), siis jällegi diametriga (d_2) j.n.e., kusjuures on $d < d_1 < d_2 \dots$ jne. Ühe ja sama läbimõõduga (d) elementaar turbiinide kogu nimetatakse sektsiooniks ehk turbiini asteks. Aur tungib kanaalidesse juhtivate labidate vahele ja sattub, neid mõõdudes, töölabidatele, millede peale siis ta oma energia tagavaraga mõjub, survet sünnitades. Esimesest elementaarturbiinist läbimõõduga (d) elementaar turbiini juhtiva- ja siis töölabidate peale jne., kuni ta kõikidest juhtivatest ja töölabidatest läbi läheb.

Iga süsteemi turbiinis saab muudetud auru kasulik paisumise töö kineetilisse ehk liikumise energiasse. Nagu juba mainitud, on olemas turbiine aktiivseid ja reaktiivseid

Aktiiv turbiinides töötab aur ainult oma kineetilise energiaga ehk n.n. liikumise jõuga, kuid auru surumine töölabidates jääb alaliseks, mille tõttu ka auru kiirus alaliseks jääb. Auru paisumine (surve langemine) sünnib juhtivas aparaadis (kas labidates või puhujates). Reaktiiv turbiinides töötab aur peale oma liikumise jõu veel oma paisumisega, mis auru kiirust veelgi suurendab. Auru surumine liikuva labida ees on siin suurem, kui tema surumine labida pealt tulles.

Auru töötamise vahet aktiiv ja reaktiiv turbiinides selgitavad meile diagrammid (joon.5 ja 6) kus $a_1, a_2, a_3 \dots$ juhtivaid rattaid, $b_1, b_2, b_3 \dots$ aga töörrattaid tähendavad. Esimene diagramm kuulub reaktiiv turbiinile, teine - aktiiv turbiinile.



Joon.5 ja 6.

Mõlemad joonistused kujutavad laiali laotatud pinda, mis saadud, kui meie kujutame enesele auru turbiini lõigatuna silindrilise pinnaga kontsentriselt turbiini teljele. Nagu diagrammist joon.5 näha, väheneb auru surve (p) reaktiiv turbiinis lainesarnaste hüppetega, s.t. iga juhtiva ratta ees saab aur vähe kokkusurutud (kanaali kitsenemise tõttu väljumisel), teatud energia hulga korjamiseks tagavara-na. See tagavara saab ärakasutatud auru paisumiseks töö ratta sees, kus, nagu diagrammil näeme, surumine joon (pp1)

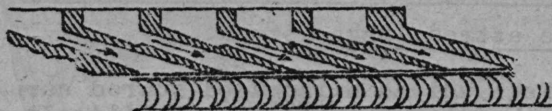
allapoole kaldub. Teise elementaarse turbiini juurde jõudes, tõuseb surve joon vähe uuesti (kokkusurumine juhtivas rattas) ning kaldub jälle allapoole (paisumine teises töörrattas) j.n.e. Et auru surve töörratta mõlemalt poolt ei ole võrdne, siis sünnivad surumise vahed turbiini telje sihis, missuguseid eriliste sisseseadetega, n.n. vastukaalu kolbedega ehk durmmisitega tasakaalu viidakse ja missugused aga reaktiiv turbiini konstruktsiooni keerulisemaks teevad.

Aktiiv turbiinides (diagramm joon.6) paisub aur ainult juhtivas rattas, kus teatud surve omab ja selle alalise surve juures oma liikumise jõu töölabidatele edasi annab. Surumise joon (pp₁) läheb juhtivate labidate piirides kalakult, töötavate labidate kohtades - horitsontaalselt. Auru surumine jääb alaliseks ja ühesuguseks töörratta mõlemal küljel; sellepärast seisabki vahe aktiiv ja reaktiiv turbiini vahel peasjalikult selles, et esimeses sünnib auru paisumine kõikides töörrattastes, teises aga on töörrattastes alaline surumine ning aur ei sünnita temas aksiaalselt (telje sihis) survet liikuvate osade peale. Sellepärast on aktiiv turbiinides erilised säädised aksiaal surumiste tasakaalu saavutamiseks, nagu dummised - üleliigsed.

Reaktiiv turbiinides sünnib neid see surumise vahe, mis mõlemal rootori otsal olemas, võimalikult vähendada vaheruumi liikuvate ja liikumatute osade vahel. Aktiiv turbiinides võivad need vahed olla mitte nii väiksed, sest et aur ei tungi töölabida ja turbiini kere vahelt läbi (surumine töörratta ümber on ühesugune); see asjaolu annab tähtsa paremuse aktiiv turbiinile, sest et vaheruumide vähenemine toob enese järele hädaohtu - labidate puutumist liikumata osade vastu ja nende rikkeid. Reaktiiv turbiinides peab auru sisselaskma tingimata juhtiva ratta kogu ringilisel pinnal ühtlaselt. Aktiiv turbiinil võib seda teha ka partsiaalselt, s.t. auru võib sisselasta ainult ühes osas juhtiva ratta pinnast (puhujad), milline asjaolu aktiiv turbiinile jällegi paremuse konstruktiivses mõttes annab. Kuid ka reaktiiv turbiinidel on oma tähtis hüve - auru kulu nendes on ökonoomilisem.

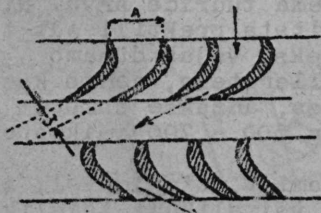
Auru liikumine ja tema kiirus turbiinis.

Auru juga liikuva labida peale juhitakse kahel viisil: kas puhujate (aktiiv turbiinides), ehk juhtivate labidate (reaktiiv turbiinides) abil. Puhujaks (joon.7) nimetatakse kanaali vahelduva läbilõikega. Kanaali eesosa kitsamaks mi-



Joon.7.

üks teisest eemale paigutatud, nagu joon.8; nende vahel sündivatesse kanalidesse (A-B) tungib aur, enne liikuvate labidate peale tulemist. Kanaalid on labidate liikumisele kallakud; kallakuse nurk ehitatakse harilikult $17^{\circ} - 20^{\circ}$.



Joon.8.

ja surve langevad ja osa auru kondenseerub; 2) selle tõttu väheneb soojuse hulk, mida sisaldab eneses aur; 3) auru erimaht suureneb; 4) selle tõttu kasvab auru kiirus ja

neva, tema väljuv osa - laiuneva kuju; see viimane osa puhujal jääb mõnel juhul tumisel koguni ära. Juhtivateks labidateks (joon.8) nimetatakse turbiini liikumatuid labidaid, mis

Vaatame, missugused muudatused sünnivad auruga tema läbikäigul turbiinis. Võtame näiteks üheastmelise, s.t. ühe rea puhujatega ja ühe rea liikuvate labidatega turbiini. Olgu auru algsurve turbiini eel 15 kg., lõpusurve turbiini taga 0,1 kg. Kui oletame, et aur kuiv, täisniiske aur on, et turbiini seinad soojust läbi ei lase ja et kanalide seinte vahel hõõrumist ei ole, samuti ka teisi kaotusi, siis näeme, et auru läbikäigul puhujast: 1) auru temperatuur

järjekult, tema liikuv jõud, s.t. potentsiaalno energia (auru soojus) väheneb, kuid tema kineetiline energia kasvab. Teoreetiliselt on väljaarvatud, et auru seisukorra jaoks: 15 kg. alg- ja 0,1 kg. lõpusurvet võrdub auru lõpu kiirus umbes 1220 meetert sekundis. Tegelikult oleks aga mainitud turbiinis auru kiirus väljumisel puhujast igasuguste soojuse kaotuste ja hõõrumiste tõttu väiksem ja võrdub umbes 1100 mtr.sek.

Turbiini tuuride arv. Ühe ja mitme rõhuastmed.

Kiiruse astmed. Segastmed.

Vaatame, mil viisil võivad niisugused suured aurukiirused praktiliselt ära kasutatud saada. Teoreetiliselt on samuti väljaarvestatud, et aktiivse turbiini maksimaalse kasuliku koefitsiendi saavutamiseks peab turbiini labidate kiirus olema võrdne poole auru kiirusele, s.t. käesolevaks juhtumiseks $1100:2 = 550$ mtr.sek. Kui labid kinnitada rattale, mille läbimõõt (D) oleks üks meeter, siis saaks tema tuuride arv (N) väljaarvatud järgmisest valemist:

$$\frac{\pi \cdot D \cdot N}{60} = 550 \text{ mtr.sek.}$$

kust saaksime, umbes, $N = 10500$ tuuri minutis. Ratta vähema läbimõõdu juures saaksime veel suurema tuuride arvu. Niisugust suurt tuuride arvu aga ei tarvitata praktiliselt täidesaatvatel mehansmidel, sest näiteks, vajab dümamo 3 - 4000 tuuri minutis, laeva propelleritele, nende kasuliku töötamiskoefitsiendi silmaspidades, antakse samuti 300 - 400 tuuri minutis, suurtes- ja 500 - 700 väikestes laevades.

Turbiinide tuuride arvu vähendamist, tingimusel, et nende kasulik töötamise koefitsient võimalikult täielik oleks, teostatakse kolmel viisil:

- 1) Tarvidusele võttes mehaanilised abinõud, nagu hammasrattaste ülekande, kui väikse hammasrattaga turbiini võlli siduda, suurega aga - täidesaatva mehansmi võlliga. Kui nende mõlema hammasratta ülekande arv (p) on, siis on mehansmil ka (p) kord vähem tuurisid, kui turbiinil enne. Niisugune hammasrattaste sädis on tarvitata

peaasjalikult n.n. de Laval turbiinides, missuguseid harilikult dünamomasinate jaoks tarvitatakse.

2) Mitmerõhu astmete tarvitamisega, mis on käsile võetud reaktiiv-, näiteks Parsonsi turbiinides, kus kogu soojuse energia on ära kasutatud mitte ühes astmes, vaid mitmetes, järjekorralistes astmetes. Soojuse hulga lange-mise tõttu igas astmes vähenduvad vastavalt auru väljumise kiirused juhtivatest labidatest, mille tagajärjel vähenevad ka liikuvate labidate kiirused, millise asjaolu tõttu ka võlli keerlemise kiirus ja seega tuuride arv väheneb. Rõhu astmete arv on turbiinis seda suurem, mida vähem labidate kiirus olema peab. Nii näiteks, on Parsonsi laeva turbiinil, millelt väikest tuuride arvu nõutakse, rõhu astmete arv tihti ligi 100.

3) Kiiruste astmete tarvitamisega, missugune viis on pruugitav ainult aktiiv, näiteks Kurtisi turbiinides. Järgdes kogu surve langemise mitmesse astmesse, millest igaüks koosneb mitte ühest juhtivast aparaadist ja ühest töörrattast, vaid 2,3 ehk 4 ja enam puhujate aparaadist ja ratastest, muutub iga astme surve esmalt kiiruseks. See kiirus ehk kineetiline (liikumise) energia muutub aga iga astme juhtivate aparaatide ja töörrataste abil järjekorraliselt mehaanilisse tööesse, kusjuures iga töörratas kasutab ainult osa kiirust..

Peale puht aktiiv- ehk reaktiiv turbiinide, ehitatakse veel laialt laeva turbiine sega süsteemi ehk n.n. aktiiv-reaktiiv süsteemi järgi, kus ühes turbiinis on koondatud nii rõhu kui ka kiiruse astmed. Niiugused turbiinid, n.n. Parsonsi-Brown-Boveri süsteemi turbiinid on meie sõjalaeva-del m/r. "Lennuk'il", m/r. "Vambola'l", t/p. "Sulev'il".

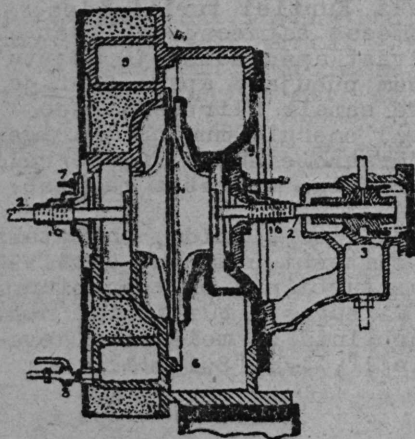
Turbiinide ehitus.

Lavali turbiin.

See turbiin on esimene mis sai praktilise rakenduse. Ta koosneb (joon.9) ratast (1), mille küljes ringiliselt on kinnitatud üks rida labidaid. Labidat on asetatud kallakult ratta teljele. Ratas on kinnitatud teljele (2), mis keerleb vastavates laagrites. See võll tehakse väga peenikesena, et takistada ta murdumise võimalust, mis võiks ette tulla võnkumistest turbiini ratta kiirel keerlemisel. Laagrite

(3) sisepooled omavad ümarguse välispinna, et võimaldada võllile paenduda vajaduse järgi turbiini keret (4) sulub kaas (9). Võlli läbimise kohtades kerest ja kaanest on ehitatud tihenduspunktid (10). Värske aur tuleb ruumi (5). Siit sattub ta puhujate kaudu, ratta labidate peale. Iga puhuja sulgub ventiiliga (puhujad ja ventiilid joonistusel näidatud ei ole). Töötanud aur väljub kondensaatorisse ruumi (6) kaudu.

Aur selles turbiinis töötab samal viisil, nagu seletatud joon.2. Iga puhuja vastu tuleb mitu



Joon.9.

labidat ja auru juga, mis voolab ühest puhujast, töötab ainult nendel labidatel. Tegevuses olevate puhujate arvu suurendamisega suureneb labidate arv, mis töötavad auru surve mõjul ja ratta keerlemise kiirus kasvab.

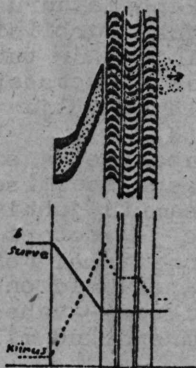
Üldiselt on niisuguse üheastmelise ehk ühekettalise

turbiini keerlemise kiirus väga suur. Sellepärast varustatakse võlli turbiini hammasratta ülekandega.

Et ühekettalises turbiinis väljuv aar omab veel suure kiiruse, siis kasutakse seda asjaolu ehitates kaks ehk kolm rida labidaid rattal. Nende labidate ridade vahele mahutatakse liikumatult kinnitatud sektorid (4) labidatega, missugused juhivad auru joa kallakult teise rea (3) liikuvate labidate peale. Ratas omab kuju, mis näidatud joon. (10).

Sellel juhtumisel sünnib auruurve ja kiiruse muutus nii, nagu näidatud diagrammil joonistuse all.

Parsonsi turbiin.



Joon.10.

alumine ose on ühtlasi turbiini aluseks ehk vundamendiks, ülemine - kaaneks.

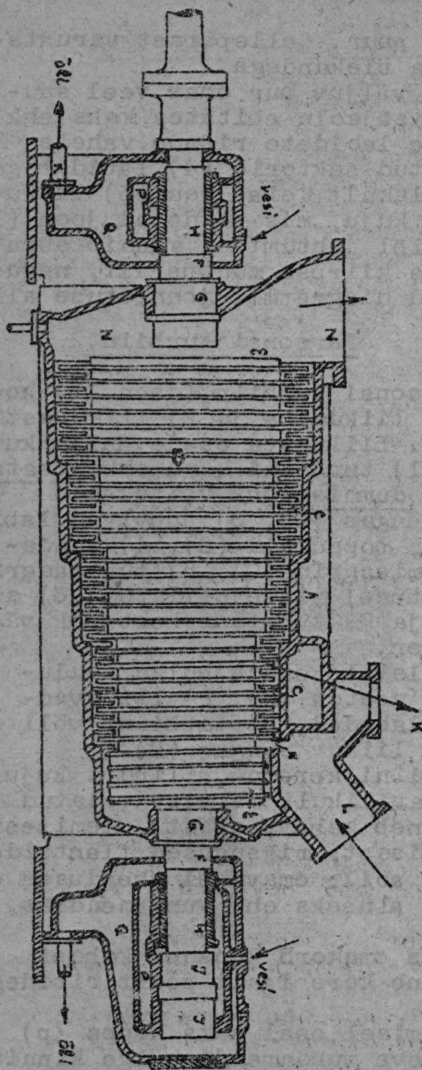
Suurtes turbiinides on kaas omakord koosnev kahest osast. Kõvaduseks on silindriline kere igalt poolt ribidega varustatud (joon.12).

Eest ja tagantpoolt on alumisel osal kaks käppa (p) (joon.11), milledega turbiin laeva vundamendi külge kinnitatakse. Silindri kere kaetakse soojust halvasti juhtivate

Parsonsi turbiin, (joon.11) koosneb: 1) liikumata ja 2) liikuvast osadest. Liikumata osade hulka kuuluvad: 1) turbiini kere ehk staator (A), 2) dummise ehk vas tukaalu kolbe rõngas (O), 3) juhtivad labid (C), toppuksid (G), 4) kande- ehk raamlaagrid (Q), 5) tugilaagrid (joonistusel mitte näidatud), 6) armatuur ja 7) turbiini kest ehk välisvooder.

Keerlevate osade hulka kuuluvad: 1) rootor (D), 2) liikuvad- ehk töölabid, 3) turbiini võll ja dummise liikuv rõngas (E).

Turbiini kere on silindri kujuline, harilikult malmist valatud ja koosneb kahest osast: ülemisest ja alumisest, missugused flantsidega poltide abil, omavahel ühenduses on;



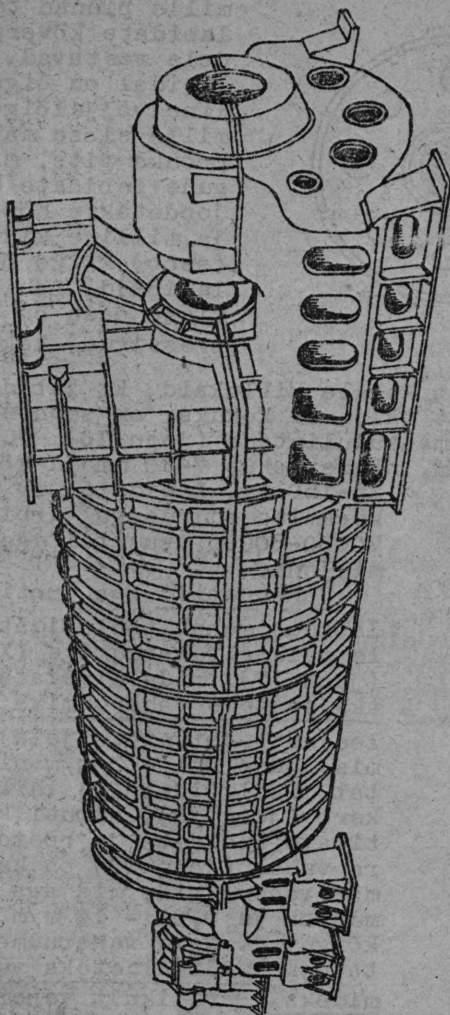
ainetega, pealt pan-
nakse kinni metall
voodriga. Kere sees-
misel, silindrilisel
pinnal on kinnitatud
juhtivate labidate
read (C), paralleel-
selt teine teisele;
nende vahel asetuvad
töölabidad (K) roo-
tori peal. Turbiini
kere labidate ja
rootori kere vahel
tekib rida kõverjoo-
nelisi kanaale auru
lähikäiguks turbiini
telje sihis. Auru tun-
gib sisse toruotsast
(L) ja läheb välja
torust (N).

Töölabidate ja si-
lindri kere seesmise
pinna, samuti juhtivate
labidate ja rootori
kere pinna vahel tek-
kivad vaheruimid on
väga väikesed, - vahest
kuni kümnendikud milli-
meetrid.

Rootori ehitus.

Rootor kujutab õõnsat
trummi, temast läbi-
lastud võlliga, ning
ta välimus tuletab
meelde hiiglat ümmar-
gust harja, mida har-
jaste asemel aga met-
tallabidad ümbritsevad.
Rootor koosneb võllist,
mille otsas peale edasi-
ja tagasikäigu trummide

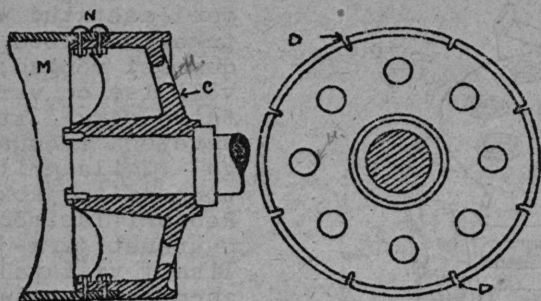
Joon. 11.



Joon.12.

(labidate jaoks) veel asetatud vastukaalu kolbed ehk dummisi rõngad; völli ise on varustatud ringiliste astetega (rõngastega) tugilaagrite ja toppendite jaoks. Rootori läbimõõt suureneb järk-järguliselt vastavalt surumise astetele ja on varustatud oma otstes kahe sissepandava põhjaga ehk n.n.padruga niga. Joon.13 on näidatud niisugune põhi (C), mille peale rootori trumm (M) poltide (N) abil kinnitatud on. Põhjasse on tehtud avaused (H) auru läbikäiguks rootorist ja augud (D) - aurust kondenseeruva vee jaoks, missugune rootorisse korjuda võib.

Labidad - on turbiini pea osa; nad valmistatakse pronksist. Labidad (joon.14) asetatakse ringiliste soontesse missugused olemas rootori trummi peal. Iga kahe labida vahele mahutatakse erilise, pronksist

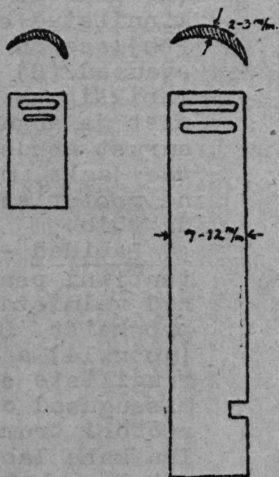


Joon.13.

soont, et labidad tihedalt kohale kiiluksid. Et labida ja kiilu osad trummi soontest välja ei kukuks, on soonte külje pinnad tehtud kergelt hammaskujulistena (joon.16). Turbiini labidate paksus on 2-3 m/m, nende laius 7-20 mm ja kõrgus

25-150 mm. Labidate arv on keskmise suurusega turbiinidel 70000-80000, suurtel aga üle miljoni.

Vaheruumid. Iga juhtiv labidas mahub töölabidate vahele väikse vaheruumiga (X) (joon.17), mida nimetatakse aksiaalseks vaheruumiks (paralleelne turbiini teljele) ja missugune 0,1 - 3 m/m-ni ulatab. Töölabidate ja turbiini kere (joon.18), samuti ka juhtivate labidate ja rootori kere vahel (joon.19) on ka olemas vaheruumid, mis aga vähemad on ja 0,01 - 1½ m/m vahel kõiguvad. Neid vaheruumi nimetatakse radiaalseteks vaheruumideks. Harilikult vaheruumide suurused määratakse kindlaks praktiliste katsete abil ning



Joon.14.

kiilu osa (joon.15), mille pinnad täpselt labidate kõverpindadele vastavad. Igal labidal on õigenurga-line väljalõige, mille sisse mahtub pronks vits, missugune labidate külge joodetakse hõbedaga ja milline kinnitab (seob) kõike ühe rea labidaid. Labida alumisse ossa on tehtud (pressitud) kaks

nende normidest vähemgi kõrvale-
 kaldumine sünnib suurema, kahju-
 liku aurukulu. Auru kaotus va-
 heruumide läbi on vastupidiselt
 proportsionaalne tuuride arvu
 kvadraadile; nii näiteks, kui 600
 tuuril kaotus 3% on, siis on ta
 200 tuuril juba 27%. Sellest on
 näha, kui kahjulikult mõjub
 tuuride arvu vähendamine tur-
 biini kasulikuse peale.



Dummis - on sädis, mis
 ehitatud turbiini auru sisselas-
 ke küljest ja mille ülesanne on
 - kõrvaldada aksiaalset auru
 survet rootori otsa pinna peale.

Rootori trummi mõlemis ots-
 tes on isesurveline aur. Ilma
 erisädiseta peaks rootor veel
 kandma peale seda auru survet,

Joon. 15.

mis auruläbikäigul labidates tekib, ka veel surumise vahet
 mõlemil trummi otsseintel. Niisugusel juhtumisel peaksid
 trummi otsad olema umbsed, et aur trummist läbi ei pääseks.
 Surumiste vahe trummi peale võib kasvada hiigla suureks,
 näiteks: on turbiini läbimõõt (D) - 2 mtr. ja auru surve
 (p) 12 kg. sisselaskmisel ning 1 kg. väljalaske juures, siis
 on aksiaalne surve trummi peale:

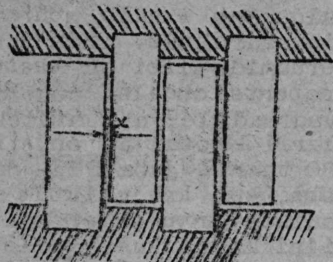
$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p = \frac{3.14(200)^2}{4 \cdot 1000} \cdot 11 =$$

$$= 345 \text{ tonni.}$$



Niisugusele survele
 vastukaaluks tuleks ehita-
 da siis ka suur tugilaa-
 ger, mille massiivsusest
 arusaada võiks, kui selle-
 ga harilikku väntmasina tugilaagert võrrelda, mis propel-
 leri survet umbes 35 tonni, s.t. 10 korda vähem kandma

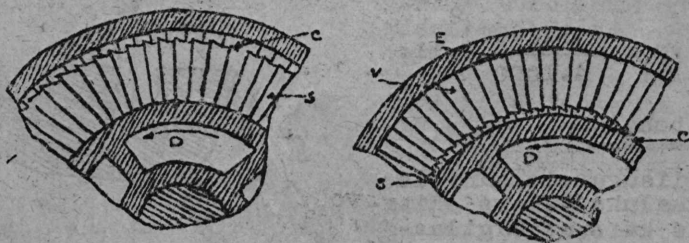
16



Joon.17.

Absoluutset tihedust muidugi saavutada pole võimalik; sellepärast aga, et aur rootori ees korjuda ei võiks, tehakse rootori padrunid väljalõigetega (joon.15, /H/), nii, et aur mis dummisest läbiimbunud, rootori sisemuse kaudu, ühes lahidade peal äratõstunud auruga väljaläheb. Nisuguse ehitusega on siis aksiaalne surve rootori peale, kõrvaldatud.

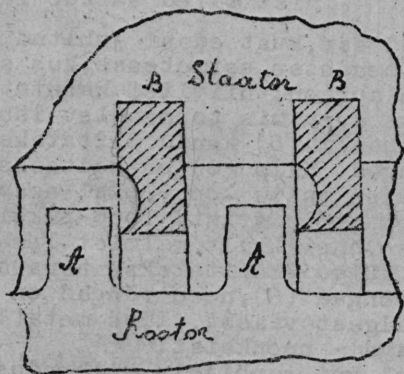
Harilikud toppendsäädised tiheduse saavutamises



Joon.18 ja 19.

peab. Et kõrvaldada nisugust suurt surumist rootori peale ja sellega suurt tagilaagri ehitust mööduda, on dummis ehitatud. Tema põhimõtteline konstruktsioon seisab järgmises: rootori küljes, auru sisselaske otsas, on kinnitatud lühike silinder, mis sugune teise, liikumata turbiini kere külge kinnitatud silindrisse mahtub; nende mõlema silindrite vaheline ruum on tihendatud.

dummises ei kõlba, sest et dummis on ümbritsetud kõrgetemperatuurilise auruga, mis rikuks pakkungi. Sellepärast tarvitatakse dummiste säädistes ning ka teistes turbiini osades, mis analoogilistes tingimustes töötavad (võlli topppuksides) n.n. labürintilist toppendviisi, kus tihedus, ehk õigemini väga väikese auru jaoks kindlustatakse väikeste vaheruumidega liikuvate ja liikumata osade vahel. Labürintiline toppend on olemas kahe ehitusviisiga: 1) aksiaalsete vaheruumidega (turbiini telje sihis), (joon.20) ja radiaalsete vaheruumidega (joon.21).

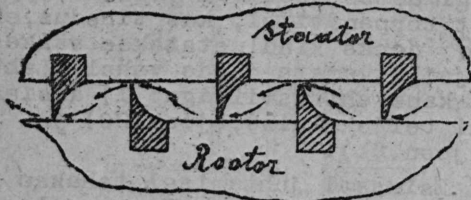


Joon.20.

on rõngaste ääred ehk otsad teravaks vestetud, samuti nagu turbiini labidate otsad (joon.21), - juhuseks, kui nad vastavat pinda peaks puudutama, et siis nad ei paenduks ega murduks, vaid, et nende teravate otste kulumine (maha tahkumine) sünniks. Kui ühel rootoril asetatud kaks turbiini (edasikäigu ja tagasikäigu turbiinid), siis ehitatakse rootori selle otsa, kus mahtub edasikäigu turbiin, toppendseadise joon.(20) kujulise, tagumise käigu dummise toppendi aga ehitatakse (joon.21) järgi paigutatakse selle rootori teise otsa.

Esimesel juhtumisel tehakse dummise liikuva rõnga peal ringilised kummid (A); nende läheduses asetuvad pronksrõngaste (B) ääred; pronksrõngad kinnitatakse dummisi liikumata rõnga soontesse. Turbiini töötamise ajal voolab aur mööda käikusi, mis moodustavad labürinti. Rõngaste arv ripub ära auru surumiste vahest sisse- ja väljaminekul ja kui see arv küllaldane, siis langeb auru surve labürintist läbimines, ning sealt leides oma liikumisele takistuse, peasegu kuni nullini. Teistsugune labürintiline toppendseadise (joon.21) koosneb pronksrõngastest mõlemil dummise pooltel. Need toppendrõngad lähenevad dummise rõngastele väikese vaheruumini. Mõlemates säädistes

Tihenduskarbid. Neis kohtade turbiini keres, kus rootori völliid väljatulevad seatakse tihenduskarbid ehk topppuksid (joon.23). Nad ehitatakse dummise kujulistena, - labürint pakkungiga. Vahest lisatakse veel



Joon.21.

juurde paar metallrõngast (joon.23 on neid 4) - lisa tihenduseks. Kui auru surve turbiinis kõrgem on kui atmosfääriline surve, siis voolab aur aegamööda väljapoole, oma surumist kaotades. Aur mis turbiinist tuleb sattub läbi aukude (1,2) vastavatesse ruumidesse, kust edasi juhitud saab turbiini tagasi ja nimelt nendesse astmetesse, kus sama surveline aur on; niiviisi kasutatakse veel tööks auru, mis toppendist läbi läinud. Kanaali (5) kaudu õlitatakse metallrõngad. Kilp (6) on kaitseks õlitungimise vastu topp-puksi naabrus olevast laagrist. Topp-puksi keere tehakse harilikult malmist. Temasse ja völli külge kinnitatakse terava äärtega rõngad (8), need rõngad on tehtud valgest vasest, lisa metallrõngad (7) aga - pronksist.

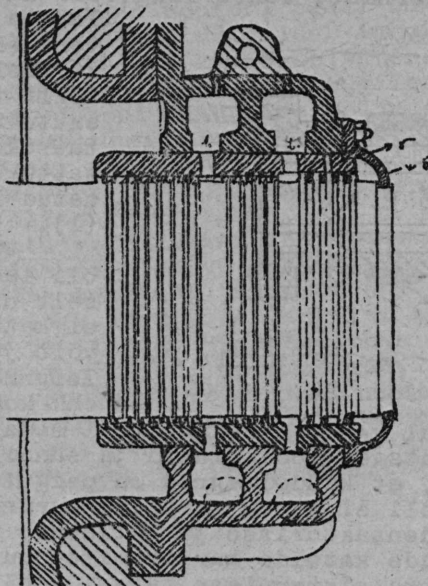


Joon.22.

Juhul, kui turbiinis, tihenduskarbi eel auru surve väiksem on kui atmosfääriline surve (madala surve turbiinides), siis katsub õhk tungida

väljaspoolt turbiini. See asjaolu aga tekitab surve tõusmist kondensaatoris. Et kõrgel tühjuseastel kondensaatoris aga suur tähtsus on turbiini võime suurendamise suhtes, siis lastakse topp-puksi labürint pakkungi ja metallrõngaste vahele auru, väikse surve all (umbes 3 naela). Nisugusel juhtumisel voolab aur tema sisselaske kohalt kahele poole - osalt atmosfääri, osalt turbiini ja takistab õhu tungimist turbiini.

Kande - raamlaagrid on kujutatud joon.(11) läbi lõikes (Q) ja plaanis (joon.24). Nad on asetatud väljaspool

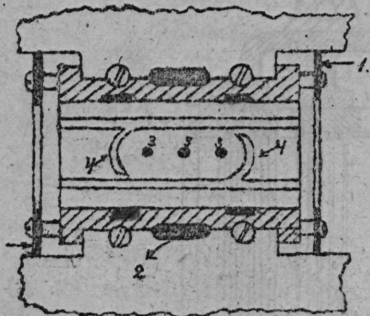


Joon.23.

turbiini keret ja nende arv iga turbiini jaoks on 2. Sissepandavad pooled on tehtud pronksist ja valatud valge metalliga. Nende määrimine sünnib õliga, mis voolab väikese surve all, sest et hõõrumine nendes mitte suur ei ole. Laagrid on õõnsad ja koosnevad kahest ruumist (joon.11): ruumist (QQ), mis õliga täidetud ja õli vanni moodustab ning ruumist (pp), kus tsirkuleerib õli jahutav vesi. Turbiini eesotsa laager on pikem, sest et sisaldab eneses(eelpool) veel tugilaagri. Sissepandavad pooled hoiduvad kohal nelja kruvi abil, mis osalt pooltesse, osalt laagri keresse keeratud, nagu joon. 24 näidatud.

Õlitamine - sünnib eraldi seatud õlipumba abil, missugune annab õli umbes 8 - 12 naelalise surve all ringilisse vaheruumi (2), kust ta aukude (3) kaudu hõõruvale pinnale tuleb. Nagu näha joonistusel on valges metallis,

sisemistel pindadel erilised sooned (4) väljaraijutud. Õli võetakse sisternist; tehes ringvoolu laagritest läbi, tuleb ta tagasi sisterni



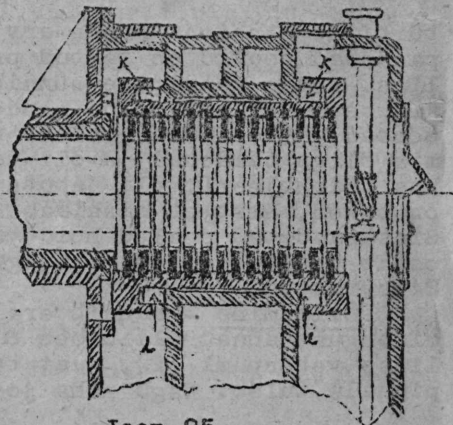
Joon. 24.

Viimasel juhul vajub turbiini võlli madalamale, juhtivad labidad puudutavad Iõõlabidaid ja sünnib suur rike.

Asjaolu, et kandelaagrid on paigutatud väljaspool turbiini ja et õli ei sattu turbiini aururuumi, järjekult ka mitte kondensaatorisse ja katlasse, on väga suur tähtsus eriti veetorude katelde tarvitamise juures.

Et õli oma sisternisse tagasi voolab ja niiviisi tema paljukordsed kasutamist võimaldab, on õlikulu auruturbiinis võrdlemisi kolbemasina kuluga tühine; nii on õli tunni kulu auru turbiinis ühe H.P. peale 0,15 grammi.

Tugilaager. Tema ehitusviis on näidatud joon. (25). Ta mõlemad sisepooled, ülemine (K) ja alumine (L) ei ole seotud teineteisega ja võivad liikuda võlli telje sihis. Siin juures puudutavad ülemise poole rõngad võlli tugirõngaste eespinde ja võtavad oma peale, järjekult surumise, mis sihitud ettepoole; laagri alumise poole rõngad aga puudutavad võlli tugl-



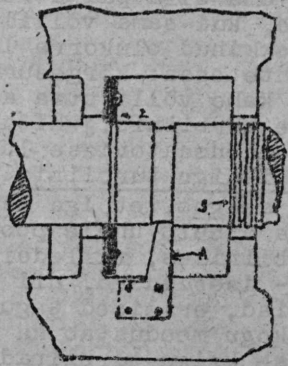
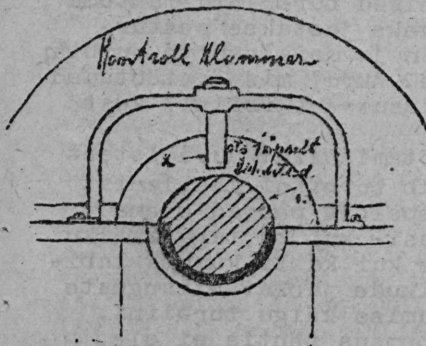
Joon. 25.

toru (R) kaudu (joon. 11). Et üleliigne õli mööda võlli turbiinidesse ei sattuks ja labidaid ei määraks ja katlasse ei sattuks, on võlli ümbritsetud ringiliste kettadega (1).

Väga tähtis on anda õli laagritesse regulaarselt ning et tema vool ei katkeneks, sest muidu võib juhtuda kergelt laagri poolt soojenemine, ehk koguni sulamine.

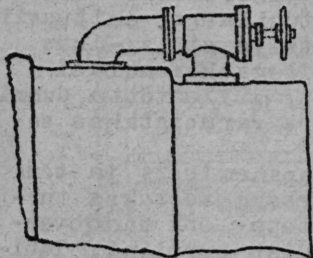
rõngaste tagumisi pinde ning võtavad oma peale surumise, mis sihitud tahapoole. Tugilaagri niisuguse ehitusviisi ning ta osade mahutamise viisi juures puudub rootoril täiesti igasugune võimalus liikumiseks oma telje sihis. Peale selle võib liigutada rootori edasi ehk tagasi tema telje sihis. See asjaolu aga võimaldab vaheruumide kindlaksmääramist dummisites ja ka nende vaheruumide alalhoidmist käikude muutmisel. Harilikku tugilaagri ehitusviisi juures tekitab rootori liikumine telje sihis - kas vaheruumide suurenemist dummisis ja sellega ka ühtlasi suurt kulu temas, ehk nende vähenemist, mille tõttu dummisi rõngad rikeneda võiksid. Tugilaagert varustatakse samuti forseeeritud õlitamisviisiga.

Turbiini armatuur. Turbiini käimapanemiseks ja tema osade õige töötamise järelvalve otstarbeks asetakse turbiini külge järgmine armatuur: auru stopp- ehk manööverventiil, mis võimaldab auru sisselaskmist turbiini, läbipuhumise torud ja ventiilid - konenseeruva auruvee väljalaskmiseks, kaitse ventiilid, manomeetrid, termomeetrid õli jaoks, seadis vaheruumi mõõtmiseks dummises, seadis võlli vajumise mõõtmiseks (kontroll klammer) joon.(nr.26.) kontroll plate rootori pikkatise asetise kindlaksmääramiseks joon.(27) ja meesluugid järelvaatamiseks. Peale selle



Joon.26 ja 27.

asetatakse veel turbiinile erilised ventiliid, mis juhivad värsket auru esimesest astest otsekohe teisesse ehk kolmandasse (joon.28). Et labidate kõrgus, kuhu värsket auru juhitakse, saab olema suurem kui esimese rea labidate kõrgus, siis saab olema suurem ka auru hulk, mis turbiinist läbituleb, ning selle tõttu kasvab ka turbiini võime.



Joon.28.

Niisugust auru juhtimiseviisi - möödumisega mitmest labidate reast, ning mis võimaldab turbiini ülekoormamist, nimetatakse baipassiks (bypass). Turbiini keret isoleeritakse soojust halvasti juhtiva materjaliga, peasjalikult asbestiga, mille peale pandakse siis veel teras ehk vask le-

hed, mis moodustavadki välimist turbiini kesta.

Madala surve turbiin. Nagu nägime eelpool, peab turbiini tuuride vähendamiseks Parsons'i süsteemi järgi labidate ridade arv suur olema. Mahutada neid kõiki ühe rootori peale pole hea, - turbiin kujuneks sel juhtumisel liiga pikaks ja võtaks oma alla palju ruumi pikkuse mõttes; see ei oleks aga soodne, kui sama võllile veel teised turbiinid mahtuma peavad. Tekkinud olukorra lahendamiseks jaotakse peaturbiinid kahte ossa: kõrgesurve turbiin ja madalasureve turbiin missugusi kahe võlli otsa asetatakse. Auru, mis äratöötanud kõrgesurve turbiinis, juhitakse madalasureve turbiini, kust ta siis kondensaatorisse läheb.

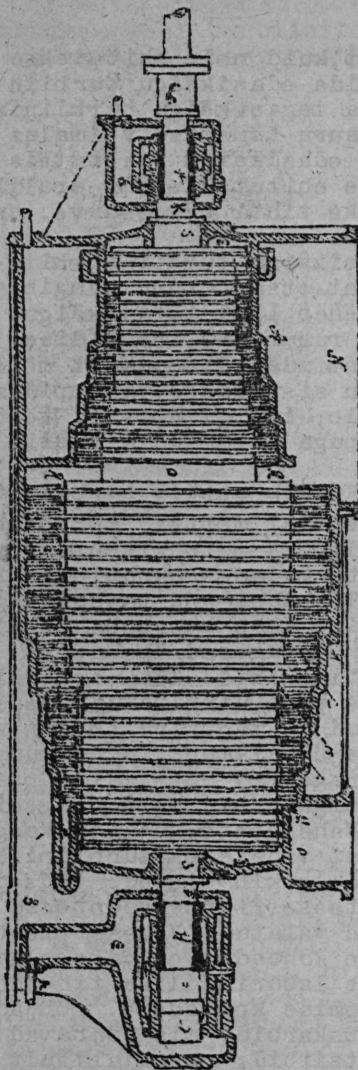
Tagasikäigu turbiinid. Auru töötamisviisi uurimistest labidatel selgub, et iga labidas võib turbiini keerlemist võimaldada ainult ühele poole. Sellepärast peavad olema laeva turbiinides, millel on nii edasi- kui ka tagasikäiku nõutakse - isesugused, nii liikuvate kui ka liikumata labidate seeriad, erilised tagumiste käikude jaoks. Niisuguste labidate kogu moodustab ka siis tagumise käigu turbiini. Et tagumise käigu turbiinidele ökonoomsus tähtis ei ole, siis ehitatakse neid vähearvuliste astmetega, mis teeb neid kompaktsiks. Tagasikäigu turbiini töö võime on harilikult

u. m. m.

35 - 50% edasikäigu turbiini omast, kuid neid ehitatakse alati sel viisil, et auru hulk, mida edasikäigu turbiin oma töötamiseks tarvitab, võiks ka tagasikäigu turbiinis äratarvitatud olla. Seega moodub auru tõusmise võimalus katteldes juhul, kui korraga täie edasikäigu pealt täis tagasi antakse. Tagasikäigu turbiine ehitatakse kas eraldi, ehk nad mahtuvad madalasarve ehk ka tihti kõrgesarve turbiini kere, nagu näidatud joon.29.

Siin on auru sisselaske tagasikäigu turbiini ehitatud teisest, vastupidisest turbiini otsast: aur tungib sisse vasakult poolt kanaalidest (M), läheb läbi tagasikäigu turbiini labidate ja voolab välja ruumi (R), et üldise toru (N) kaudu kondensaatorisse sattuda. Iseenesest mõista, et mõlemad turbiinid, millel auru sisselaske vastupidises sihis ning vastupidine keerlemisele, ilialgi ühes ei tööta, vaid kui üks turbiin käigus ja auruga täidetud on, siis töötab teine vaba jooksuga.

Kurtisi turbiin (joon.30). Kuulub aktiiv turbiinide liiki ja koosneb oma üldise ehitusviisi mõttes, mõnedest vähestest rõhuastmetest, milledest igaüks mitu kiiruseastet sisaldab. Astmete vähese arvu tõttu kujuneb turbiin lühikeseks ja sellepärast on harilikult edasi- ja tagasikäigu turbiinid koos, ühes kere. Turbiini kere koosneb kahest poolest - ülemisest ja alumisest, missugused ühenduses horisontaalsete flantsidega, poltide abil. Iga pool võib koosneda mitmest, samuti flantside peal kinnitatud, osast. Turbiini põhjad, nii ees - (A), kui ka tagumine (B) on valmistatud eraldi ja tihedalt kerega ühendatud. Terve ruum kere sees on jagatud kuue vaheseinaga (a) edasikäigu osas ja ühe vaheseinaga (e) tagumise käigu osas; need vaheseinad eraldavad üht rõhuastet teisest. Vaheseinte kuju on kergelt kooniline ehk kumerik; kaks esimest vaheseina turbiini edasikäigu osas on kere flantside vahele kinnitatud, teised aga mahutavad oma häärtega vastavatesse flantsisoontesse (c), missugused ühiselt turbiini kerega valatud. Vaheseintest läbi k-ib völli. Völli läbiminemise kohtades on vaheseinad varustatud muhvidega (b), millel labürintiline tihendusseadis ehitatud on. Völli läbiminemise kohtadest, põhjadest (A) ja (B) on aga ehitatud tihenduskarbid, mis töötavad osalt labürintilise toppendi printsiibil; peaaegjalikult aga kindlustatakse nendes tihendus pressitud koksist rõngaste juurdepassimisega. Koksist rõngad saavad völli vastu surutud rin-



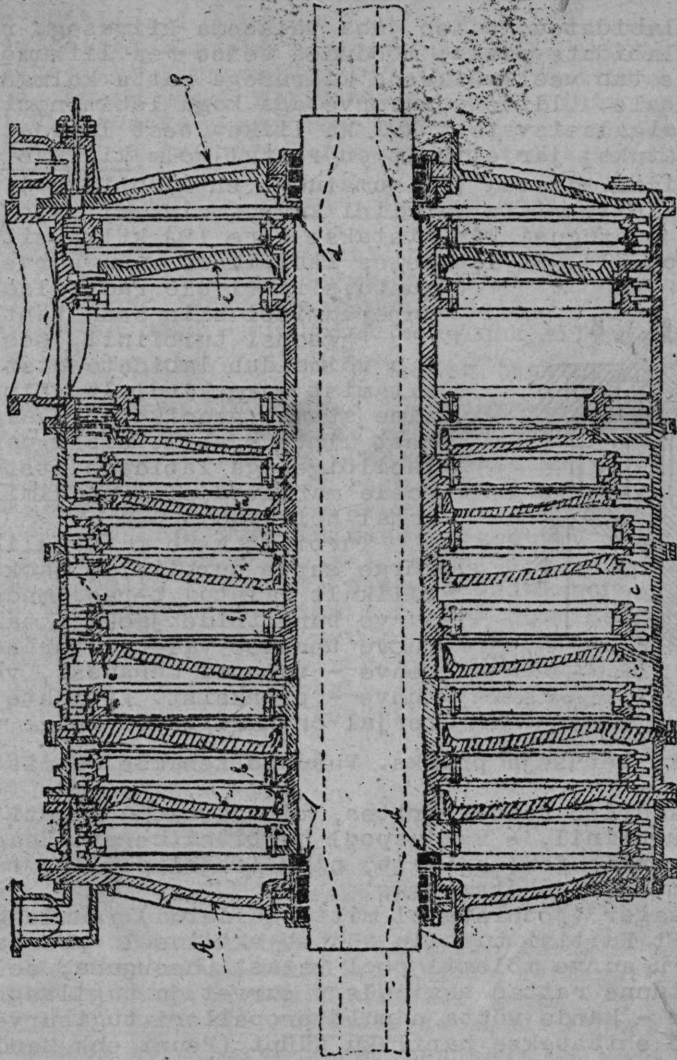
Joon.29.

giliselt vedrude abil; samuti ka pikuti võlli, külgservate vastu - ka vedrude abil.

Kui tihenduskarpi töötab ruumis, kus surve vähem kui atmosfääriline, siis täidetakse ta, nagu see Parsonsi turbiinis aset leidis, auruga - et õhusattumist turbiini ära hoida.

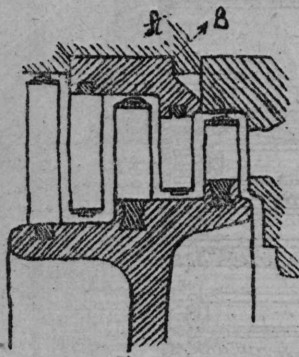
Kürtisi turbiini keerlev osa koosneb õn-sast võllist ja mõnest, võllile asetatud ratas-test. Turbiinis, mis kujutab joon.32, on seitse edasikäigu ratast ja kaks - tagumise käigu jaoks. Iga ratas, missugune võlliga ühenduses kiilu abil, koosneb rehvist, millesse mõned (3-4) read labidaid kinnitatud, ning keskmisest osast. See viinane, valmistatud teras lehtedest on ühte needitud nii muhvidega kui ka rehvidega. Et rattad pikuti liikumist ei omaks, mahuvad nende muhvid teine teise külge tihedalt, äärmised aga tuginevad rõngastes-se (d), mis võlli vastavate soonte sisse kinnitatud on.

Aur tungib puhujatest esimese rea labidate peale oma suurima kiirusega; selle järgi, muutes oma liikumise sihi paigal



Joon. 30.

seisvates labidates, tuleb juba väiksema kiirusega ratta teise rea labidate peale; möödudes teise rea liikumatuid labidaid, satub veel väiksema kiirusega ratta kolmanda rea labidate peale. Üldine auruurve aga kogu läbimise ajal nii paigalseisvatest kui ka liikuvatest labidatest, jääb muutmatuks; järjestlikult on rattal kolm kiiruse astet olemas. Paigal seisvad (liikumatud-, ehk juhtivad-) labidad kinnitatakse mitte turbiini kere, vaid eriliste rehvide (A) külge, missugusi kinnitatakse kere (B) külge siis poltidega (joon.31). Et labidates läbimineva auru surve ei



Joon.31.

ga vahest ka teras ja pronks. Puhujad tehakse malmist ehk pronksist.

Võll keerleb raamlaagrites, mis asetatud samuti kui Parsonsi turbiinil, - väljaspool turbiini keret. Laagrite õlitamine sünnib forseeerivalt, ning laagri pooltes tsirkuleerib külm vesi jahutamiseks.

Tugilaager (joonistusel mitte näidatud) raamlaagri eesotsas. Et Kurtisi turbiin töötab aktiivsel printsiiбил, siis on auru surve mõlemil pool ratast ühesugune; selle pärast ei tunne rattad aksiaalselt survet ja tugilaagri ülesanne on - kanda võtta ainult propelleri tugisurvet. Tugilaagrid ehitatakse harilikku tüüpi (Penni ehk Maudslei), sest et dummisi süüdist Kurtisi turbiinis ei ole. Võlli väike edasi -tagasi liikumine (käigu muutmise tagajärjel)

muutu, siis ei ole radiaalsetel vaheruumidel siin seda tähtsust, s Parsonsi turbiinil; see asja - võimaldab labidate otste kinnitamist enam kindlalt. Kinnitamine sünnib peenikeste, valge väsest lintide abil, missugused oma läbilõigetega labidate otste peale mahtuvad ning needimisega kohal hoiduvad.

Turbiini kere materjaliks on kõrge surve turbiinide jaoks harilikult valatud teras, madala surve turbiinide jaoks - malm. Muhve tehakse valatud terasest, rehve - valatud terasest, võlli muhve - pronksist. Labidate materjal on harilikult valge vask,

ei ole tähtis sel põhjusel, et aksiaalsed vaheruumid liiku-
vate ja paigalseisvate labidate vahel on küllalt suured.

Võrreldes Parsons'i turbiiniga on Kurtisi turbiinil see
paremus, et ta võtab raskem ruumi enese alla võlli peal,
kuid jääb maha Parsons'i turbiinist ökonoomsuses, ning omab
keerulisema ja raskekaalulisema konstruktsiooni.

Parsons - Brown - Bowery turbiin -

on sega konstruktsioon - aktiiv ja reaktiiv osadest koosnev
turbiin. Joon.32 näidatud Parsons-Brown-Bowery süsteemi
turbiin koosneb järgmistest peaosadest.

1) Liikumatud osad - turbiini kere ehk silinder (stator)

Turbiini kere ehk silinder (stator).

(A) - Edasi käigu kõrgesurve turbiini terasest valatud osa
ja (B) - madalasureve malmist valatud osa - üldine edasi ja
tagasi käigu turbiinidele. Ühes madala surve kerega on va-
latud tagumise kandelaagri raam (c). Kere kõrgesurve ees-
osa külge on kinnitatud terasest, valatud kande- ja tugi-
laagrite raam (P). Turbiinikere kõrgesurve seesmise osa
külge, tema vastavate pooltele kinnitatakse edasi käigu
turbiini dummisi rõnga (T) pooled. Madalasureve kere külge
kinnitatakse tagumise käigu turbiini dummine pool (W).

Dummisi rõnga (W) ülemine pool kinnitatakse tagumise
käigu turbiini puhuja poolringilise kanaali (S) külge.

Turbiini ninas ja ahtris on olemas kahest poolest koos-
nevad tihenduskarbid ehk labirintilised tihendused võlli
jaoks.

2) Turbiini liikuvad osad:

D - Eesotsa pindel.

E - Eesotsa padrun.

F - Edasikäigu turbiini aktiiv ratas.

J - Edasikäigu turbiini dummisi trumm.

K - Edasikäigu turbiini reaktiiv labidate trumm.

L - Tagumine pindel.

M - Tagumise käigu turbiini reaktiiv labidate trumm, mis
tehtud tagumise käigu turbiini aktiiv rattaga ühes tükis.

V - Tagumise käigu turbiini dummisi trumm.

Turbiini kere ehk silinder koosneb neljast, valatud
osast: kahest kõrgesurve kere, terasest valatud poolest ja
kahest madala surve poolest, mis valatud malmist. Kõrge
surve kere osa kattub enesega edasi käigu dummise kolbe,

aktiiv ratta ja reaktiiv labidatega trummi neli rõhuastet. Kooskõlas rootori osade joontega omab kõrgesurve kere kaunis keerulise, turbiini telje sihis horisontaalse, lahtivõetava tasapinnaga. Kere poolt flantse ühendatakse treitud poltide abil.

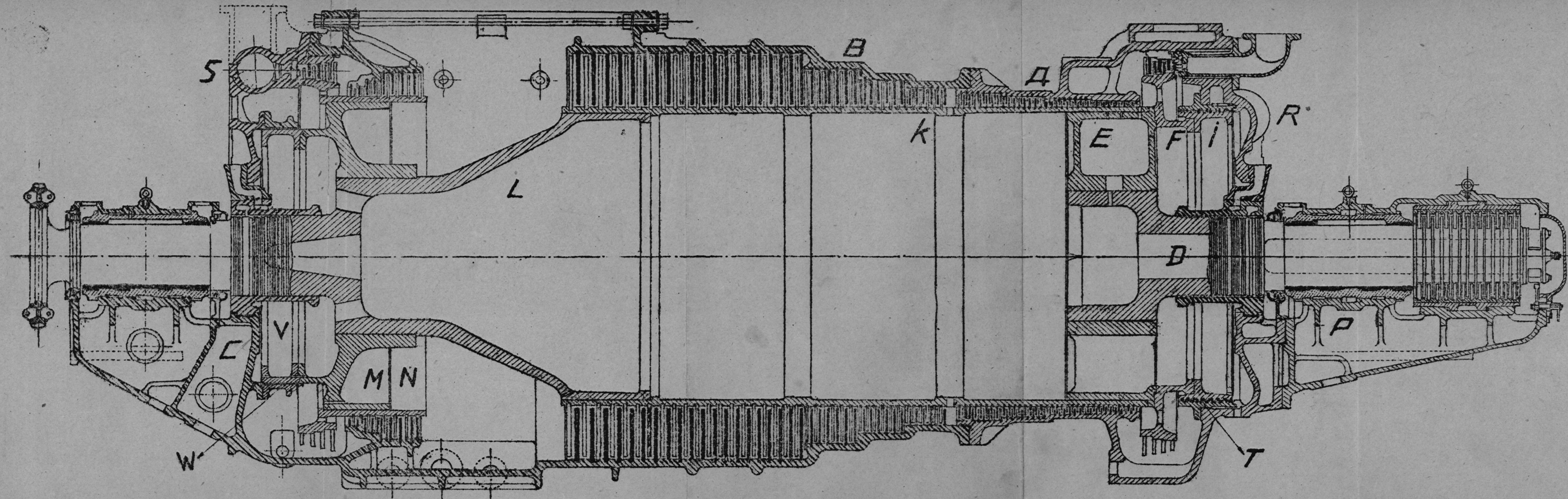
Madala surve kest katab järgmised neli reaktiiv trummi rõhu astet, edasi moodustab ta turbiini ühenduse jahutajaga ja vastavalt selle viimasele väikse kallakastme allpoole, mis kujutab konensatsioonini vee kogumiskoha kõikidest turbiini osadest, siit juhitakse vesi isesuguse süsteemi abi juhatajasse. Edasikäigu turbiini viienda rõhuastme grupi vastas moodustab kere ülemine pool kaks toruotsa auru vastuvõtmiseks abimehanismide töötanud aurutorust.

Edasi katab madala surve kere tagasikäigu turbiini - tema aktiivse ja reaktiivse osa ühes dummise trummiga ja lõppeb kandelaagri tooliga.

Rooror. Kõik rootori osad on taotud terasest peale eesotsa ja tagumise padruni, mis valmistatud valatud terasest. Enne kõikide rootori osade kuumas seisukorras kokkukorjamist balanseeritakse ära täpselt padrunid. Nende tasakaalu saavutatakse kas eriliste, kindlakaaluliste platete lisamisega, ehk vähese metalli hulga maha viilimisega. Eesotsa ja tagumised padrunid oma pindlitega on peale ühendust kaumendud seisukorras varustatud stopparseadisega kuue vindikiluga. Need kiilud on kõvasti seissekeeratud ja siledaks needitud. Edasi käigu turbiini aktiiv ratas ühe eesotsa padruniga ja dummisi trummiga, samuti tagumise padrun tagumise käigu turbiini dummise trummiga on kinnitatud tikkpoltide ja mutrite abil. Mutrite lahtikeeramise vastu turbiini töötamise ajal on kõrvuti olevatest tikkpoltidest läbilastud vask traat.

✓ Tugilaager (Joon.33). Ta koosneb kahest, terasest treitud pooldest. Ülemine ja alumine pool omavad treitud ringilise kanaali, kuhu sissepandud 24 pronksist poolrõngast. Need poolrõngad on kinnitatud laagripooltesse stopparplaatidega kruvidel; stopparplaadid on uputatud laagri sisepoolte ja poolrõngaste tasapinnasse.

Ülemise laagripoole poolrõngad on valatud valge metalliga nende eesotsa poolt. Alumised - tagapoolsest otsast (turbiini suhtes). Aksiaal surve vahe juures, mis sünnib auru ja propelleri tööst, peavad töötama alumise laagri poole tugirõngad; aksiaalse surve vahe juures, mis tekib



Joonest. 32.

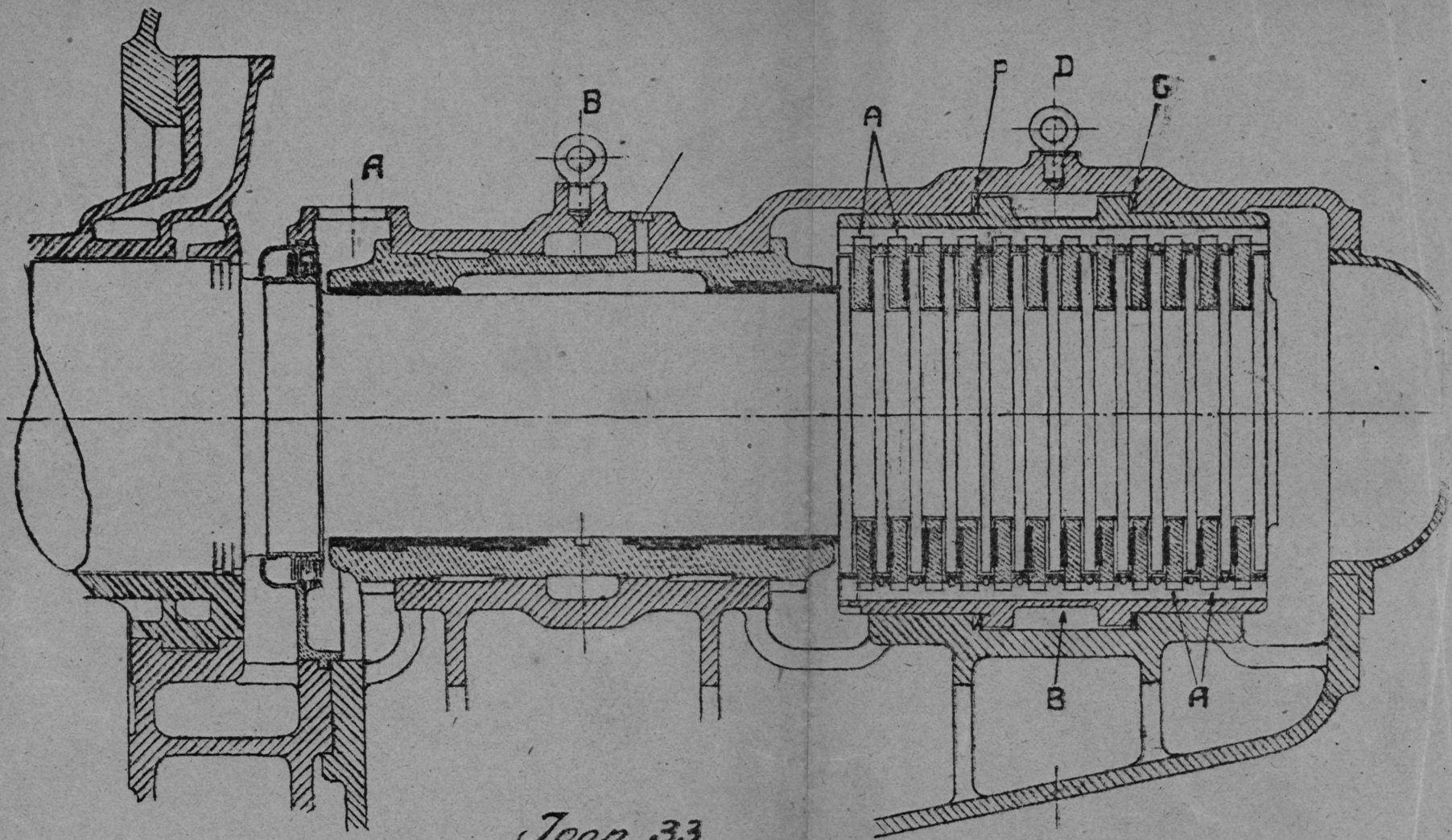
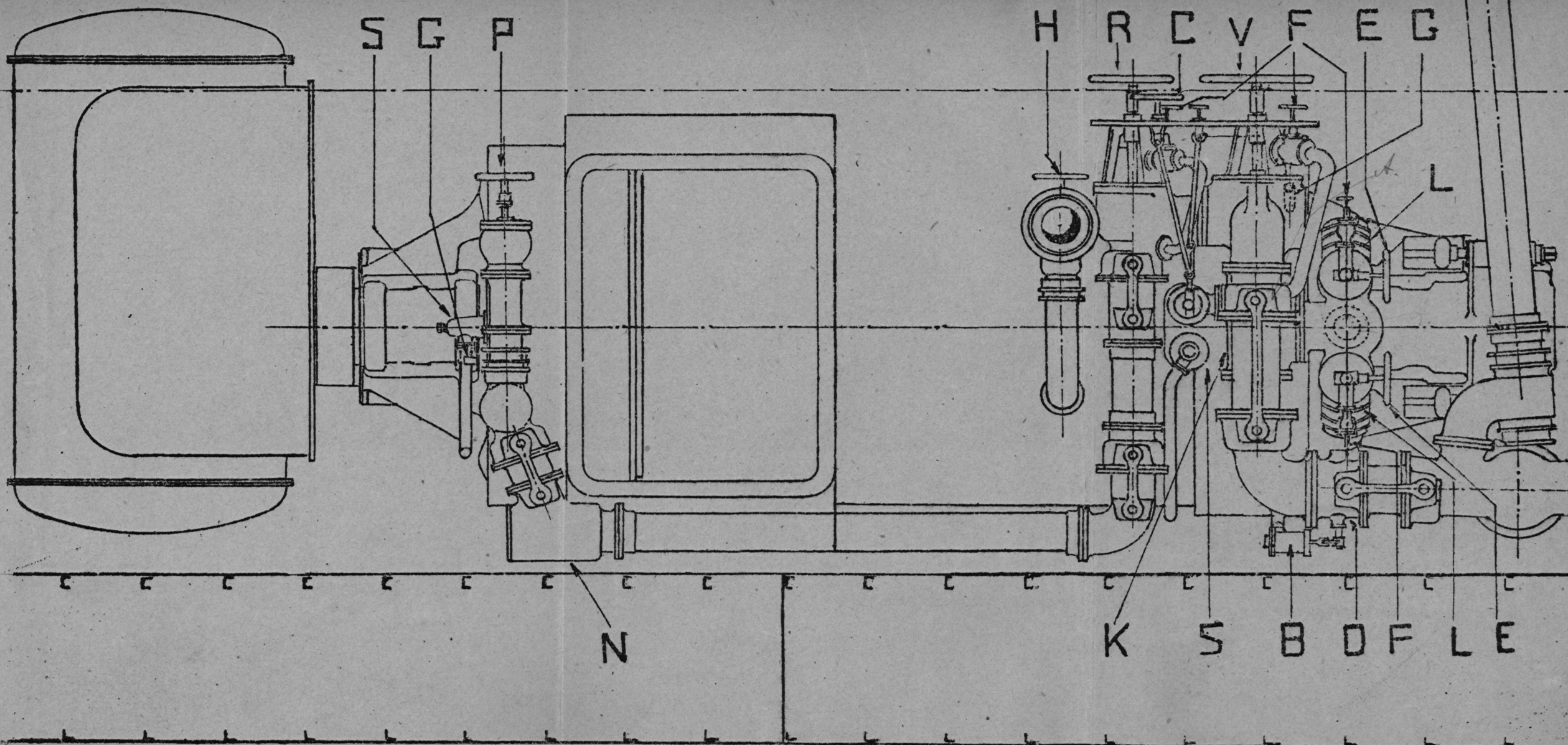


Fig. 33.



Joonest. 34.

vastupidises sihis, töötavad ülemise laagri poole rõngad.

Laagri pronks poolrõngaste vahele mahtuvad rootori pindli kammid, millede töötavad pinnad omavad radiaalselt freesitud kanaale, paremaks õlitamiseks. Tugi kammide arv on 13. Laagri ülemine sisepool ühes reeguleerivate kiiludega (F) ja (g) on kaetud terasest, valatud kaanega (B), mis ühtlasi ka kandelaagri ülemist sisepoolt katab. See kaas asetub raami (tooli) tikkpoolide peale ovaalsete aukudega flantsides, mis asjaolu tarvilik selle kaane vabaks edasi - tagasi liikumiseks dummise vaheruumide kindlaksmääramisel.

Tugilaagri õlitamine sünnib järgmiselt: õli juhitakse laagri juurde külje peal olevast torust ning ta sattub ringilisse kanaali (A); siit voolab edasi nelja kanaali, mis pikuti laagri telge radiaalsete kanaalide mööda, pronksist poolrõngaste läbi nende töötavate pindade peale, mis valatud valge metalliga ja soontega varustatud. Õli antakse surve all.

Turbiini eesotsa kandelaager (joon. 35) - kujutab hariliku tüüpi raamlaagert. Alumine sisepool lasub liikumatult omas pesas eesotsa laagri raami ahtri osas. Ülemist osa vajutab kohale tugi- ja kandelaagrile üldine kaas. Mõlemad sisepooled on pronksist. Alumine sisepool on valatud tervelt valge metalliga, väljaarvatud kitsast, keskmist riba, mille otstes valge metall valatud ainult 0,5 m/m kõrguses. Pärast seda metalli mahatõtamist peab eesotsa pindli kael vajuma otsekõrre pronksi peale ja edaspidine laagri töötamine loetakse mitte lubatavaks.

Laagri ülemine sisepool omab valge metalli valu ainult otste peal, keskkohas moodustab aga poolringiline kanaal. Õli antakse kandelaagrisse õli survetorustikust erilise toru kaudu ja sattub poolringilisse kanaali, kust surve all, mööda valges metallis väljaraiutatud kanaale valgub laiali kogu laagri töötavale pinnale.

Eesotsa kandelaagri isendiks peab lugema tema ahtri osas ehitud õlikinnipüüdjaid rõngaid, mis takistavad õli laialipritsimist ja sattumist lähedal olevasse auru tihenduskarpi. Sarnaselt tugilaagrile omab kandelaager kraani õige õli voolu kontrolliks ja trehtri äravooluks.

Laagri keskosa kaas omab erilise avause, mis harilikult ummistatud sissekeeratava korgiga, - mikromeetrilise mõõtmise säädise jaoks, mida tarvitatakse võlli vajumise

suuruse kindlaksmääramiseks.

Turbiini achter - kandelaager. Omab samasuguse ehitusviisi ja mõõdud, kui nina kandelaager. Eralduseks sellest omab ta omas mõlemis otstes õlikinnipüüdjaid rõngaid ja väikseid kaase (2 tk.) peal pool kontrolliks õige õli mahajooksmiseks üle töötavatelt pindadelt. Äratõotanud õli jookseb turbiini tagumise kandelaagri raami karpi ja sealt isevoolavalt läheb forseeritud õlitamise sisterni.

Auru tihenduskarbid - samasugused, nagu eelpool kirjeldatud Parsonsi turbiinides.

Dummised - sama.

Turbiini aurutorustik (Joon.34). Värske aur lastakse turbiini terve rea ventiilidega varustatud torustiku kaudu, milline on otsekoheses ühenduses katla torustikuga. Esimene ventiil turbiini aurutorustiku peal, mis peab auru läbilaskma turbiini juurde on n.n.(drosselventiil (D), mille abil turbiin võib eraldatud saada tegevusest kaitseregulaatori abil, mis varustatud kiirelt sulguva säädisega. Tarviduse korral võib drosselventiili sulguda ka käsitsi - kraanide abil, missugused on olemas sulguva säädisega peal. Drosselventiilist läheb aur mõlemi pea manööver-ventiilide V ja R juurde. Edasikäigu ventiili (V) kaudu tungib aur edasikäigu turbiini juurde, tagumise käigu ventiili (R) kaudu aga - tagasi käigu turbiini. Normaalse töötamise juures tuleb täpselt valvata, et mõlemad manööver-ventiilid ei oleks avatud ühel ajal. Tagasi käigu ventiil (R) võib avada ainult siis, kui edasikäigu ventiil (V) on sulutud täiesti ja ümberpöördukt. Edasikäigu turbiin omab kolm, iseseisvat puhujate gruppi, millede kaudu aur tuleb turbiini. Keskmine grupp (A) on käigu grupp, saab auru otsekohe pea manööverventiilist ja jääb avatuks kõikide kiiruste juures vastavas ulatuses. Mõlemad külgrupid (L) sulguvad üksikult. Aur, mõõdues ventiili (V), filtreerub võrgu (K) abil, voolab keskmise puhuja juurde, samuti tuleb ka puhujate (L) ventiilide juurde juba filtreeritud. Tagumise käigu jaoks filtreerub aur läbi võrgu, mis asetatud karbis (N).

Väikeste kiiruste juures peavad mõlemad puhujate grupid (L) olema sulutud ja juhtimine sünnib ainult puhujate gruppiga (A), missuguseid küllalt et saavutada väikesele kiirusele vastavat tuuride arvu minutis. Kui tarvis suuremat kiirust, kui see mis vastab puhujate grupi (A) täielisele

avamisele, siis on tarvis avada üht gruppi puhujaid (L), vastavalt selle ehk teise ventiilidest (D) avamisega. Edaspidise kiiruse suurendamiseks tarvis avada lõpuks järeljäänud puhujate L gruppi.

Kui katelde äärmise forseerimise juures jääb kasutada veelgi auru, siis võib seda üleliigset auru juhtida, turbiini erillise n.n. baipass-ventiili (C) kaudu, moodsades aktiivratta otsekohne edasikäigu turbiini reaktiiv ossa. Baipassi ventiilivõib avada ainult erakorralistel juhustel, et juhtida turbiini üleliigset auru.

Võimaliku parimaks aurukasutamiseks aktiiv ratas peab jälgima, et manomeetrid puhuja karbist näitaksid peaaegu katla survet, enne kui avada baipass-ventiil.

Tagumise käigu puhujate üldkarpi, mis mahutuvad ringilises kambris, juhitakse auru ventiili (R) kaudu, mis seatud normaalsete käikude jaoks. Ventiili (p) ei pea tarvitama, kui tegevuses on vähem, kui kolm katelt (M.r. "Vambola").

Manööverventiilid (V) ja (R), mõlemad puhujate ventiilid (E) ja baipass-ventiil (C) omavad tasakaalu säädise ja on kiirelt sulguvad, sellepärast võivad neid avada ja sulguda täie auru surve all kateldes. Töötamise juures nende ventiilidega peab silmas pidama, et neid võib avada ainult siis, kui tasakaalu ventiilid (F) juba avatud ja ümberpöörduvalt, - sulgumise juures peab alati enne ventiili enese ja siis juba temale kuuluva tasakaalu ventiili. Tingimata peab hoiduma selle eest, et töö sünniks vastupidises korras; ainult stop-ventiil (p) tagasikäigu turbiini juures on sulgev normaalselt ainult siis, kui tagasi käigu ventiil on juba sulutud. Pea manööverventiilid (V) ja (R) kerge liikumise peale peab pöörama erilist tähelepanu.

Turbiini kere kaitseks liiga kõrge auru surve vastu, on nii kõrge surve, - kui ka madala surve turbiinide peal seatud kaitseventiilid (S) ja signaalventiilid (g).

Edasikäigu turbiinil on olemas veel sisselaskeventiil (H), mille kaudu võib turbiini lasta kõik ehk osa abimehanismide tööstanud auru. Kui kasutatakse abimehanismide äratöötanud auru peaturbiinis, peab silmaspidama, et see ühendus peab viibimata sulutud olema, kui on oodata manööverdämist. Iseäranis ei pea juhtima tööstanud auru turbiini, kui oletatakse tagumise käigu turbiini töötamist.

Kaitse regulaator ja drossel-ventiil.

Iga turbiini võlli eesotsas on seatud kaitseregulaator, mis töötamist algab, niipea kui mingisugusel põhjusel tuuride arv ületab maksimaalse lubatud. See võib juhtuda, näiteks, võlli murdumisel ehk sõupropelleri kaotamisel. Turbiini eesotsa laagri külge (joon.35) on kinnitatud jäotussiber (A) mis juhib õli juurde- ja äravoolu seadisse (B), mis avab ehk sulgub drosselventiili(D). Normaalseisakus hoidub siber (A) käipide (H) abil nii, et õli surve sulgmehanismis (B) hoiab drosselventiili (D) avatuna. Kui turbiini tuuride arv ületab normid, siis liigub pide (C), regulaatori masside ärakaldumise sunnil, küljeasendisse, selle tõttu vabaneb käepide (H) ja hüppab ülessepoole. Vedru mõjul liigub jäotussiber telje sihis, mis pärast muutub siis ka õli juurde- ja äravool sulgaparaadis (B). Et õli surve nüüd sulgaparaadi kolbe tagumise poole peale töötab, siis liigub kolbe edasi ja selle oma liikumisega sulgub drosselventiili (D). Näitaja drosselventiilil näitab, kas viimane avatud ehk sulutud. Kui kaitseregulaatori mõjul sulgub drosselventiil, siis peab sulguma mõlemad pea manööver-ventiilid, nii edasi- kui ka tagasikäiguks. Pärast seda peavad jäotus siber (A), mis juhib säädise (B) tegevust ja drosselventiil asetud saama jälle oma harilikku seisandisse. Selleks otstarbeks (joon.36) va jutatakse jäotussihhi (A) tagasi oma karbi sisse senini, kui käepide (H) võib pandud olla alumisse seisakusse. Keerates võtme abil mutrit (E), pannakse kang (C) vertikaalselt ja sulutakse sel viisil käepide (H); drosselventiili avamine sünnib siis automaatselt õli surve mõjul. Drosselventiili võib sulguda ka käsitsi.

Dummiisi aksiaalse vaheruumi mõõtmine turbiinis.

Mõõtmise printsiip seisab selles, et teatud kontrollaparaadi (Mikromeetri) abil määratakse kindlaks turbiini rootori ja staatori teatud lihvitud pindade kaugus teineteise suhtes sel viisil, et sellest kaugusest tuletaks dummiise vaheruumi suurus (X) (joon.37).

Turbiini tugilaagri otsa poolt on kere küljes ehitatud mõõdukarp (A) (joon.39) kraaniga (B). Kraan on harilikult sulutud, samuti on korgiga (D) kinni karbi (C) avaus.

C

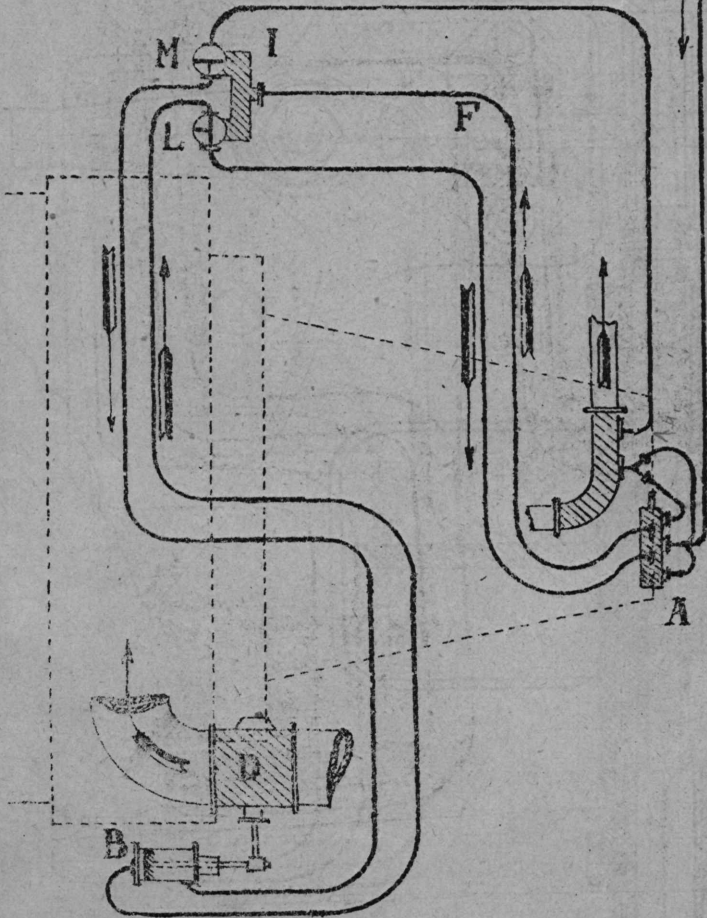
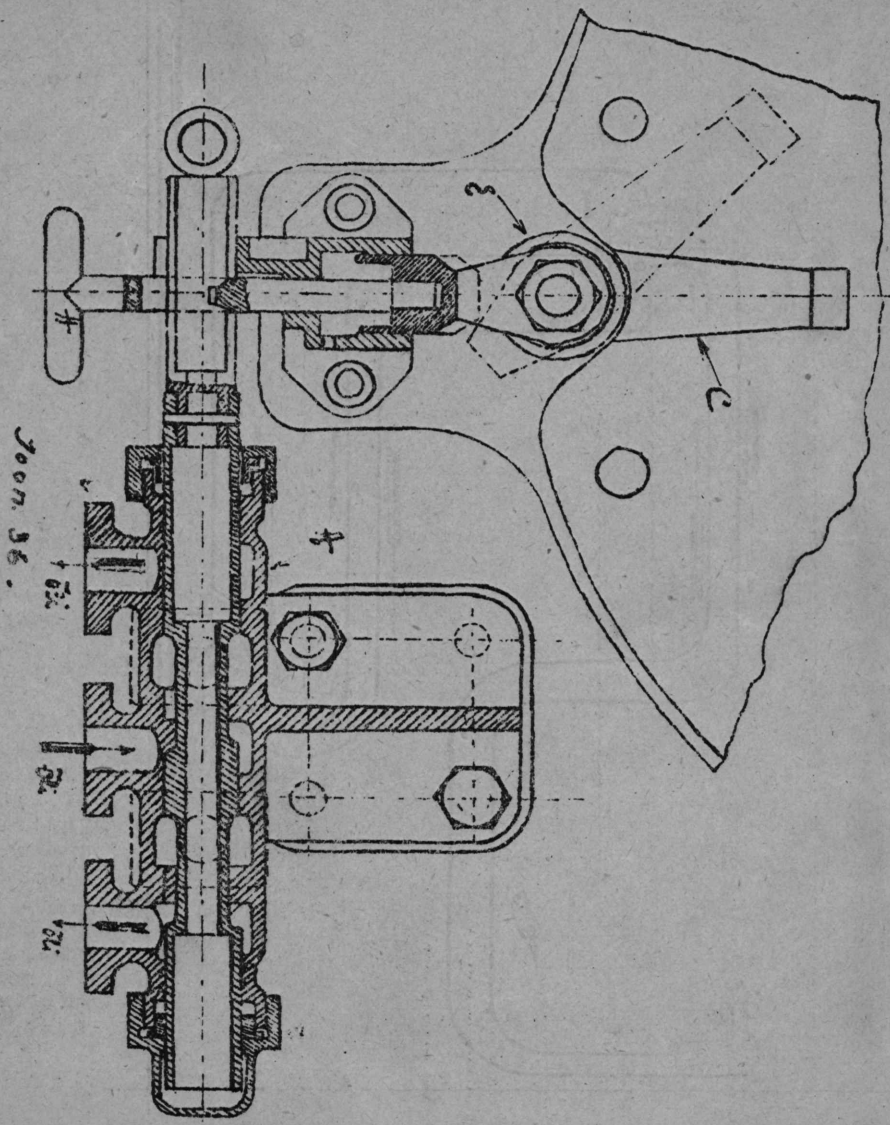
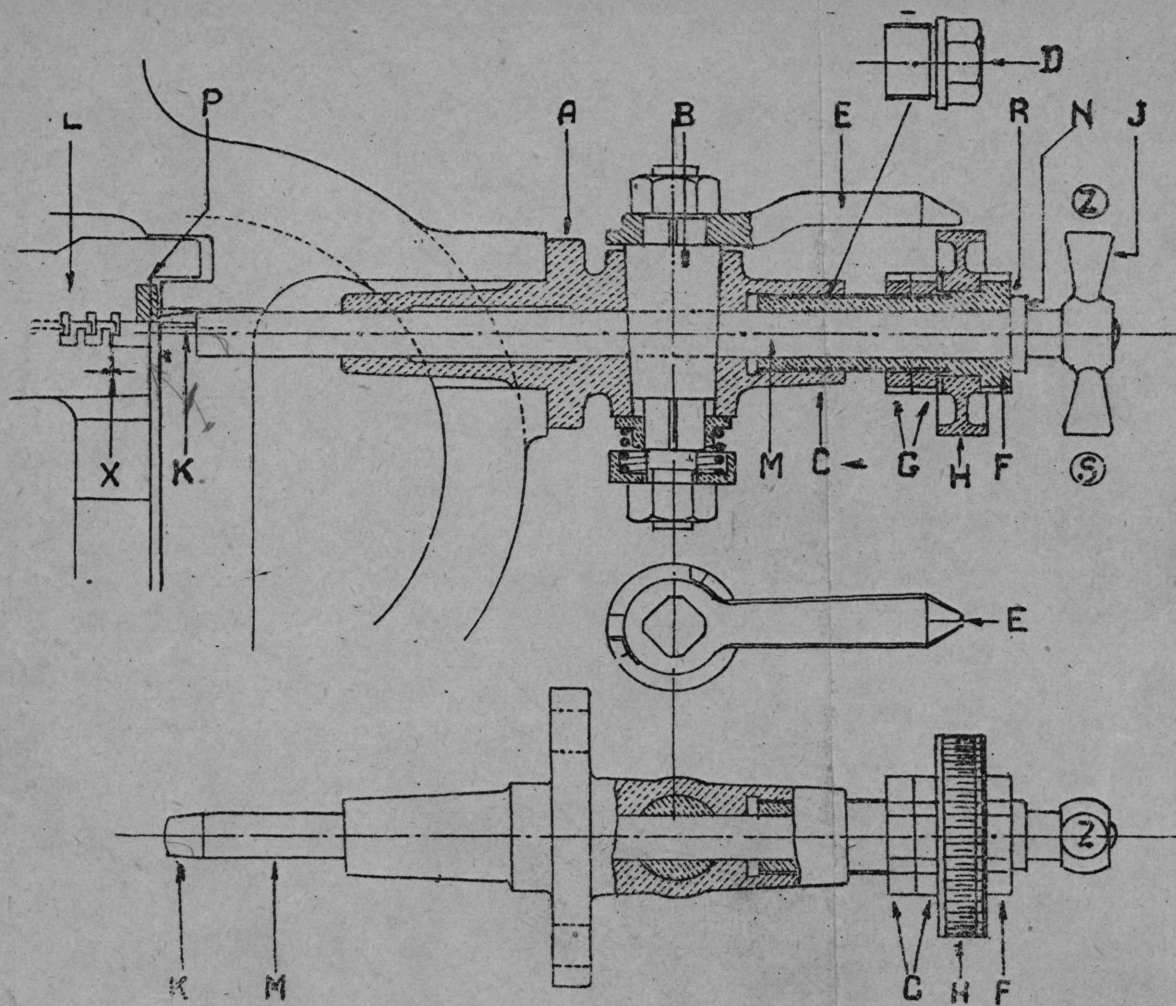


Fig. 35.





Joan. 37.

Kui tarvis mõõta dummisi ruumi, peab esmalt väljakeerama korgi (D) ja keerama kraani 90° võrra nii, et pide (E) vaataks ettepoole. Siis keeratakse karbi sisse puksi (F) ühes mõõdurattaga (H) ja kontra-mutriga (g) ning pistetakse sisse mõõtmise varre (M). Mõõtmise varre käepideme (y) otste peal on näidatud märgid (Z) ja (S) (rootor ja staator). Mõõduvarre (M) peab esmalt keerama nii, et käepide (J) seisaks vertikaalselt tähega (z) ülesse poole; siis ettevaatlikult lükatatakse mõõtmise vart nii kaugemale, kuni ta ots (K) puudutab turbiini dummise silindri pinda. Siin kohas on dummise rõnga sisse pandud väike platte (p), mis on tugi pinnaks mõõtmise varre otsale. Kui see ots tugineb platte, siis peab puks (F) sissependud olema nii, et ta puudutaks mõõduvarre flantsi (N) ja A (R) kohas ei oleks vaheruumi. Pärast seda vabastatakse mõlemad mutrid (g) ja mõõdurattas (H) keeratakse nii, et tema skaala nullpunkt oleks otse vastu kriipsu, mis tehtud pidemel (E). Peab tähelepanu pöörama sellele, et samal ajal puks (F) ei liiguks paigalt.

Kui nullpunkt mõõdu rattal on seatud õieti ja (R) kohas pole vaheruumi, mõlemad kontra-mutrid (g) kinnitakse jälle üksteisele. Siis pööratakse pide (J) 180° võrra nii, et märk (S) sellel tuleks ülespoole. Puks (F) ühes hoorattaga (H) keeratakse sissepoole, kuni mõõduvarre ots (K) kergelt puudutab rootori; siinjuures peab jällegi flants (N) mõõduvarrel tuginema puksi, s.t. (R) kohas ei pea olema vaheruumi. Mõõdurattal võib kohe lugeda kui kaugel seisab dummise rõnga eesotsa pind (T) rootoril, eemal platte (p) staatoril. Et löige puksil omab kallaku 2 mm. ja mõõduratta ring jägatud 20 ossa, siis võib seda vahet aralugeda täpsusega kuni 0,1 mm. Enne turbiini esmakordset käima panemist peab kindlakstegema kuivõrra kaugel on pind (T) pinnast (P), kui vaheruum (X) dummises = 0, s.t. kui dummise kammid turbiinis hakkavad puutuma rõngastepinde. Seda kontrolli mõõtu peab sissekirjutama päevaraamatusse ehk turbiini käsitamise reeglites. Võrreldes siis igakordsel mõõtmisel saadud andmed kontrolli mõõduga, saadakse niiviisi turbiini dummise vaheruumi suurusi. Pärast mõõtmise lõpetamist veetakse välja mõõduvarre (M), samuti puksi (F) mõõdurattaga (H) ja sulutakse avause korgiga (D). Samal ajal peab pöörama kraani (B) pide (E) tagasi 90° võrra, et võiks kinnikeerata kraani.

Turbiini laagrite õlitamine.

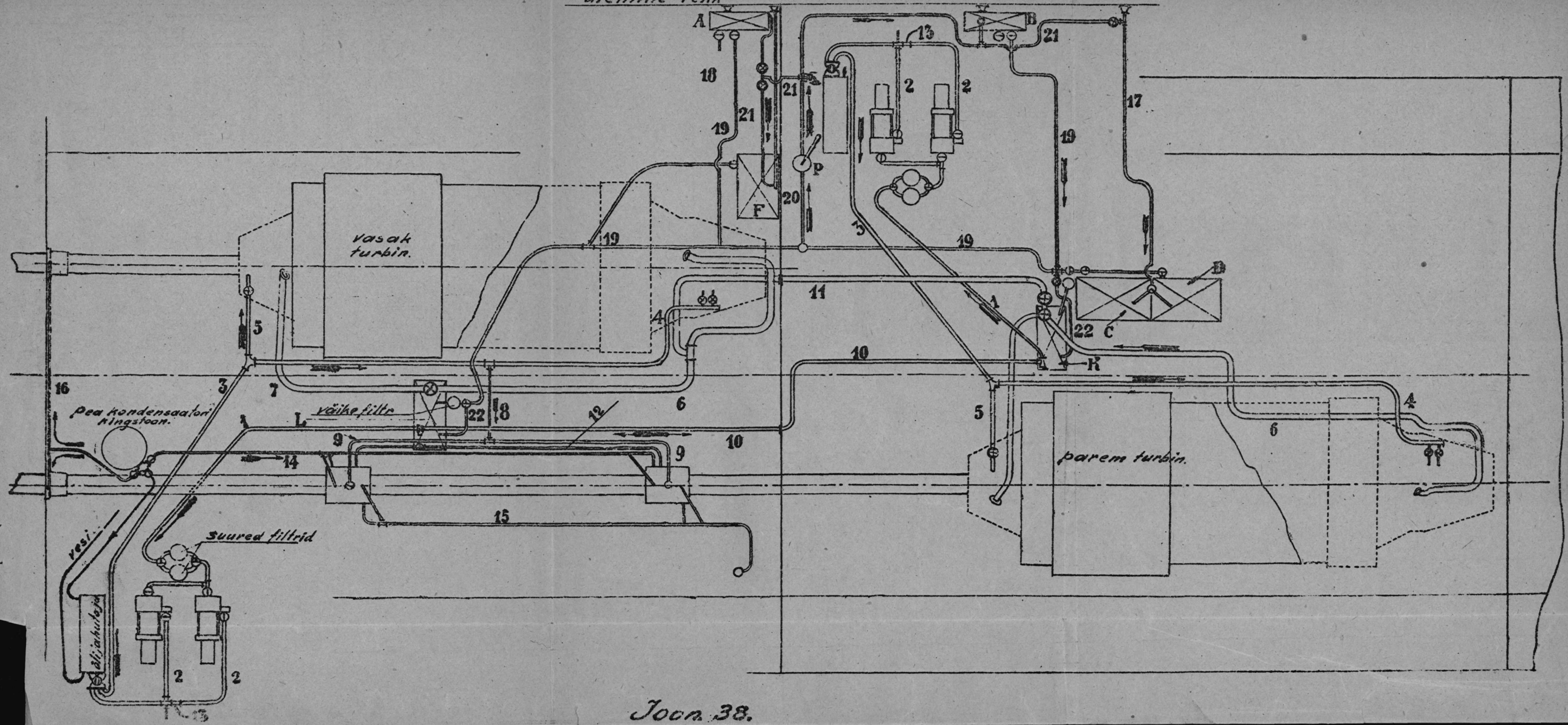
Iga turbiin omab enda õlitorustiku kahe õlipumbaga, kaks filtriga, ühe õlijahutaja ja ühe sisterni. Õlipumpade töötamisel saab õli imetud sisternist toru (1) mööda, (joon. 38), tungib kolmekäiguliste kraanide läbi filtritesse ja sattub pärast pumpade torude (2), (3) ja (4) mööda föörikande- ja tugilaagri juurde. Toru (5) lubab anda õli turbiini tagumise kandelaagri juurde. Survetorude teel seisab õlijahutaja ning õli võib lasta erilise neljakäigulise kraani abil temast läbi ehk mööda. Õlijahutaja on ehitatud kui harilik pinna kondensaator, kuid torud on keeratud spiraalselt. Jahutuse vett õlijahutaja juurde võetakse pea jahutaja torudest. Turbiini laagrite kätte madalamal asuvatest kohtadest võtavad alguse äravoolu torud (6) ja (7), millede kaudu õli tuleb tagasi forseeritud õlitamise sisternadesse (K) ehk (L), kus uuesti saab imetud pumpadest tsirkulatsiooniteostamiseks laagrites. Nagu joonistusest näha, läheb tagumise turbiini ruumist läbi parema poordi turbiini vahevõlli, mis omab kaks kandelaagrit, mis asetatud samasse ruumi. Torude (8) ja (9) mööda juhitakse õli surve all toru (4) kaudu parempoolse turbiinivõlli kandelaagrite juurde, kust voolab tagasi sisternasse (L) toru (12) mööda.

Õlipumpade ja õlijahutaja vaheliste torude küljest on olemas harutorud (13) missugused annavad õli, sama surve all, mis üldtorustikus, selle aparaadi siibritele, mis juhib iga turbiini drosselventiili tegevust.

Turbiini normaalse töötamise ajal peab aitama ühest õlipumbast ja ühest filtrist oma jaoksõnna nõuete täitmiseks. Teine õlipump ja filter jääb tagavaraks ja peab alati valmis olema tegutsemiseks.

Õlipumpade kõik peab nii seatud olema, et üheski laagris poleks vähem õlisurvet, kui 0,4 kgr.r.s. peale. Teisest küljest ei pea hoidma õli survet liiga kõrgena, et poleks õli kaotust laiali pritsimise läbi. Õli surve ja temperatuuri näitamiseks õli torustikus on õli surve toru peal paigutatud manomeeter ja termomeetrid enne ja pärast jahutajat. Ka on turbiini laagritesse enestesse mahutatud õlitemomeetrid, ehk hõlbustuseks, nendest kohtadest enam ligipääsevate kohtadele väljaviidud n.n. "ferntermomeetrid", s.o. termomeetrid mis omavad manomeetrite kaju. Õlitada laagreid kõvasti jahu-

ülemine tekk



Joon. 38.

tatud õliga pole kasulik, sest et ta on väga paks, sellepärast peab reguleerima jahutuse vett nii, et õli temperatuur oleks jahutajasse sisselaskmise juures 50 - 60° C. Iga laagri kaanel, peale termomeetri ja manomeetri, on olemas veel proovi kraanid kontrolliks õige õli voolu üle. Laagrite korralik töötamine nõuab õli häid omadusi ja tema puhtust, sellepärast on tema filtreerimiseks seatud kaks filtert ning peab jälgima nende õige aeg-ajalise puhastamise üle õli tsirkuleerimisel, väljähendates neid kordamööda ja läbivahetades. Forseeeritud õlisisterni rikkenemisel ühes turbiini jaoskonnas, annab võimalust toru (10) imeda õli iga ühega neljast olemasolevate pumpadega mõlematest sisternidest (K) ja (L), toru (11) aga lubab õli äravoolu samadesse sisternadesse mõlemate turbiini laagritest.

Turbiinide läbipuhumine.

Vesi juhitakse ära turbiinidest joon.39 näidatud läbipuhke torude kaudu. Edasikäigu turbiini läbipuhumist reguleeritakse ventiilide karbiga (A). Toru (D) ja ventiil (C) abil võib vett välja puhuda edasikäigu turbiini dummise kolbe alt olevast ruumist. Toru (E) ja ventiil (B) on kondensaatsiooni ärajuhtimiseks kõrgesurve turbiin aktiivvratte kambrist. Ventiilkarbiga (A) kondensaatsiooni vee ärajuhtimine sünnib toru mööda, mis algab turbiini all olevast kondensaatsiooni vee kambrist (g). Tagumise käigu turbiini aktiivvratte kambrist juhitakse vesi ära toru (J) mööda, missugune ilma kraanideta ja alati lahtiseks jääb. Kondensaatsiooniruumist (g) (äratõotanud auru ruumis) juhitakse kondensaatsiooni vee toru (L) kaudu imeva esektori juurde, mis töötab niiske õhu pumba veega. See torustik ei pea ial olema sulutud, kuid temas peab olema mittetagasilaskev ventiil, et takistada kondensaatsiooni vee tagasivoolu turbiini.

Turbiinide soojendamine ja valmistamine käiguks.

Iialgi ei pea käima laskma külma turbiini, sellepärast omab iga turbiin erilised säädised tema soojendamiseks.

Enne soojendamist tarvis ärähendada turbiini pooranise säädise. Tarvis väljavõtta turbiini dummivaheruumide mõõtmise säädise, kui ta olemas turbiini küljes, ja kinnipanna mõõdu karp. Peab vabastama võlli piduri. Pärast seda lastakse käima turbiini töötamiseks tarvilikud abimehanismid järkjärgulise järjekorras:

1) Järeelvaadata õlireservuaarid ja kui vaja, - lisa-
da juurde õli.

2) Aeglaselt käima lasta jahutajate tsirkulatsioon-
pumbad.

3) Käima lasta aeglaselt pea õhupumbad.

4) Käima lasta õlipumbad ja avada vesi õlijahutajate
juurde; jälgida aeg-ajalt manomeetrite ja termomeetrite
näitamist õlitorustiku peal.

5) Avada turbiini läbipuhe ventiilid.

6) Lasta tarvilik hulk auru turbiini tihenduskarpi.

7) Avada turbiini soojendamisventiilid.

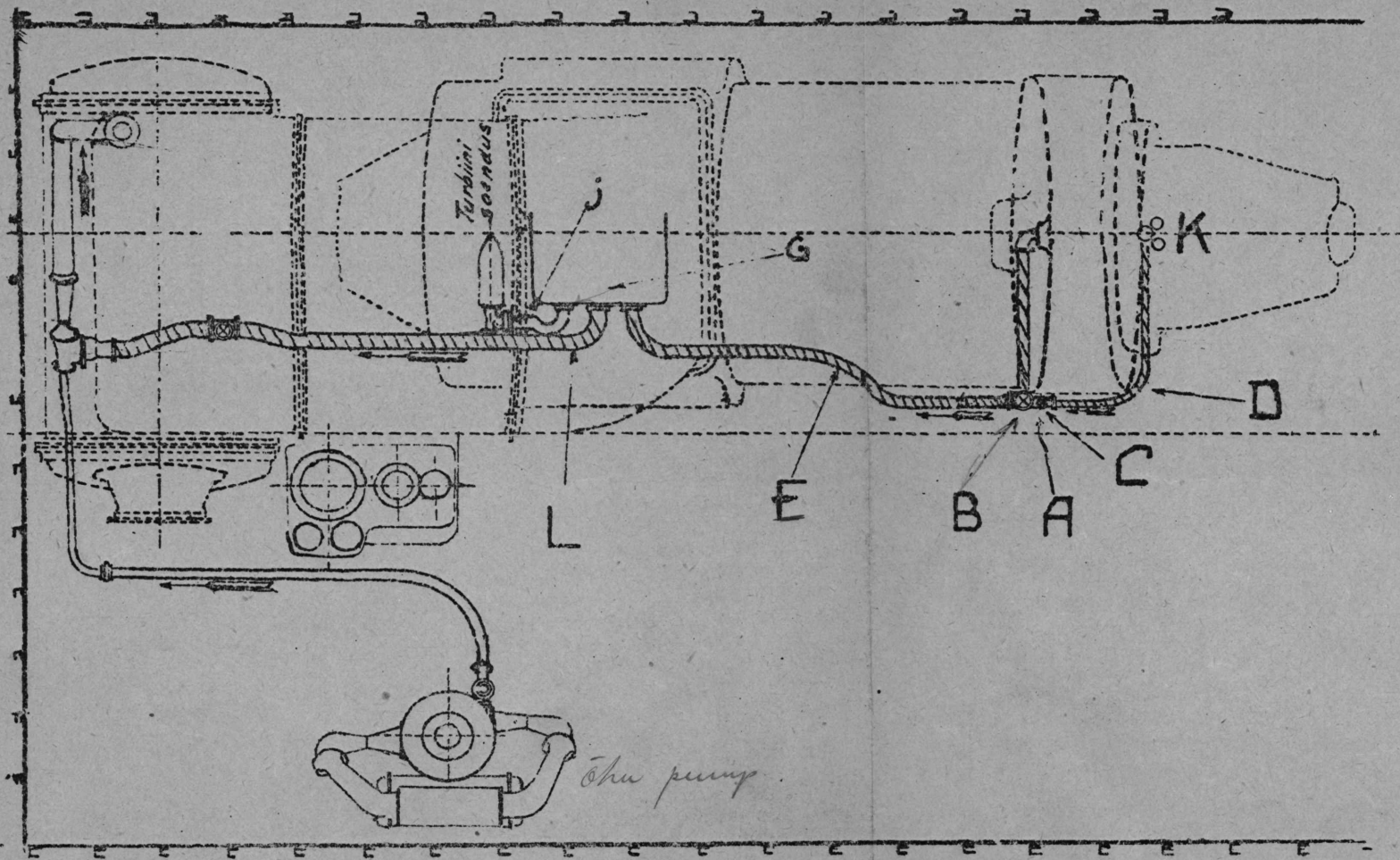
Kogu turbiini soojendamise ajal peab olema vakum
(tühjus) kondensaatoris 60%. Soojenduse ajal peab lahti
olema turbiinide läbipuhe ja tihenduskarpidesse lastud ele-
ma aur. Joonistusel 40 on näidatud soojendus torustik.
Soojendusventiil (A) on ühendatud turbiini ees manööverda-
mise ventiili juurest tuleva toru otsa külge.

Et rootor soojeneks igast kohast ühtlaselt ja ei pai-
suks ebaõigelt, peab teda pöörama aeg-ajalt igakord umbes
 $\frac{1}{4}$ tuuri võrra kogu soojendamise ajal. Rootori võib keerata
kas turbiini keeramise seadise abil, chk ka manööverdamise
ventiilide lühikese ajalise avamisega.

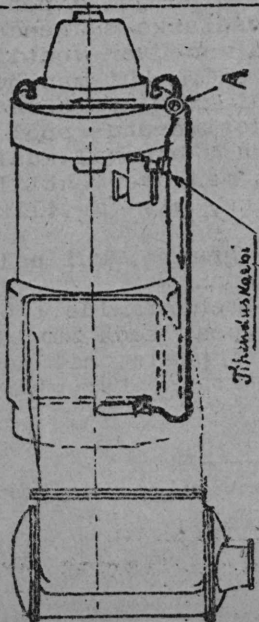
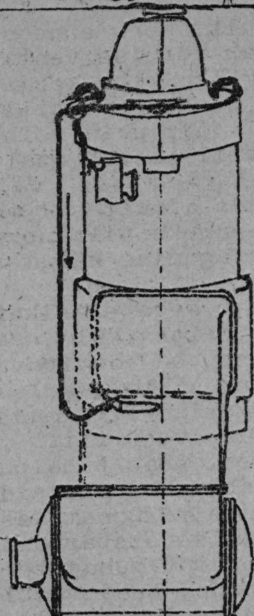
Normaalselt peab sündima soojendamine senini, kuni
kõik turbiini osad omavad samasuguse temperatuuri, nagu nad
omama peavad turbiini töötamise ajal. Selleks on tarvis
1 kuni 2 tundi aega. Soojenduse ventiili sulutakse, nii pea
kui turbiin on küllalt soojendatud ja peab käima lastud
saama. Suurte vaheaegadel turbiini töötamises peab avama
soojendusventiili, et turbiin ei jahtuks. Võimaluse järgi
peab niisugustel vaheaegadel keerama turbiini, nagu see soo-
vitatud oli soojendamisel.

Turbiini käima laskmine ja juhtimine.

Enne turbiini käimalaskmist peab hoolsalt läbipuhuma
kõik vee pea aurutorustikust ja manööverdamis ventiilidest.
Pea õhu pumbad, tsirkulatsiooni pumbad ja veepumbad, missu-
gused turbiini soojendamise ajal töötasid väikse käiguga,
peab laskma nüüd töötada täiel käigul. Peab veenduma veel
kord, kas on väljahendatud turbiini keeramise seadis ja
võlli pidur.



Toot. 39.



Joos. 40

Pärast seda on turbiin valmis käiguks. Turbiini lastakse käima edasi ehk tagasikäigu manööverventiili avamisega. Peab kogu aja jälgima aktiivrattaste manomeetert. Läbipuhe ventiilid jäävad veel esmalt vähe avatuteks, kuid mõne minuti pärast sulutakse nad täiesti.

Tihenduskarpi- de torustikud peavad olema ärareguleeritud.

Edasi ja tagasikäigu manööver ventiilid on varustatud säädise-ga, mis vabastab neid koormamisest ning peale selle on nad kiirelt sulguvad. Nende avamisel peab alati esmalt avama vastava koorma mahavõtmise ventiili, siis aga juba manööverventiili

enese. Sulgumisel, ümberpöördukt, peab enne sulguma peaven- tiili, siis aga juba koorma mahavõtmise ventiili. Kui tu- leb tarvis vahetada turbiini käiku mitu korda järginööda, siis jäävad lahti mõlemad pea manööverventiilide koorm- klappid tervel manööverdamise ajal; neid võib sulguda ai- nult siis, kui vastav pea ventill asetub oma seina kohale kauaks ajaks.

Manööverventiile võib avada ainult sel määral, et auru surve töötavates kateldes ei langeks alla normaalset. Ise- äranis peab seda silmaspidama tagumise käigu ventiili ava- misel.

Kui turbiin keerles kauemat aega edasikäigul, siis on tagumise käigu turbiin peaaegu täitsa külm, sellepärast ju- hul kui on oodata manööverdamist, on soovitatav soojendada tagasikäigu turbiini värske auru sisselaskmisega temasse. Selleks otstarbeks avatakse tagumisekäigu manööverventiili koormklappi, ehk osalt soojenduse ventiili.

Tagasikäigu turbiini avamisel peab tähelepanu pöörama asjaolule, et pea aurutorude läbipuhed oleksid korras ja et vee lõkkidest ei sünniks labidate rikkenemisest.

Auru kasulikuma äratarvitamise otstarbeks turbiinis väikeste kiiruste juures on määratud puhujate ventiilid, mis juhivad auru oma grupi puhujatesse. Need ventiilid peavad olema kas täiesti avatud ehk täiesti sulatud ja ei pea ilal- gi jääma keskmisse seisakusse. Auru sisselaske suurendamine ehk vähendamine võib sündida ainult pea manööver ventiilide ga. Mainitud asjaolu peab silmaspidama siis, kui manööver- damine juba lõpetatud ja käik püsiv. Kui kindlaksmääratud käigu juures üks külgpuhujate ventiilidest osutus pooleldi avatud seisukorras, siis peab teda avama vähehaaval kuni täie määrani, vähendades samal ajal pea manööverventiili avamise, et mitte muuta üldist auru hulka, mis tarvilik ta- gumiseks käiguks.

Peab alati avama niipalju puhujate gruppe, kui palju neid tarvis nõuetava kiiruse saavutamiseks.

Kui kasutatakse tööks turbiinis abimehanismide tööta- nud auru kas osalt ehk täielikult, siis peab seda auru vii- bimata üleviima abi- ehk peakondensaatori peale, nii pea kui manööverdamine alanud, ehk kui oletatakse tagumist käiku.

Järelvalve turbiini töötamise ajal.

Tihenduskarpid torustikke peab ärrereguleerima pärast

igat ümberühendust. Tihenduskarpidel seatud manomeetrid peavad alati näitama surve ületust umbes 0,1 kgr.võrra ning tihenduskarbid peavad oma atmosfääriliste torude kaudu ainult kergelt aurama.

On tarvilik jälgida, et mõlemad tihenduskarbi ventiilid regulaatorkarbil ei oleks avatud ühel ajal, - auru läbilaske ärahoidmiseks kondensaatorisse.

Aeg-ajalt peab avama mõlemad läbipuhke ventiilid ventiilide karbi juures vee ärajuhtimiseks.

Jahutavat vett õlijahutajate juures peab ärareguleerima nii, et õli temperatuur ei oleks liiga kõrge; maksimaalne temperatuur tema sissemineemisel jahutajasse võib olla 70°C ümber. Peab jälgima regulaarselt manomeetrit ja termomeetrit õlitorustikul enne ja pärast õlijahutajat. Peale seda on tarvis kontrolliks proovida aeg-ajalt käigu kõik laagrid. Peab avama aeg-ajalt proovikraanid laagrite peal ja veenduma sel viisil õli korralikus ringvoolus. Turbiini peab viibimata seisma jätma, nii pea kui katkestus ühe mingisuguse laagri-le õli juurdevool, ehk on märgatud, et laager liiga soojenenud. Tagavara õli pump igas turbiini jaoskonnas peab alati valmis olema käimalaskmiseks, et tarviduse korral teda viibimata käima lasta. Kui õli tasapind sisternides osutub alla normaalset, peab õli juurde lisama tagavara sisternidest. Aeg-ajalt peab proovima õli puhtust ja veenduma, et ta ei sisalda vett; ilmsiks tulnud puudused peab kõrvaldama enne õli vahetust. Õli filtrite sõõlad peab puhastama kordamööda ja nendele tuleb pöörata erilist tähelepanu.

Määrde õli temperatuuri ja surve, samuti ka tema tasapinna ja omaduste kontrolli käigusisternides peab teostama igal vahil.

Turbiini seismapanemine ja korrashoid.

Kui turbiin peab seisma jääma ajutiselt, siis peab avama soojenduse ventiilid, et hoida turbiini soojana. Samuti võivad osalt avatud olla koorm-ventiilid pea manööverventiilidel.

Ühes sellega on tarvilik avada turbiini läbipuhe ventiilid. Kui seismine kestab ainult mõned minutid, siis pole soojendus vajalik, kuid on tarvilik avada kondensatsioonivee äravool. Kui turbiin saab seisma kauemat aega, siis tarvis kõige pealt avada kõik läbipuhe torud.

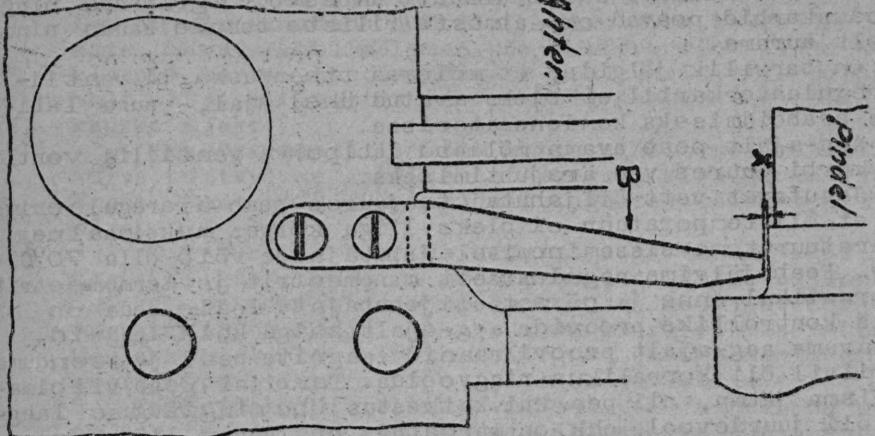
Turbiini kuivatamiseks peab töötama õhupump umbes ühe

Ahter

Pindel

B

x

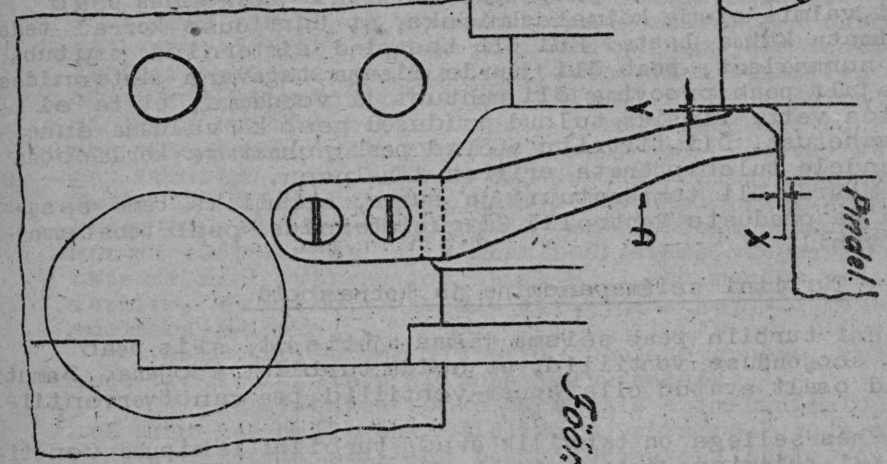


V

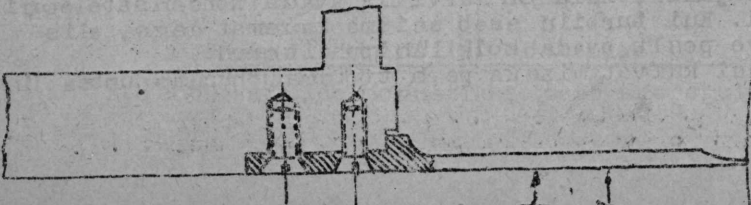
A

x

Pindel



Foot



1000 41

tunni jooksul tema vähendatud käigul. Auru tihenduskarpide juurde peab sulguma kohe pärast turbiini lõpulikku seisajätmist.

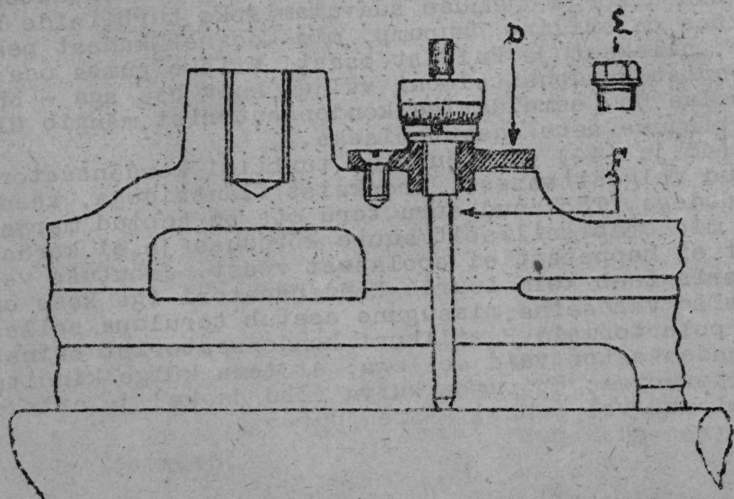
Turbiini kauaajalisel seismisel peab keerama teda iga päev mõne tuuri võrra. Selle manipulatsiooni ajal peab käimalaskma õlipumba, - turbiini laagrите õlitamiseks.

Turbiini võlli ja kandelaagrite õigeoleku kontrollimine.

Aegajalt peab kontrollima turbiini võlli õiget olekut tema kandelaagrites, - kas ta pole vajunud nende kulumise tõttu. Selleks otstarbeks on olemas joon.41 kujutatud sõrmenäitajad.

Turoiini eesotsa näitaja (A) võimaldab võlli aksiaalset ja küljelist seisakut, mõõtes kaliibriga vaheruumid (X) ja (Y). Tagumise laagri sõrmenäitajaga (B) võib kontrollida ainult võlli külgliikumist, mõõtes vaheruumi (X), sest et rootori suure paisumise tõttu soojusest on võimata mõõta tema aksiaalset liikumist (telje sihis).

Joon.42 näidatud mõõtmise säädise abil võib kontrollida võlli vajumist ehk tõusu. Iga kandelaagri kaane peal on ole-



Joon. 42

mas mõõdu hüls D, mis sulgub vindilise korgiga (E). Kui on tarvis kindlaks teha laagrite kulumine, siis võetakse kork (E) välja ja pannakse hülsi (D) sisse mõõtmise varre (F). Selle seadise esmakordsel proovimisel peab passima ta nii, et mõõtmise varre skaala oleks just nulli peal, kui ta ots puudutab kergelt võlli kaela. Mõõtmisel peavad turbiini ja võlli kael olema külmad. Mõõtmise lõpetamisel pannakse kork (E) kohale.

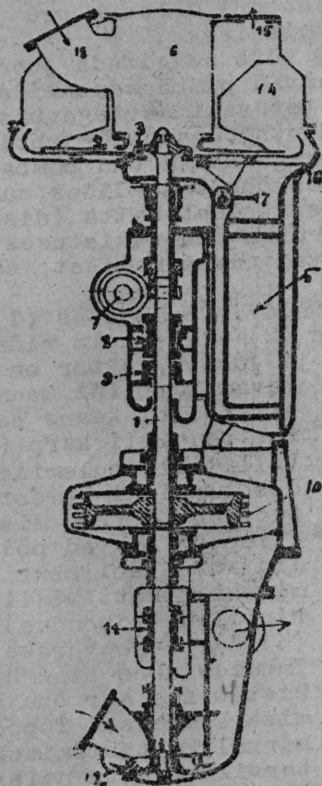
Turbiini abimehanismid.

Kondensaatorid.

Turbiini võime ripub ära laias ulatuses kondensaatoris tarvitatud tühjuse astest. Parsonsi turbiini tehased on kindlaks teinud paljude katsete põhjal, et vaakumi (tühjuse) tõstmisel ühe tolli võrra 26" pealt 27" peale annab turbiinile lisa võimet 9%, edaspidine suurendamine ühe tolli võrra 27" pealt 28" peale annab lisa võimet 4 $\frac{1}{2}$ % ja 28" pealt 29" peale lisab võimet 5 $\frac{1}{2}$ %.

Nende arvude summeerimine annab aga tulemuseks, et vaakumi suurendamine 26 pealt 29" peale vähendab auru kulu turbiini sädises umbes 20%. Sellest on näha kui suurt hoolt peab kandma kõrge tühjuse alalhoidmise eest kondensaatoris. Tähtsaim abinõu kõrge tühjuse saavutamiseks turbiinide kondensaatorites on eriline õhupump, mis koosneb kahest pea osast, n.n. niiskest ja kuivast osast. Niiske pumba osa imeb kondensaatorist kondensatsioonivälja, kuiv osa aga - õhku, sest et hoolas õhu eemaldamine kondensaatorist mängib üli-suurt osa tühjuse aste saavutamiseks.

Joon. (43 ja (44) on kujutatud turbiini kondensaator. Ta on tehtud valgest vasest, pronksist flantsidega, kaantega ja torulaudadega. Töötanud auru toru ots on tehtud marmytspronksist, mis omab eriliselt suure kõvaduse ja ei karda läbisõõmist ei happetest ei soolastest veest. Jahutuse vesi kondensaatoris teeb kolm tuuri. Kondensaatori iga kaas omab horisontaalse vaheseina, missugune asetub torulaua selles kohas, kus pole torusid. Harilikust kondensaatorist erineb turbiini kondensaator vaid sellega, et tema külge kinnitatakse kaks toruotsa: õhupumba kuiva (õhu jaoks) ja niiske (kondensatsiooniväe jaoks) osade juurest.



Kondensaatori õhu pump - on näidatud joon.45. Pumba vertikaalne võll (1) saab liikumise auru turbiinilt (10). Turbiini all mahutub raamlaager (11), selle all aga niiske tsentrifugaal pump (12). Auru turbiinist kõrgemal asetuvad: kamm-laager (9), raam-laager (8), regulaatori sädis (7) ja kuiv pump (6). Kuiva pumba kere on kinnitatud raami (5) külge, mis kinnitatud auru turbiini kere külge.

Kondensaatorite õhk pumbad auru turbiinide jaoks jagunevad alati kahte ossa: niiske ja kuiva osasse. Niiske pump pumbab välja vee kondensaatori alumisest osast, kuiv aga - õhu ja vee kondenseerumata aurud kondensaatori keskmisest osast. Niisuguse jaotusega saavutatakse väga hääd tühjust kondensaatoris. Harilikult on tsentrifugaal kuivad õhu pumbad ehitatud järgmiselt: kuiv pump töötab vee abil, mis täidab raami (5). Tõstetav vesi voolab raamist kaanali (4) mööda ja satub labidatu ratta (3) peale ja selle keerlemisest saab laiali pritsitud juhtiva ketta (2) kanaalidesse; see juhtke-

Joon.45.

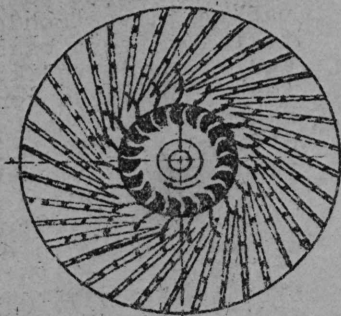
tas ümbritseb pumba ratta. Õhk saab väljaimetud kondensaatorist toru (13) kaudu ja liigub töötava vee sunnil läbi juhtiva ketta (2) kanaalide ruumi (14). Siit väljub õhk torusse (15), vesi aga langeb tagasi raami (5) kanaali (16) mõõda.

Töötava vee hulk reguleerub klapiga (17). Tema jahutamiseks on raami ehitatud kondensaator. Töötava vee jahutamine on tarvilik suurema tühjuse saavutamiseks.

Kulva pumba töötamise viisi võib selgitada joonistusest 46. Vee joad mis väljavisatud saavad pumba/kanaalidest, pusrustuvad juhtiva diskuse seinte teravate äärtega üksikutesse osadesse. Need osad, liikudes inertsjõu sunnil juhtiva diskuse kanaalide mõõda, tõmbavad enesega kaasa õhu pumba ratta pealtpoolsest ruumist. Siin juures õhk kanaalides muljub kokku, vee osade liikumise kiirus väheneb ketta (diskuse) äärte juurde jõudmisega. Kokkusurutud õhu takistusest pöörduvad vee joad, mis laiali paisatavad pumba rattast, tahapoolle, nagu näha joonistusest.

Auru turbiin on näidatud joon.47. Tema ratas (1) omab neli rida labidaid, juhtiv sektor (2) aga - kolm rida liikumatuid labidaid. Puhuja karp (5) ja juhtiv sektor on kinnitatavad turbiini kaane külge alt poolt. Kaane sees mahutub ventiili karp (7).

Võlli väljatulemise kohtades turbiini kerest on seatud muhvid (3), mis oma sisepool omavad põik-kanaaliid aurude läbilaske vähendamiseks pikuti võlli (labürintiline tihendus). Ruumi (4) lastakse värske aur. Imubesse kere sisemusse, takistab see aur õhu sisseimist sellesse. Toppendite korraliku töötamiseks on tarvilik lasta neisse aurude seliise survega, et nad kergelt auraksid.



Joon. 46.

Joon.46 on näidatud auru turbiini kere läbilõige. Mõõda-des stopp ventiili ja reguleatori ventiili, sattub aur ruumi (7). Siit läheb aur ruumi (1), kus olemas kaks lähtist

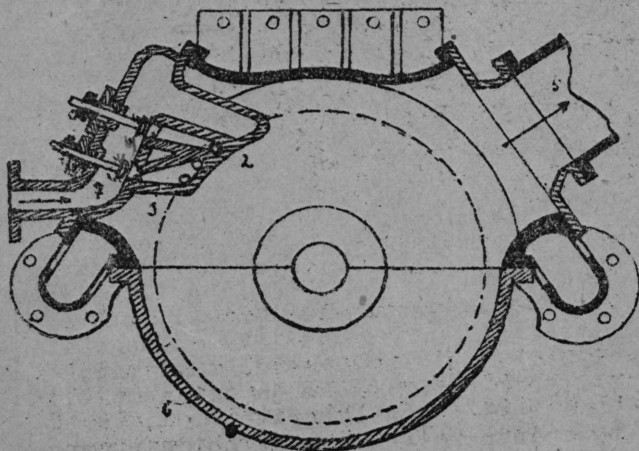
puhujat. Ruum (2), mis sisaldab ühe puhuja ja ruum (3), mis sisaldab kaks puhujat, sulguvad ventiilidega (4). Neid ventile avatakse turbiini käigu suurendamiseks.

Aratõotanud aur, ruumist mis ümbritseb turbiini rattast, voolab välja tõotanud auru torusse (5). Turbiini kere sulgub kaanega (6) poltide abil. Turbiini ratas on näidatud joonistusel punktitiiriga.

Joon.49 on näidatud pumba läbilõige regulaatori võlli kohalt; numbrid sellel tähendavad:

- 1 - turbiini võll;
- 2 - tema tigu;
- 3 - regulaatori võlli tigu-ratas;
- 4 - regulaatori võlli laagrid;

- 5 - regulaatori raskused;
- 6 - regulaatori tõmbik-säädis; 7 - regulaatori ventiil;

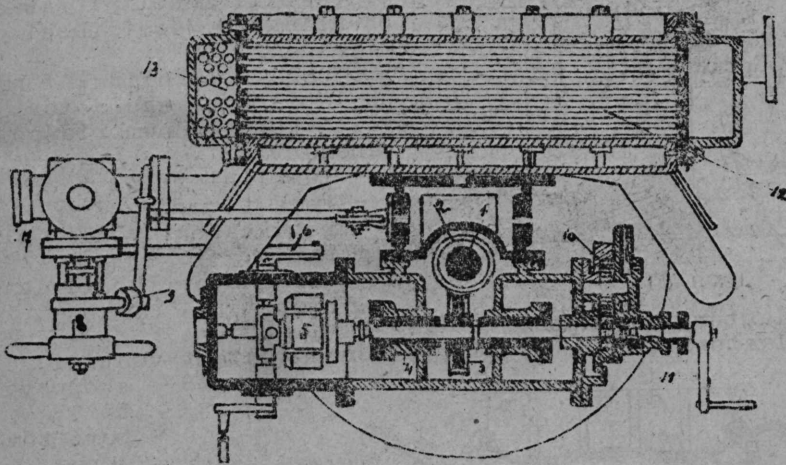


Joon.48.

- 8 - stopp ventiil;
- 9 - tema tõmbeharud;
- 10 - hammasratta õlipump;
- 11 - tema käsi kang;
- 12 - töötava vee kondensaator;
- 13 - õlijahutaja.

Pumba torustiku skeem on näidatud joon. (50). Õli kallatakse sisterni (19), mis varustatud ujujaga (8).

Läbi võrgu (20) sattub õli toru (10) kaudu õlipumba (11) juurde. Siit aetakse ta toru (12) mööda õlijahutajasse (13). Edasi läheb õli mööda toru (14) ja tema harusid kambris (5), läbi ventiili (1), regulaatorvõlli laagritesse läbi ventiilide (2) ja (3) ning regulaatori enese juurde läbi ventiili (4). Kamblaagri juurde tuleb õli ilma ventiilita

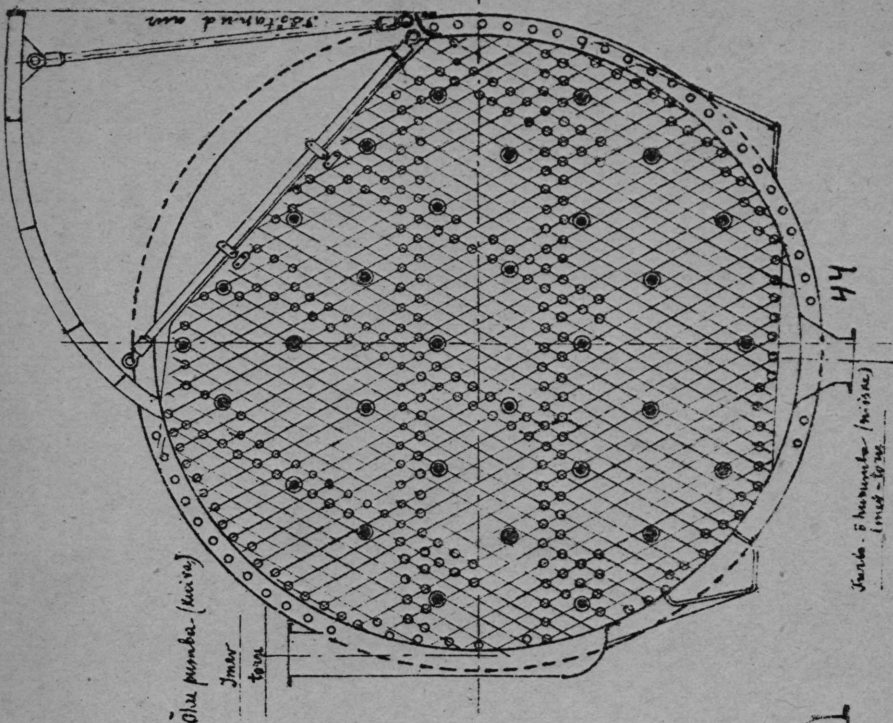


Joon. 49.

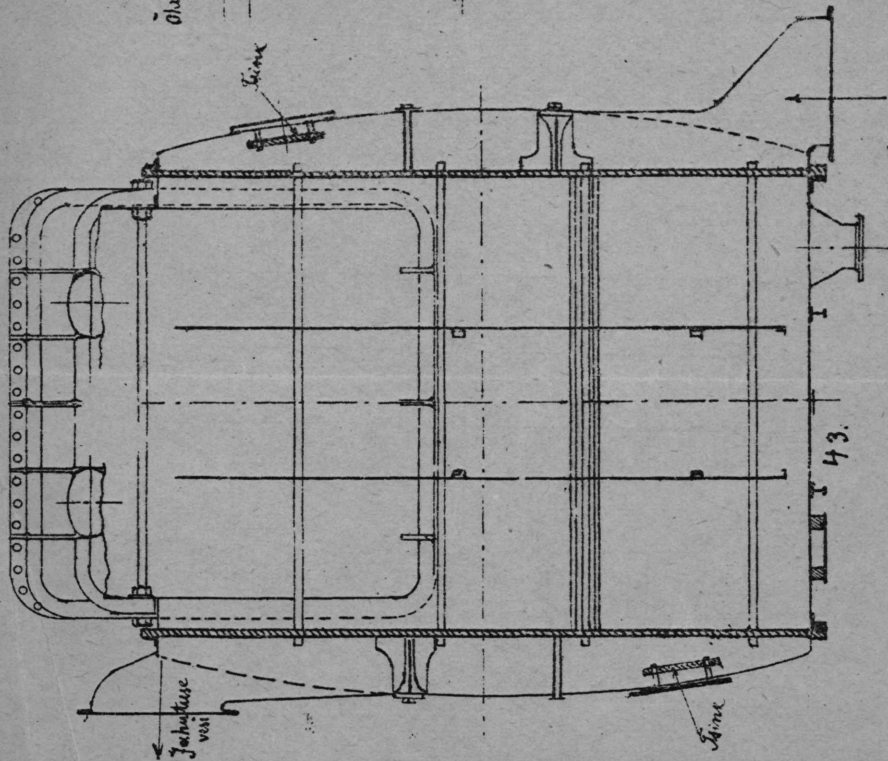
toru (6) mööda ja võib selle tõttu olla temas õlipumba täielise surve all.

Kambrist (5), voolates üle vaheseina, sattub õli võlli ülamise laagri juurde. Seid ta võib ka lastud olla läbi ventiili (7). Vahelõigne õli, mis läbib ülalised laagritest (1), (2), (3) ja (4) tilgub toru (15) mööda kamblaagri pealpool olevasse ruumi. Ruumist kamblaagri sit tuleb õli toru (16) mööda läbi kontroll treetri (8) ja toru (17) mööda võlli ülamise laagri juurde. Siit voolab õli mööda toru (18) sisterni (19). Niiviisi tsirkuleerib üks ja see sama õli hulk kõige töötamise aja läbi pumba laagrite.

Et töötava vee tasapinda kuivas pumbas hoida ühesugusel tasapinnal, on seatud läbipuhe ventiil (21) ujujaga. Läbi



Joon. 44.



Joon. 43.

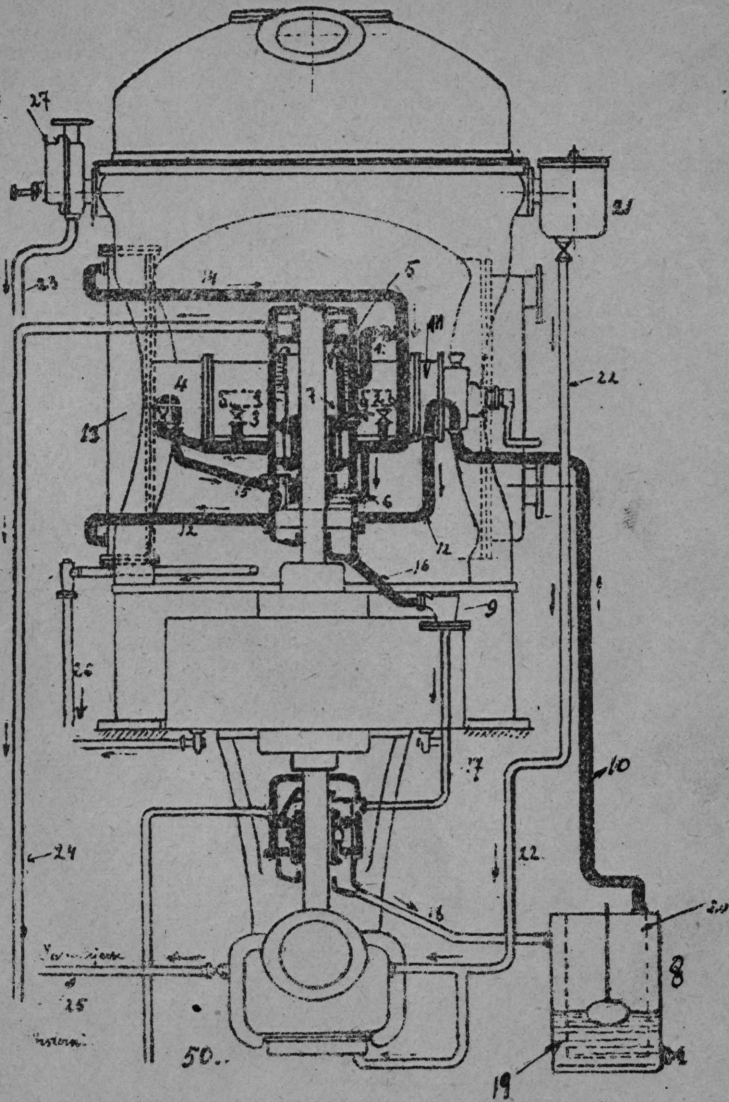


Fig. 50.

selle ventiili eemaldub üleliigne vesi toru (22) mõõda niiske pumba juurde. Ujuja rikkenemise juhuseks on olemas vee äravool karbi (27) kaudu sisternasse mõõda toru (23). Samas kohas on olemas käsiventil pumba töötamiseks töötava veega.

Torud (24) ja (25) on vee eemaldamiseks toppenditest, toru (26) aga vee väljapuhumiseks turbiini kerest tema töötamise juures atmosfääri.

Õhupumba käsitamine. Enne pumba käimalaskmist puhutakse hästi läbi auru torustiku ja kontrollitakse auru ventiilide korraliku töötamist. Kontrollitakse, kas on küllalt õli sisternis ja lastakse sellest välja vesi. Siis pumbatakse läbi õlitorustik käsipumba abil senini, kui kontroll trehtrist hakkab väljuma õli. Kui õli pump "ei võta", siis kallatakse vähe õli trehtrisse (28).

Õli ja töötava vee pumbas peab vahetama iga 1000 tunni pumba töötamise järgi, torustikude ja sisternide põhjaliku sisemist puhastust tegema peale iga 4000 töö tunni.

Avatakse ventiil, mis on pumba vee täitmise otstarbeks ja proovitakse ujujaga ventiili korrasolekut. Töötamise vee sissevoolu jäätakse avatuna ventiili poole tuuri võrra, et pumba alaliselt voolaks juurde vähe vett.

Lastakse auru tihenduskarpidesse. Avatakse läbipuhe kraanid, samuti klinketid niiske pumba torude peal. Töötava vee kondensatorisse lastakse jahutuse vett pea jahutaja tsirkulatsiooni pumbast.

Pumba käimalaskmiseks avatakse väheaval auru stoppventiil ja antakse turbiinile tuuride arvu, mis näidatud pumba küljes oleval lauakesel. Kui regulaator määrab kindlaks tarvilise tuuride arvu, avatakse stoppventiil täiel määral. Lastakse jahutava vee niiske ja kuiva pumpade toppukitsesse. Kontrollitakse õlipumba töötamist läbi kontroll trehtri.

Kui kuiv pump sünnitab tühjuse, avatakse aeglaselt klinketi ta imeva toru peal, siis juba seatakse kindlaks diskusventiili avamise suurus töötava vee sisselaskmiseks pumba. Ventiil sulutakse senini, kuni vakuumetri näitenool ei alga tühjuse eest languse näitamist; pärast seda avatakse ta jälle vähe.

Siis sulutakse turbiini läbipuhe kraanid ja kontrollitakse niiske pumba toppendi tihedust. Kui pakkung läbi läheb, siis ei jõua pump välja meda kõiki vett kondensatorist ja kuiv pump võib täituda veega temast; selle tagajärjel pump lakkab töötamast.

Mehhanismi seismapanemiseks sulutakse esmalt õhutorustiku klinkett kondensaatorilt ja siis auru stoppventiil, välja-
haakides tema lukustavat krampi (mitte aga ventiili varre kee-
ramisega), et ta vedru ei jääks kokkusurutud seisukorda. Kui
pump seismas, sulutakse kõik ventiilid ja klinketid.

Pumba pikkema ajalise seisul nõuab erilist järelvalvet
regulaator ventiili vars, mida peab hoolsalt õlitama. Kui
vars roostetab, siis osutub ventiili töötamine korratuks.

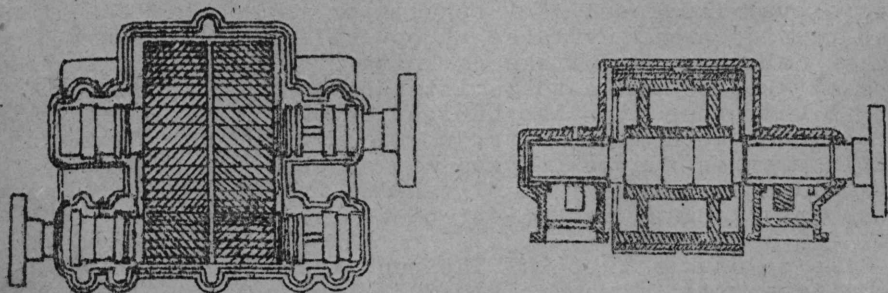
Turbo dūnamo.

Turbiini vōlli (1) ũhendus dūnaamo-masina vōllliga tehak-
se enamalt jaolt hammasrataste ũlekande abil (joon.51 ja 52).
Hammasrataste ũlekanne vāhendab dūnamo-masina vōlli tuuride
arvu mitmekordselt, vōrreldes turbiini vōlli tuuride arvuga.
Hammasrattad (3) ja (4) on kahekordsed ja varustatud kallak-
hammastega isepoole kũlge. Vāike hammasratas on tervelt tera-
sest, suur aga omab terasest hambalise rehvi, mis asetatud
malmist trummi peale. Hammasrataste ũhetasase tōötamise ots-
tarbeks tehakse neid peentena. ũlekanne vōllide laagrid te-
hakse ũnsatena - veejahutuse otstarbeks.

Joon.(53) ja (54) nāidatud turbo dūnamo ũldehitus.

Numbrid joonistusel tēhendavad:

- 1 - stopp ventiil;
- 2 - regulaatori ventiil;
- 3 - regulaator;



- 4 - Tõmbikud regulaatorilt ventiili juurde;
- 5 - Regulaatori võll;
- 6 - Võlli ots tahomeetri ehk tuuride näitaja juurde;
- 7 - Turbiini võlli hammasratas;
- 8 - Õlipumba võll;
- 9 - Võllide (5) ja (8) hammasrattad;
- 10 - Õlipump;
- 11 - Õli käsipump;
- 12 - Kaitseventiil õlitorustikul;
- 13 - Turbiini võll;
- 14 - Ventiiolid auru sisselaskmiseks lisa puhujate juurde;
- 15, 16 ja 17 - esimene, teise ja kolmanda paisumisaste puhujad;
- 18, 19 ja 20 - Turbiini rattad;
- 21 - Turbiini võlli tihenduskarbid;
- 22 - Juhtivate labidate sektor;
- 23 - Vaheseinte toppendpuksid (muhvid);
- 24 - Raamlaager;
- 25 - Kammlaager (Tugilaager);
- 26 - Laagrite õlimõõdu torud;
- 27 - Obadused kaante ülestõstmiseks;
- 28 - Tõõtanud auru toru;
- 29 - Vundamendi raam;
- 30 - Turbiini kest ehk välisvooder;
- 31 - Auruventiilide (1) ja (2) isolatsioon;
- 32 - Manomeetri kinnitamise koht.

Joonistus (53) on tehtud nõnda, et näidatud oleks läbilõike ventiilidest (1) ja (2). Nagu näha, on need ventiilid hariliku ehitusega.

Auru rõhu astmete ehitus turbiinis on näidatud joon. (55). Auru surve langemine sünnib turbiinis mitte korraga, vaid osade kaupa (astmete järgi). Auru surve langemise esimene osa sünnib puhujates (1) kuni surveni mis jääb püsima turbiini töötamise ajal ruumis (4) turbiini esimese ratta ümber.

Auru langemise teine osa sünnib puhujates (2) surveni, mis jääb püsima turbiini töötamise ajal ruumis (12), teise ratta ümber. Kolmas osa auru surve langemist teostab puhujates (3) kuni äratõõtanud auru surveni turbiini kolmanda ratta ümber.

Esimise paisumise aste puhuja karp (5) on kinnitatud turbiini kere külge väljaspoolt. Teise ja kolmanda aste pu-

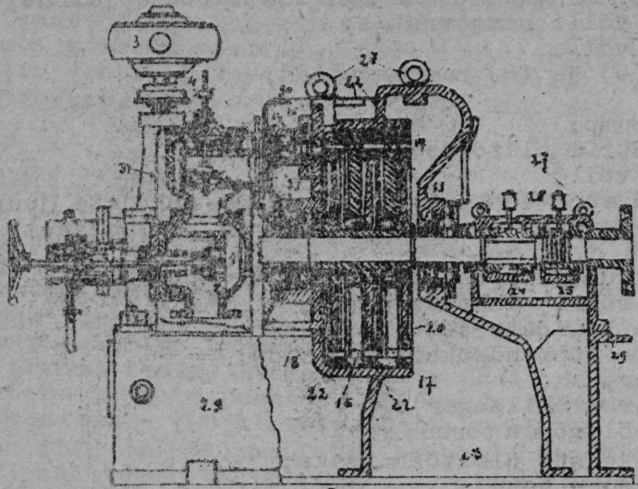


Figure 53.

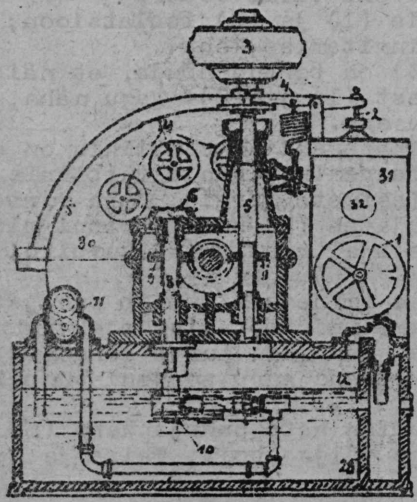
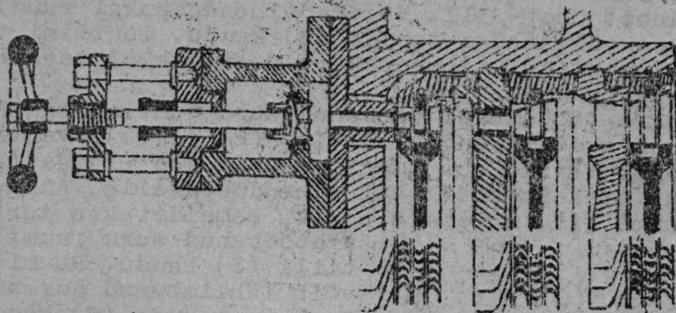


Figure 54.

puhujad on ehitatud vaheseintes (6) ja (7), missugused jaotavad turbiini kere sisemuse kolme ossa (I), (II) ja (III).

Aur tuleb esimese ratta labidate juurde puhuja ja karbi (5) kaudu. Ta omab 32 puhujat (1), milledest kümme



Joon. 55.

on lahtised. Ülejäänud 22 puhujat võivad väljaühendatud saada tegevusest kolme ventiili (8) abil, missugused sulguvad auru läbikäiku gruppide juurde, mis koosnevad kolmest, veel kolmest ja 16-st puhujast. Puhujad (1) on mahutatud ainult turbiini kere ülemises pooles.

Äratöötades esimesel astmel, tungib aur ruumist (4) 32 puhujasse (2) vaheseinas (6). Selles seinas on asetatud puhujad mitmetes gruppides, missugused mahutavad vaheseinas (6) ringiliselt.

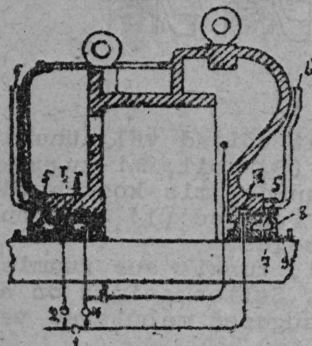
Äratöötates teisel rattal, sattub aur ruumist (12) - 92 puhujasse (3), missugused mahutavad ringiliselt, teine teise kõrval vaheseinas (7). Paisudes nendes, töötab aur kolmandal rattal ja tungib siis välja turbiini töötanud auru torusse.

Igas astmes töötab aur nagu turbiinis, mis omab ühe ratta, millel kaks rida labidaid. Juhtivad labidad on kinnitatud rõngastes (9), (10) ja (11). Vaheseinad auru rõhu astmete vahel on võlli läbikäikude kohtadel nendest varustatud pronksist muhvidega. Turbiini rattad omavad harilikult läbistavad väljalõiked, sest et auru surve mõlemal pool

ratast on ühesugune. Vaheruimid labidate vahel võivad olla kaunis suured, sest et see esile ei kutsu auru kaotusi. Turbo-dünamo tihenduskarpid ehitus on näidatud joon.56. Aur nende juurde juhitakse erilise ventiili karbi kaudu, mis on olemas turbiini stoppventiili kere küljes. Karp ja torustik on näidatud joonistusel skeemiliselt. Kõrgesurve tihenduspuks omab kaks auru ruumi (I) ja (II). Madala surve tihenduspuks aga ainult ühe - III. Mõlema tihenduspuksi ruumid (5) on ühenduses välisõhuga torude (6) kaudu. Turbiini völli omab väljatulekukohtadel tihenduskarpidest nikkel terasest välisvooderduse.

Turbo-dünamo töötamisel töötanud auru juhtimisega kondensaatorisse on avatud ventiilid (1), (2) ja (3), ventiil (4) aga on kinni. Värske aur tungib ruumidesse (I) ja (III) ja takistab õhu sisseimemist läbi tihenduspukside. Auru, mis imunud ruumi (II) mõlemalt poolt, eemaldatakse turbiini äratöötanud auru ruumi ventiili (3) kaudu. Ruumidest võib läbiimunud aur välja-voolata torude (6) kaudu.

Turbo-dünamo töötamisel atmosfäärisse on avatud ventiilid (1), (2) ja (4), ventiil (3) aga on kinni. Värske aur tungib ruumidesse (I), (II) ja (III). Sõe rõngad (7) takistavad veeläbiimbumist toppuksist pikuti völli. Iga rõngas koosneb kolmest osast, milliseid kokkutõmatakse ringiliselt vedru abil.



Joon.56.

~~~~~

Ar 930  
Anton