

ABIKS
KESK-
KÜTTE-
KÄTLÄ
KÜTJALE

A - 27137

HARRI VEIDE

**ABIKS
KESKKÜTTEKATLA
KÜTJALE**

Teine, täiendatud trükk

KIRJASTUS «VALGUS» * TALLINN 1965

Raamat sisaldab keskkütte- ja soojaveearustuse süsteemide, keskküttekatelde ja nende abiseadmete ehituse, töötamise ning teenindamise kirjeldusi.

On käsitletud füüsika ja soojustehnika põhimõisteid, katelde küttepindade puhastamist, soojustehnilist kontrolli ning keskküttesüsteemide ja -katelde korratusi ning vigastusi; erilist tähelepanu on pööratud seadmete avariita töötamise kindlustamisele.

Raamat on mõeldud kasutamiseks keskküttekatla kütjate ettevalmistamisel ja nende kvalifikatsiooni tõstmisel.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

SISSEJUHATUS

Iga aastaga laieneb Eesti NSV-s ehitustegevus. Suur osa ehitatavatest hoonetest varustatakse keskküttesüsteemidega ning soojaveevarustuse sisseseadega. Individuaalkatlamajade kõrval leiavad laialdast kasutamist grüpikatlamajad, mille põhi- ja abiseadmete arv ning suurus ületavad mitmekordselt individuaalkatlamajade seadmete arvu ja suuruse.

Keskküttekatlamajad seadistatakse Nõukogude Liidu teadlaste ja inseneride poolt väljatöötatud uuetüübiliste katelde ning nende abiseadmetega. Järjest rohkem kasutatakse soojusallikana vedelkütust, mille põletamistehnikat täiustatakse pidevalt. Kõrvuti vedelkütusega levib üha laialdasemalt gaaskütus.

Vedel- ja gaaskütused võimaldavad katelde tööd kergesti automatiseerida. Nii kasvab iga päevaga vedel- ja gaaskütusega töötavate keskküttekatlamajade arv, kus on automatiseeritud põletatava kütuse hulga reguleerimine vastavalt soojuse tarvidusele, põlemisprotsessi juhtimine, kütuse juurdeandmise lõpetamine leegi kustumisel koldes jms.

Kõrvuti vesi- ja auruküttesüsteemidega on viimasel ajal hakatud uutes ehitatavates elamutes rakendama ka õhukütet, mis võimaldab tunduvalt vähendada kapitaalmahutusi küttesüsteemile.

Kõigi nimetatud seadmete ja süsteemide ohutu ja ökonoomse töö tagamiseks peab katlamaja personal põhjalikult tundma nende ehitust ja töötamise põhimõtet. Kütuse säästlik kasutamine eeldab aga õige kütmistehnika, koldes toimuvate soojuslike protsesside, soojusülekannet mõ-

jutavate tegurite, soojustehnilise kontrolli põhimõistete jne. tundmist. Seadmete avariita töötamist tagab nende teenindamisjuhiste ja ohutustehnika eeskirjade range järgimine.

Käesolevas raamatus ongi kokkuvõtlikult käsitletud küsimusi, mida keskküttekatla kütja peab teadma oma tööülesannete korralikuks täitmiseks. Raamatu eesmärk on abistada kütjaid neile vajalike teadmiste omandamisel ja kvalifikatsiooni tõstmisel.

Raamatu kordustrukki on täiendatud uute keskküttekatla tüüpidega ning gaasikütte seadmete, katla automaatika, mõõteriistade ja katlamaja elektriseadmete osas. On tehtud parandusi katlajärelevalve ja ohutustehnika nõuete osas seoses Katlajärelevalve Inspektsiooni eeskirjades toimunud muudatustega.

Autor

I. PÕHIMÕISTEID FÜÜSIKAST JA KEEMIAST

1. Üldmõisteid

Kõik esemed kujutavad endast füüsilisi kehi. Kehad koosnevad väga väikestest osakestest — molekulidest, mis on omavahel seotud nn. molekulaarsete jõududega. Molekulid omakorda koosnevad veel väiksematest osakestest — aatomitest.

Kehad jaotatakse oma oleku järgi tahketeks, vedelateks ja gaasilisteks. Tahked kehad, nagu teras, kivisüsi, tellis jt., säilitavad oma kuju ja selle muutmiseks tuleb kasutada jõudu. Vedelikud, nagu vesi, õli jt., ei säilita oma kuju, küll aga mahtu. Gaasid, nagu õhk, suitsugaas jt., ei säilita oma kuju ega mahtu ja nad püüavad täita kogu anumat või ruumi, milles nad asuvad.

Keha pikkust mõõdetakse meetrites (m), detsimeetrites (dm), sentimeetrites (cm) või millimeetrites (mm); keha pindala mõõdetakse ruutmeetrites (m²), ruutdetsimeetrites (dm²), ruutsentimeetrites (cm²) või ruutmillimeetrites (mm²); keha mahtu mõõdetakse kuupmeetrites (m³), kuupdetsimeetrites (dm³) ehk liitrites (l), kuupsentimeetrites (cm³) või kuupmillimeetrites (mm³).

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm};$$

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2; 1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2;$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3; 1 \text{ dm}^3 \text{ (liiter)} = 1000 \text{ cm}^3.$$

Keha tõstmiseks ja ümberasetamiseks tuleb kulutada jõudu, et ületada keha raskust. Keha raskust mõõdetakse tonnides (t), kilogrammides (kg), grammides (g) või milligrammides (mg).

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}; 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}.$$

Kehade tihedus pole ühesugune. Nii võtavad vesi, tellis ja teras ühe ning sama raskuse, näiteks 1 kg, puhul

enda alla erinevad mahud. Kehade tiheduse võrdlemiseks kasutatakse erikaalu mõistet. Erikaaluks nimetatakse keha mahuühiku kaalu. Võttes mahuühikuks 1 kuupmeetri, 1 kuupdetsimeetri või 1 kuupsentimeetri, on keha erikaalu ühikuks vastavalt tonni kuupmeetri kohta (t/m^3), kilogrammi kuupdetsimeetri kohta (kg/dm^3) või grammi kuupsentimeetri kohta (g/cm^3). Näiteks vee erikaal on $1 t/m^3$, $1 kg/dm^3$ ehk $1 g/cm^3$, terase erikaal $7,8 t/m^3$, $7,8 kg/dm^3$ ehk $7,8 g/cm^3$.

Järgnevalt on toodud mõnede ainete erikaalud:

elavhõbe	13,6	vesi	1,0
vask	8,9	kütteõlid	0,9—1,0
teras	7,8	piiritus	0,8
malm	7,2	männipuu	0,5

Gaaside erikaalud kg/m^3 -tes temperatuuril 0° ja rõhul 760 mm Hg (elavhõbeda sammast) on järgmised:

lämmastik	1,257	vingugaas	1,250
õhk	1,293	veeaur	0,804
hapnik	1,429	metaan	0,717
süsihappegaas	1,977	vesinik	0,089

Teades keha erikaalu (γ) ja mahtu (V), võib määrata keha kaalu (G):

$$\text{keha kaal} = \text{erikaal} \times \text{maht või}$$

$$G = \gamma V.$$

Näide. Määrata männipuust tala kaal, kui tala maht on $1,2 m^3$.

$$G = \gamma V = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6 t.$$

Puistainete (kivisüsi, tuhk, liiv jm.) kaalu väljendatakse mahukaaluga, millega mõistetakse $1 m^3$ -sse mahutuva aine kaalu kilogrammides (kg/m^3) või tonnides (t/m^3):

2. Rõhk

Meid ümbritsev õhk avaldab kõikidele kehadele survejõudu. Samasugust survet avaldab katlas olev aur katla seintele.

Ühele pinnaühikule mõjuvat jõudu nimetatakse rõhuks. Mõõtes jõudu kilogrammides ja pinda ruutsentimeetrites, saame rõhu kilogrammides ruutsentimeetritele

(kg/cm²). Rõhku 1 kg/cm² nimetatakse tehniliseks atmosfääriks (at).¹ Teades rõhku (p), võib määrata kogu jõu (P), millega näiteks vesi või aur rõhub anuma seinte pinnale (F):

$$\text{jõud (kgf)} = \text{rõhk (kgf/cm}^2\text{)} \times \text{pind (cm}^2\text{)} \text{ või}$$

$$P = pF.$$

Näide. Määrata katla trumli põhjale mõjuv jõud, kui põhja pindala on 0,8 m² ja auru rõhk katlas 3 atmosfääri.

Et 0,8 m² võrdub 8000 cm²-ga, siis põhjale mõjuv jõud on

$$P = pF = 3 \cdot 8000 = 24\,000 \text{ kg.}$$

Rõhku võime mõõta ka veesamba kõrgusega. Ühele tehnilisele atmosfäärile vastab veesamba kõrgus 10 m, sest sellise kõrgusega 1 cm² ristlõikega veesamba maht on

$$1 \text{ cm}^2 \cdot 1000 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3 \text{ (1 liiter)}$$

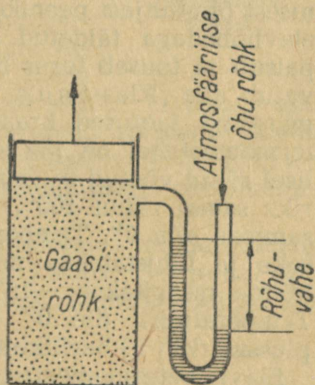
ja veesamba kaal 1 kg.

Järelikult 10 m kõrgune veesammas (vs) rõhub 1 cm² suurusele pinnale jõuga 1 kg. Sama suurt rõhku avaldab 735 mm kõrgune elavhõbeda- (Hg) sammas.

Atmosfäärilise õhu rõhku nimetatakse füüsikaliseks atmosfääriks (atm); viimane on veidi suurem tehnilisest atmosfäärist ja võrdub rõhuga 1,033 kg/cm².

Ühele füüsikalisele atmosfäärile vastab veesamba kõrgus 10,33 m või elavhõbedasamba kõrgus 760 mm.

Tehakse vahet absoluutse ja ülerõhu vahel. Absoluutseks rõhuks nimetatakse rõhku, mida mõõdetakse absoluutse tühjuse suhtes, ülerõhuks absoluutse ja atmosfäärilise rõhu vahet. Absoluutset rõhku atmosfäärides tähistatakse lühendatult a , ülerõhku aga at . Absoluutne rõhk atmosfäärides on 1 ühiku võrra suurem kui vastav ülerõhk.



Joon. 1. Alarõhu mõõtmine.

¹ Rahvusvahelises SI. mõõdusüsteemis on rõhu ühikuks 1 njuuton ühele ruutmeetrile (N/m²). Rõhule 1 kg/cm² vastab 98 070 N/m².

Suurendades näiteks atmosfäärilise rõhu all oleva gaasi mahtu kolvi ülespoole liigutamise (joon. 1), gaas hõreneb ja gaasi rõhk muutub atmosfäärilisest rõhust väiksemaks. Vahet atmosfäärilise rõhu ja gaasirõhu vahel nimetatakse alarõhuks, hõrenduseks ehk vaakuumiks. Alarõhk esineb näiteks katla koldes ja gaasikäikudes.

Alarõhud katla gaasikäikudes on harilikult väikesed ja neid mõõdetakse veesamba kõrgusega.

Joonisel 1 toodud U-toru parempoolse, lahtise otsa kaudu mõjub torus olevale veesambale atmosfääriline rõhk, vasakpoolse otsa kaudu, mis on ühendatud gaasi- anumaga, gaasirõhk. Selle tagajärjel veetase U-toru vasakus pooles tõuseb kõrgemale kui paremas. Veesammaste kõrguste vahe näitab alarõhu suurust.

Mõõteriista alarõhu määramiseks katla gaasikäikudes nimetatakse t õ m b e m õ õ t j a k s (vt. p. 54).

3. Soojus

Kui mingile kehale juhtida juurde soojust, siis keha temperatuur tõuseb ja ümberpöörduvalt, kui keha annab soojust ära ümbritsevale keskkonnale, siis keha temperatuur langeb. Järelikult temperatuur iseloomustab keha kuumuse astet. Temperatuuri mõõdetakse termomeetriga. Elavhõbetermomeeter (joon. 2) koosneb kinnisest õhutühjast peenikesest klaastorust, mille allotsas on elavhõbedaga täidetud kerake. Elavhõbe soojenemisel paisub ja tõuseb torus üles, jahtumisel tõmbub kokku ja vajub alla. Klaastorule või sellele kinnitatud alusele on märgitud jaotused kraadides. NSV Liidus kasutatavatel termomeetritel on jää sulamistemperatuuriks atmosfäärilisel rõhul võetud 0° (null kraadi), vee keemistemperatuuriks samal rõhul 100° . Külma puhul langeb elavhõbedasamm alla 0° . Temperatuuri alla 0° loetakse negatiivseks ja tähistatakse miinusmärgiga (—). Näiteks 15° külma märgitakse -15° ja loetakse: miinus 15 kraadi. Temperatuuri üle 0° loetakse positiivseks, seejuures plussmärki (+) harilikult ei kirjutata.

Elavhõbetermomeetriga võib mõõta temperatuure kuni 600° -ni. Temperatuuride mõõtmiseks üle 600° kasutatakse termopaare ja püromeetreid (vt. p. 53).

Soojushulga ühikuks on tehnikas kilokalor (kcal)¹, millega mõistetakse soojushulka, mis on tarvilik 1 kg vee soojendamiseks 1° võrra. Sama soojushulk vabaneb 1 kg vee jahutamisel 1° võrra.

10 kg vee soojendamiseks näiteks 60°-st kuni 80°-ni kulub seega soojust

$$10(80 - 60) = 200 \text{ kcal.}$$

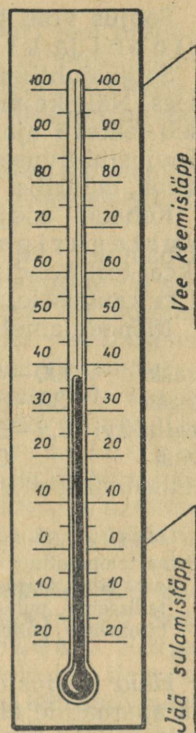
Kehad soojenemisel paisuvad, jahtumisel kahanevad. Tahketest kehadest paisuvad kõige rohkem metallid. Näiteks soojendamisel 100° võrra pikeneb 1 m pikkune keha:

malm	1,0 mm
teras	1,1 mm
vask	1,7 mm
klaas	0,6—0,9 mm

1 m³ vee maht soojendamisel 0°-st kuni 100°-ni suureneb 42 l võrra. Õhu, suitsugaaside jt. gaaside maht suureneb 1°-sel soojendamisel 1/273 võrra, võrreldes gaasi mahuga 0° juures.

Kehade paisumist tuleb arvestada keskküttekatelde, samuti ka keskküttesüsteemide ehitamisel. Katla monteerimisel nähakse ette tema üksikute elementide (trumlite, restilülide jne.) paisumise võimalus, vesiküttesüsteemid varustatakse paisumispaagiga jne. Katla kiirel sissekütmisel paisuvad tema seinad ja teised osad ebaühtlaselt: kuumemad osad paisuvad rohkem, jahedamad aga vähem. Selle tagajärjel tekivad materjalis nn. termilised pinged, mis võivad põhjustada osade pragunemist ja purunemist.

Soojusel on omadus üle minna kõrgema temperatuuriga kehalt madalama temperatuuriga kehale. Sel puhul soojust juurdesaava keha temperatuur tõuseb, soojust äraandva keha temperatuur langeb.



Joon. 2. Elavhõbetermomeeter.

¹ Rahvusvahelises SI mõõdusüsteemis on soojushulga ühikuks džaul (J). 1 kcal = 4,19 kJ (kilodžauli).

Soojus võib levida soojusjuhtivuse, konvektiooni ja kiirguse teel.

Soojusjuhtivuseks nimetatakse soojuse levimist keha sees. Näiteks metallvarda soojendamisel ühest otsast tõuseb teatava aja pärast tema temperatuur ka teises otsas. Soojusjuhtivuse teel läbib soojus katla trumli ja torude seinu, müüritist jne.

Kehade soojusjuhtivust hinnatakse soojusjuhtivusteguriga, mis näitab, missugune soojushulk (kcal-tes) kandub edasi 1 tunni jooksul 1 m² pinna kohta 1 m kaugusele, kui pindade temperatuuri vahe on 1°.

Mõnede ainete soojusjuhtivustegurid (c):

vask	300—400 kcal/mh ^o	asbest	0,10—0,14 kcal/mh ^o
teras	30—50	õli	0,1
katlakivi	0,5—5,0	saepuru	0,06
vesi	0,5	tahm	0,03—0,06
tellismüüritis	0,35	õhk	0,02—0,03

Näide. Juhitagu soojust läbi 1 m paksuse seinaga pinnaga 1 m². Seinaga temperatuur ühel pool olgu $t_1 = 100^\circ$, teisel pool $t_2 = 20^\circ$.

Seinaga läbib soojushulk 1 tunni jooksul on siis:

tellisseinaga puhul $Q = c(t_1 - t_2) = 0,35(100 - 20) = 28$ kcal,

terasseinaga puhul $Q = c(t_1 - t_2) = 50(100 - 20) = 4000$ kcal.

Häid soojusjuhte kasutatakse mitmesuguste seadmete ja aparaatide ehitamisel, kus on tarvilik üle anda soojust, nagu katla küttepindade, küttekehade, keeduaparaatide jne. ehitamisel. Halbu soojusjuhte kasutatakse soojuse ülemineku takistamiseks soojusisolatsioonimaterjalina. Siia kuuluvad asbest, diatomiit, mineraalvatt jt. Soojusisolatsioonimaterjalide kasutamisega on võimalik vähendada katla ja torustiku soojuskadusid välisõhku.

Halvad soojusjuhivad on ka katlakivi, tahm ja tuhk. See pärast on tähtis, et katla küttepinnad oleksid nii vee kui ka suitsugaaside poolt hästi puhtad. Halva soojusjuhtivuse tõttu takistab tahm ja tuhk soojuse üleandmist kuumadelt gaasidelt küttepindadele, katlakivi — küttepindadelt veele. Selle tagajärjel suureneb kütuse kulu; katlakivi võib põhjustada ka katlaosade vigastusi ja avariisid.

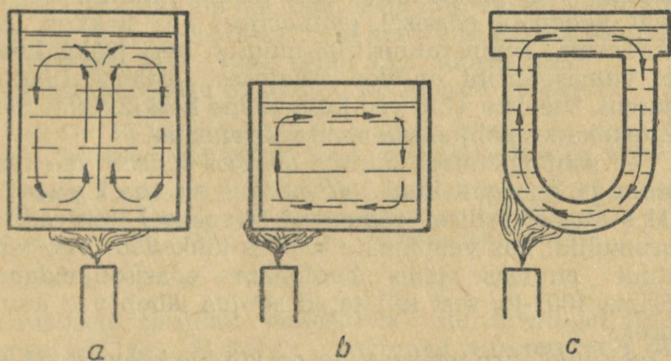
¹ Rahvusvahelises SI mõõdusüsteemis on soojusjuhtivusteguri ühikuks W/m^o (W — vatt). 1 kcal/mh^o = 1,16 W/m^o.

Soojuse üleandmiseks konvektsiooni teel nimetatakse nähtust, kus soojendav keha puutub vahetult kokku soojendatava kehaga, misjuures soojendatavale kehale antakse pidevalt soojust juurde. Soojuse üleandmist soodustab ühe keha liikumine teise suhtes.

Soojuse levimine konvektsiooni teel toimub ka vedelike või gaaside segunemisel, mispuhul soojust kantakse soojematelt osakestelt üle külmematele.

Konvektsiooni teel antakse soojust üle kuumadelt suitsugaasidelt katla küttepindadele. Mida suurem on seejuures gaaside liikumiskiirus, seda parem on soojuse edasiandmine. Konvektsiooni teel toimub ka vee soojenemine katlas. Kuumade küttepindadega kokkupuutuvad veosakesed soojenemisel paisuvad, muutuvad kergemaks ja tõusevad üles; nende asemel langevad aga ülevalt külmemad veosakesed. Tekib vee ringlus ehk tsirkulatsioon (joon. 3). Tsirkulatsiooni nähtusel on katelde juures suur tähtsus. Hea tsirkulatsiooniga kateldes soojeneb ja aurustub vesi kiiresti, mistõttu soojusjõudlus on suurem.

Kuumad kehad saadavad väljā soojuslaineid, mis külmemale kehale sattudes tõstavad selle temperatuuri. Seda nähtust nimetatakse soojuse kiirgamiseks. Kiirgamise teel levib soojus ühelt kehalt teisele, ilma et kehad kokku puutuksid. Näiteks kiirgamise teel soojendab päike maakera, katla koldes antakse üle hulk soojust kiir-



Joon. 3. Vee tsirkulatsioon:

a — soojuse juurdejuhtimisel põhja keskelt; b, c — soojuse juurdejuhtimisel ääret.

gamise teel küttepindadele jne. Mida kõrgem on kiirgava keha temperatuur, seda suurem on üleantav soojushulk.

Keskküttekatlas toimub soojuse üleandmine kuumadelt gaasidelt veele kõigil kolmel viisil. Seejuures on üleantav soojushulk seda suurem, mida suurem on gaaside liikumiskiirus ja temperatuur ning mida puhtamad on katla küttepinnad.

Soojuse üleandmist läbi eraldava seina soojendavalt vedelikult või gaasilt soojendatavale vedelikule või gaasile hinnatakse soojuslähikandeteguriga ($\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ$)¹, mis näitab, missugune hulk soojust kcal-tes läbib 1 m^2 pinnaga seina 1 tunni jooksul, kui soojendava ja soojendatava keha temperatuuride vahe on 1° .

Näide. Katla leegitoru küttepind $H_k = 3 \text{ m}^2$, gaaside keskmine temperatuur $t_g = 600^\circ$, vee temperatuur katlas $t_v = 105^\circ$, keskmine soojuslähikandegur $k = 25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$.

Gaasidelt katla veele üleantav soojushulk 1 tunni jooksul

$$Q = H_k k (t_g - t_v) = 3 \cdot 25 (600 - 105) = 37\,100 \text{ kcal/h.}$$

4. Veeaur

Vesi nagu teisedki vedelikud pole praktiliselt kokkusuutav. Vee jahutamisel kuni temperatuurini 4° tema maht väheneb, edasisel jahutamisel aga hakkab uuesti suurenema. Temperatuuril 0° muutub vesi jääks, kusjuures viimase maht on vee esialgsest mahust tunduvalt suurem. Seetõttu võib vee külmumine keskküttetorudes ja küttekehades põhjustada nende purunemist.

Vee soojendamisel lahtises anumaskõuseb vee temperatuur järk-järgult kuni 100° -ni, mis on vee keemistemperatuur atmosfäärilisel rõhumisel. Keemisel tekivad vees aurumullid, mis veepinnale tõustes lõhkevad. Vee temperatuur anumask jääb hoolimata edasisoojendamisest püsima 100° -le, sest kulutatud soojus läheb vee aurustamiseks.

Tekkinud auru temperatuur on võrdne keeva vee tempe-

¹ Rahvusvahelises SI mõõdusüsteemis on soojuslähikandeteguri ühikuks W/m^2° . $1 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ = 1,16 \text{ W/m}^2^\circ$.

ratuuriga ning rõhk atmosfäärilise rõhuga. Auru, mis tekib vee keemisel ja mille temperatuur on võrdne vee keemistemperatuuriga ning rõhk keeva vee pinnale mõjuva rõhuga, nimetatakse küllastunud auruks.

Tekkinud auru maht, võrreldes esialgse vee mahuga, on tunduvalt suurem. Nii on 1 kg küllastunud auru maht atmosfäärilisel rõhumisel 1700 korda suurem 1 kg vee mahust.

Soojust, mis kulub 1 kg vee soojendamiseks 0° -st kuni keemistemperatuurini, nimetatakse vedelikusoojuseks. Atmosfäärilisel rõhumisel on see 100 kcal. Seega, kui on tarvis näiteks soojendada keemistemperatuurini 50 kg vett temperatuuriga 10° , kulub selleks soojust

$$50(100 - 10) = 4500 \text{ kcal.}$$

Soojust, mis kulub 1 kg keeva vee muutmiseks küllastunud auruks, nimetatakse aurustussoojuseks. Atmosfäärilisel rõhumisel on aurustussoojus 540 kcal/kg. Niisama suur soojushulk vabaneb 1 kg auru kondenseerumisel veeks (näiteks küttekehades). Ühe kilogrammi 0° -se vee aurustamiseks atmosfäärilisel rõhumisel kulub järelikult soojust

$$100 + 540 = 640 \text{ kcal/kg.}$$

Seda soojushulka nimetatakse küllastunud auru soojussisalduseks.

Vee keemistemperatuur sõltub vee pinnale mõjuvast rõhust: mida suurem on rõhk, seda kõrgem on keemistemperatuur ja ümberpöörduvalt. Nii keeb vesi 0,5 ata rõhul 81° , 1,5 ata rõhul 111° , 3 ata rõhul 133° juures jne.

Küllastunud auru omadused on toodud tabelis 1.

Näide. Kui palju kulub soojust 100 kg küllastunud auru, rõhuga 0,6 atü, tootmiseks, kui katlasse antava vee temperatuur on 50° ?

Tabelist 1 leiame, et küllastunud auru soojussisaldus rõhul 0,6 atü (1,6 ata) on 643,5 kcal/kg. Et 1 kg toitevett sisaldab 50° juures soojust 50 kcal, siis kulub 100 kg sellise vee aurustamiseks soojust:

$$Q = 100(643,5 - 50) = 59\,350 \text{ kcal.}$$

Tavaliselt sisaldab küllastunud aur mõningal määral veeosakesi, mis kistakse veepinnalt auruosakeste poolt kaasa. Niisugust auru nimetatakse niiskeks küllastunud auruks.

Andes küllastunud aurule samal rõhul juurde soojust,

Küllastunud veeauru omadusi

Abso- luutne rõhk kg/cm ²	Keemis- tempera- tuur °	Vedeliku- soojus kcal/kg	Aurustus- soojus kcal/kg	Auru soojus- sisaldus kcal/kg	1 kg auru maht (erimaht) m ³ /kg	1 m ³ auru kaal (ma- hukaal) kg/m ³
1,0	99,1	99,1	539,4	638,5	1,725	0,5797
1,2	104,3	104,3	536,0	640,3	1,455	0,6875
1,4	108,7	108,9	533,1	642,0	1,259	0,7942
1,6	112,7	112,9	530,6	643,5	1,111	0,8999
1,8	116,3	116,5	528,2	644,7	0,995	1,005
2,0	119,6	119,9	525,9	645,8	0,902	1,109
2,5	126,8	127,2	521,1	648,3	0,732	1,366
3,0	132,9	133,4	516,9	650,3	0,617	1,622
4,0	142,9	143,6	509,8	653,4	0,471	2,125
5,0	151,1	152,1	503,7	655,8	0,382	2,621

aur kuiveneb ja ta temperatuur tõuseb üle küllastunud auru temperatuuri. Sel teel saadakse ülekuumendatud aur, mille soojussisaldus, võrreldes küllastunud auruga, on suurem. Ülekuumendatud aur jahtumisel ei kondenseeru seni, kuni tema temperatuur pole langenud küllastunud auru temperatuurini. Kõige selle tõttu leiab ülekuumendatud aur laialdast kasutamist aurujõuseadmetes.

Atmosfääriline õhk sisaldab suuremal või väiksemal määral veeauru. Õhu kokkupuutumisel külmemate esemetega õhus olev veeaur kondenseerub ja esemete pindadele tekib kaste. Nii näiteks tekib kaste soojas ruumis asuva külmaveetoru välispinnale.

Veeauru leidub ka suitsugaasides. Soojaveekatelde tootmisel külma veega suitsugaasides olev veeaur kondenseerub ja tekib katla küttepindade higistamine. See põhjustab katla metalli sööbimist ja roostetamist, eriti väävlirikaste kütuste põletamisel, sest suitsugaasides oleva vääveldioksiidi (SO₂) kokkupuutumisel veeosakestega tekib väävlishape, mis mõjub sööbivalt metallile.

Temperatuuri, mille juures õhus või suitsugaasides olev veeaur kondenseerub, nimetatakse kastepunktiks. Katla küttepindade sööbimise ja roostetamise vältimiseks tuleb vesi juhtida katlasse temperatuuriga vähemalt 5° üle kastepunkti.

Suitsugaaside kastepunkt

Kütuse liik		Kastepunkt °
Puit niiskusega	50% (toores)	58
" "	25% (õhukuiv)	55
Turvas niiskusega	40%	63
" "	25%	53
Põlevkivi	56
Kütteõli mehaanilisel pihustamisel	45

5. Elektrilised põhisuurused

Elektrivool. Aine iga aatom sisaldab elektri alaosakesi ehk elementaarlaenguid. Ühed neist on liikumise suhtes vabamad, neid nimetatakse elektronideks. Teised — prootonid — on kindlalt seotud aatomi tuumaga. Kokkuleppe kohaselt nimetatakse prootonite laengut positiivseks ja elektronide laengut negatiivseks.

Normaalselt on kõikide elektronide negatiivne laeng tasakaalustatud tuuma niisama suure positiivse laenguga ja seetõttu osutub aatom elektriliselt neutraalseks.

Kui mõne keha aatomil on negatiivseid elektrone vähem kui tavaliselt, siis on tuuma positiivsed laengud ülekaalus ja keha on positiivselt laetud. Kui aga elektrone on rohkem kui tavaliselt, siis keha on negatiivselt laetud. Vastastimelistel laengutel on püüe ühtlustuda.

Kui ühendada positiivselt (+) ja negatiivselt (—) laetud kehad metalljuhtme abil, siis tekib elektronide vool kehalt, kus neid oli ülemäära, kehale, kus oli elektronide puudujääk. Tekkinud elektronide liikumist tunneme elektrivooluna.

Üksiku elektroni laeng on väga väike. Seepärast kasutatakse praktilises elektrotehnikas laengu ühikuks suurust, mida nimetatakse kuloniks, mis võrdub $6,25 \cdot 10^{18}$ elektroni laenguga. Kui juhett igas sekundis läbib $6,25 \cdot 10^{18}$ elektroni ehk üks kulon, siis on voolutugevus 1 amper (A). Voolu tugevuse mõõtmiseks kasutatakse ampermeetrit.

Elektrivool võib olla alalis- või vahelduvvool. Alalis-

vool kulgeb ühes kindlas suunas — kokkuleppe kohaselt positiivselt pooluselt negatiivsele. Vahelduvvool muudab oma suunda kümneid kordi sekundis. NSV Liidus kasutatakse elektriseadmetes vahelduvvoolu, mis muudab oma suunda 50 korda sekundis (vool sagedusega 50 peri-oodi sekundis).

Takistus. Pinge. Elektrilaengute liikumisele avaldavad kõik kehad teatavat takistust. Takistuse ühikuks on oom (Ω). Üks oom on takistus, mida omab 106,3 cm pik-kune ja 1 mm² ristlõikega elavhõbeda sammas tempera-tuuril 0°.

Suuremaid takistusi mõõdetakse kilo-oomides (k Ω) ja megaoomides (M Ω):

$$\begin{aligned}1 \text{ k}\Omega &= 1000 \Omega \\1 \text{ M}\Omega &= 1\,000\,000 \Omega.\end{aligned}$$

Takistuse mõõtmiseks kasutatakse oommeetrit.

Elektrivoolu juhtivaid aineid nimetatakse elektri-juhtideks, mittejuhtivaid aga mittejuhtideks (isolaatoriteks). Head elektrijuhid on metallid, süsi, hapete ja soolade vesilahused. Mittejuhid on portselan, klaas, kummi, eboniit, vilgukivi, puuvill jm.

Pooljuhtidel on mõnes suhtes nii juhtide kui ka isolaatorite omadusi. Nende elektriline juhtivus muutub suurtes piirides mitmesuguste välistegurite, nagu tempe-ratuuri, valgustuse jm. mõjul. Pooljuhte kasutatakse mitme-suguste võimendite, releede, fotoelementide jne. ehitami-seks.

Selleks et vooluahelas tekiks elektrivool, peavad juhtme alguse ja lõpu elektrilised potentsiaalid olema erinevad (sarnaselt vee voolamisega jões, kus vesi saab liikumise jõe lätte ja suudme kõrguste vahe tõttu). Elektriliste potentsiaalide vahet nimetatakse pingeks ning seda mõõdetakse voltides. Üks volt (V) on selline pinge, mis tekitab ühe oomise takistusega vooluahelas voolu üks amper. Suuremaks pinge ühikuks on kilovolt (kV). Väike-seid pingeid mõõdetakse millivoltides (mV):

$$\begin{aligned}1 \text{ V} &= 1000 \text{ mV} \\1 \text{ kV} &= 1000 \text{ V}.\end{aligned}$$

Pinge mõõtmiseks kasutatakse voltmeetrit.

Voolu (I), pinge (U) ja takistuse (R) vahelist seost mää-rab Ohmi seadus:

$$I = \frac{U}{R}; \quad U = IR; \quad R = \frac{U}{I}.$$

On näiteks pingel $U = 6 \text{ V}$ ja takistus $R = 2 \Omega$, siis on vool juhtmes

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6}{2} = 3 \text{ A}.$$

Elektriline töö ja võimsus. Elektri ahelas muundatakse vool kas mehaaniliseks, soojus-, valgus- või mõnda muud liiki energiaks.

Elektrienergiat (elektrilist tööd) mõõdetakse kilovatt-tundides (kWh)¹. Elektrilist võimsust mõõdetakse vattides (W), kilovattides (kW) ja megavattides (MW):

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ hj (hobujõudu)}$$

$$1 \text{ hj} = 0,736 \text{ kW} = 736 \text{ W}.$$

Juht läbides elektrivool soojendab seda. Seepärast tuleb juhtme ristlõige valida küllalt suur, et juhe ei kuumeneks ülemäära, mis võiks kahjustada juhtme isolatsiooni või põhjustada isegi juhtme sulamist.

6. Põlemine

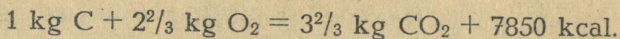
Põlemiseks nimetatakse kütuse põlelementide (süsinik, vesinik, väävel) intensiivset ühinemist õhuhapnikuga, misjuures vabaneb teatav hulk soojust ja ilmub harilikult leek.

Õhk sisaldab mahu järgi 21% hapnikku (O_2) ja 79% lämmastikku (N_2). Hapnik on värvitu ja lõhnatu gaas, ise ei põle, kuid on põlemiseks tingimata tarvilik. Lämmastik on samuti värvitu ja lõhnatu gaas, ei põle ega soodusta põlemist.

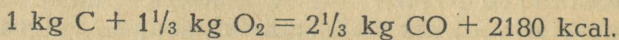
Süsiniku (C) põlemisel ühineb 1 aatom süsinikku 2 hapnikuaatomiga, mille tulemusel saadakse üks molekul süsihappegaasi (CO_2). Viimane on lõhnatu ja värvitu gaas, ligikaudu 1,5 korda raskem õhust ja ei põle. Põlev

¹ Rahvusvahelises SI mõõdusüsteemis vastab 1 kilovatt-tunnile 3,6 MJ (megadžauli).

küünal süsihappegaasis kustub. Ühe kilogrammi süsiniku põlemisel vabaneb 7850 kcal soojust:



Õhu puudusel ühineb 1 aatom süsinikku 1 aatomi hapnikuga ja tekib 1 molekul v i n g u g a a s i (CO), kusjuures 1 kg põleva süsiniku kohta vabaneb ainult 2180 kcal soojust:

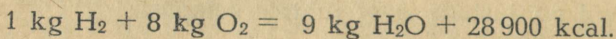


Mittetäielikul põlemisel läheb $7850 - 2180 = 5670$ kcal või ligikaudu 70% soojust asjatult kaduma.

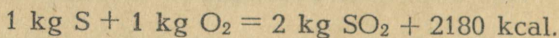
Kui kolde temperatuur on küllalt kõrge, saab lisaõhu juurdejuhtimisega vingugaasi põletada süsihappegaasiks, misjuures vabaneb esialgselt kaotsiläinud soojus.

Vingugaas on värvitu ja lõhnatu, õhust veidi kergem ja väga mürgine. Kui igapäevases elus öeldakse, et õhus tundub «vingu», siis meie ei taju tegelikult vingugaasi ennast, vaid väävliühendeid, mis lõhnavad.

Vesinik, ühinedes hapnikuga, moodustab veeauru (H_2O), kusjuures 1 kg põleva vesiniku kohta vabaneb 28 900 kcal soojust:



Väävel, ühinedes hapnikuga, põleb vääveldioksiidiks (SO_2), kusjuures 1 kg väävli kohta vabaneb 2180 kcal soojust:



Põlemine on t ä i e l i k, kui kogu kütuse põlevaine lõplikult ära põleb, s. o. kui kogu süsinik põleb süsihappegaasiks, kogu vesinik veeauruks ja kogu väävel vääveldioksiidiks.

Mittetäielikul põlemisel sisaldavad suitsugaasid veel põlemisvõimelisi gaase, nagu vingugaasi, vesinikku, metaani jm. Sel juhul ei kasutata kütuse kogu soojust täielikult ning põlemisel esineb k e e m i l i n e kadu. Mittetäielik põlemine tekib õhupuuduse, samuti ka madala kolde-temperatuuri tõttu. Seepärast on kütmisel esmaseks ülesandeks jälgida, et koldesse juhitaks küllaldane hulk põlemisõhku ja et põlemine koldes toimuks elavalt. Temperatuuril alla 1000° ei toimu põlemisreaktsioonid enam vajaliku intensiivsusega.

Lendosaderikaste kütuste (vt. p. 7) puhul tekib mitte-
täielikul põlemisel tume suits. Kütused, mis sisaldavad
vähe lendosi, nagu koks ja antratsiit, põlevad suitsuta ka
sel juhul, kui põlemine on mittetäielik.

Kõige väiksemat õhuhulka, mis on tarvilik 1 kg kütuse
täielikuks põlemiseks, nimetatakse teoreetiliseks
õhuhulgaks. Viimase suurus sõltub kütuse liigist ja
keemilisest koostisest.

Teades kütuse kütteväärtust (vt. p. 7) ja niiskust, võib
määrata ligikaudse teoreetilise õhuhulga järgmise aval-
disega:

$$V_0 = k \frac{Q_t^k + 6W_t}{1000} \text{ nm}^3/\text{kg},^1$$

kus Q_t^k on tarbimiskütuse kütteväärtus kcal/kg;

W_t — kütuse niiskus % -des;

k — tegur, mille väärtused on järgmised:

puit	1,05
turvas	1,08
põlevkivi	1,08
pruun- ja kivisöed	1,09
lahjad söed ja antratsiidid	1,10
masuut ja põlevkivi-kütteõlid	1,10.

Näide. Määrata teoreetiliselt vajalik õhuhulk turbale, mille kütte-
väärtus $Q_t^k = 3100$ kcal/kg ja niiskus $W_t = 30\%$.

$$V_0 = 1,08 \frac{3100 + 6 \cdot 30}{1000} = 3,5 \text{ nm}^3/\text{kg}.$$

Gaasilise kütuse puhul määratakse teoreetiline
õhuhulk avaldisega:

$$V_0 = \frac{O_{\min}}{0,21},$$

kus O_{\min} on põlemiseks vajalik minimaalne hapnikuhulk
 nm^3 -s 1 nm^3 gaasi kohta.

$$O_{\min} = 0,01(0,5 \text{ CO} + 0,5 \text{ H}_2 + 2 \text{ CH}_4 + 3,45 \text{ C}_n\text{H}_m - \text{O}_2),$$

¹ nm^3 — normaalkuupmeeter, s. o. 1 m^3 gaasi 0° ja 760 mm elav-
hõbeda samba juures.

kus CO , H_2 , CH_4 , $\text{C}_n \text{H}_m$ ja O_2 on vastavate komponentide mahud gaasisegus protsentides.

Näide. Määrata teoreetiliselt vajalik õhuhulk põlevkivigaasile, mille mahuline koostis on: 15,4% CO_2 ; 0,5% O_2 ; 10,4% CO ; 27,0% H_2 ; 13,1% CH_4 ; 5,3% $\text{C}_n \text{H}_m$; 28,3% N_2 .

$$O_{\min} = 0,01(0,5 \cdot 10,4 + 0,5 \cdot 27,0 + 2 \cdot 13,1 + 3,45 \cdot 5,3 - 0,5) = 0,627 \text{ nm}^3/\text{nm}^3.$$

$$V_0 = \frac{O_{\min}}{0,21} = \frac{0,627}{0,21} = 2,99 \text{ nm}^3/\text{nm}^3.$$

Et kogu koldesse juhitud õhk ei segune kütuse lendosadega ega võta seetõttu põlemisest osa, tuleb koldesse anda õhku teoreetilisest vajadusest rohkem. Suhet tegeliku ja teoreetilise õhuhulga vahel nimetatakse liigõhuteguriks ja tähistatakse tähega α (alfa). Liigõhutegur oleneb kütuse liigist ja põletusviisist ning on tavaliselt 1,05—1,8, kusjuures gaasilistel ja vedelkütustel on ta väiksem kui tahkekütustel. Tegelik liigõhutegur määratakse suitsugaasi koostise põhjal, mis tehakse kindlaks suitsugaasi analüsaatoritega (vt. p. 55).

Teades antud kütuse kohta suurimat teoreetiliselt võimalikku süsihappegaasi hulka — $(\text{CO}_2)_{\max}$ ja tegelikku CO_2 hulka suitsugaasides, võib määrata liigõhuteguri avaldisega:

$$\alpha = \frac{(\text{CO}_2)_{\max}}{\text{CO}_2}.$$

Suurim teoreetiliselt võimalik süsihappegaasi hulk üksikute keskmiste kütuste puhul on järgmine:

koks, puidusüsi	21,0%	kivisüsi	18,7%
antratsiit	20,5,,	põlevkivi	18,6,,
puut	20,3,,	masuut	15,9,,
turvas	19,5,,	põlevkivi-kütteõli	15,3,,
		põlevkivigaas	13,4,,

Näide. Määrata liigõhutegur masuudi põletamisel, kui suitsugaaside analüüsimisel saadi $\text{CO}_2 = 12,7\%$.

$$\alpha = \frac{(\text{CO}_2)_{\max}}{\text{CO}_2} = \frac{15,9}{12,7} = 1,25.$$

Liiga väikese liigõhuteguri puhul võib tekkida mitmetäielik põlemine ja vingugaasi moodustumine, mille iga

protsent suitsugaasis põhjustab kadu 3—7% kütuse soojusest.

Liiga kõrge liigõhutegur põhjustab suurt soojuskadu, sest koldesse juhitud üleliigne õhk soojendatakse samuti kõrge temperatuurini ja koos suitsugaasidega korstnasse väljudes viib see endaga kaasa teatava hulga soojust. Samuti jahutab liigne õhk asjatult kollet ja halvendab seega põlemistingimusi.

II. KÜTUSED

7. Kütuste koostis. Kütteväärtus

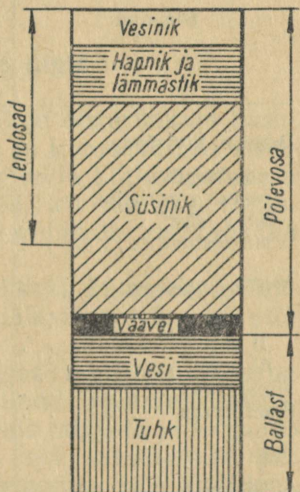
Keskküttekatelde kütmiseks kasutatakse nii tahkeid, vedelaid kui gaasilisi kütuseid.

Igasugune kütus koosneb põlevosast ja ballastist (joon. 4), mille moodustab tuhk ja niiskus. Põlevosa koosneb süsinikust (C), vesinikust (H), väävlis (S), hapnikust (O), lämmastikust (N) jt. elementidest, mis moodustavad omavahel keemilisi ühendeid. Seejuures põlevementideks on ainult süsinik, vesinik ja väävel.

Süsinik on puhtal kujul tahke aine; teda leidub kõigis orgaanilistes ühendites. Kütustes moodustab ta peamise põlevementi. Kütustest sisalduvad kõige enam süsinikku kivisöed, koks, antratsiit, vähemal määral turvas ja põlevkivi.

Vesinik on puhtal kujul kerge, värvitu ja lõhnatu gaas. Põlemisel annab ta palju soojust. Kõige enam vesinikku sisalduvad vedel- ja gaasilised kütused.

Kütuses esinev väävel osaliselt põleb ära, osaliselt jääb



Joon. 4. Kütuse koostise skeem.

põlematult tuhasse ja räbusse. Väävel on kahjulik lisand, sest põlemisel tekkivad väävliühendid moodustavad koos suitsugaasides oleva niiskusega väävlishappe, mis mõjub sööbivalt katla metallosadele.

Niiskust sisaldab kütustest kõige enam märg turvas, toores puit ja pruunsüsi, kõige vähem — antratsiit ja vedelkütused. Mida enam on kütuses niiskust, seda vähem ta sisaldab põlevainet ja seda vähem annab ta põledes soojust, sest osa sellest kulub niiskuse aurustamiseks.

Tuhk kujutab mittepõlevaid mineraalseid ühendeid. Kõrge temperatuuri juures tuhk osaliselt sulab ja moodustab r ä b u. Mida tuharikkam on kütus, seda raskem on teda põletada ja seda vähem annab ta soojust. Suur tuhasisaldus kütuses põhjustab restipinna ja koldeseinte räbus tumist, küttepindade mustumist lendtuhaga ning suurt soojuskadu, tingituna kolde sagedasest puhastamisest.

Tahke- ja vedelkütuste omadusi

Tabel 3

Nimetus	Tarbimiskütus				Lendosade sisaldus põlevaines L_p %
	Niiskus W_t %	Tuhk A_t %	CO_2 %	Kütteväärtus Q_t kcal/kg	
Donetsi kivisöed:					
pikaleegiline	12,0	19,8	—	4900	43,0
rasvane aurustisi	5,0	19,0	—	6050	32,0
lahja süsi	4,0	13,4	—	6800	12,0
antratsiidid	5,3	11,7	—	6570	3,5
ENSV põlevkivi:					
I sort	9,0	39,0	14	3600	82,0
II sort	11,0	42	11	2700	82,0
III sort	13,0	42,0	14,5	2500	82,0
Tükkurvas	35,0	7,2	—	2820	70,0
Freesturvas	45,0	6,1	—	2290	70,0
Puit:					
õhukuiv	30,0	0,7	—	2910	85,0
toores	50,0	0,5	—	1900	85,0
Põlevkivi-kütteõli	1,5	0,5	—	9000	—
Masuut	3,0	0,2	—	10 000	—

Seda kütust, mis antakse koldesse, kaasa arvatud ka ballast, nimetatakse **t a r b i m i s k ü t u s e k s**.

Kütuse kuumutamisel eraldub temast kõigepealt niiskus ja seejärel gaasilised **l e n d o s a d**. Viimased koosnevad peamiselt süsiniku ja vesiniku ühendeist ning põlevad kolderuumis, kütusekihi peal. Tahket jääki, mis põleb restil ning koosneb süsinikust ja tuhast, nimetatakse **k o k s i k s**. Lendosaderikkad kütused (puit, turvas, põlevkivi) süttivad kergemini ja põlevad pika leegiga, lendosadevaesed kütused (mõned kivisöe sordid, antratsiit jt.) seevastu lühikese-leegiga.

Kütuste põlemisel vabaneb teatud hulk soojust, mis sõltub kütuse koostisest. Soojushulka kilokalorites, mis vabaneb ühe kilogrammi kütuse täielikul põlemisel, nimetatakse kütuse **k ü t t e v ä ä r t u s e k s**. Tarbimiskütuse kütteväärtust tähistatakse Q_t^k (kcal/kg). Kütteväärtus on seda suurem, mida väiksem on tuha ja niiskuse hulk kütuses. Rea kütuste koostised ja kütteväärtused on toodud tabelis 3.

Erineva kütteväärtusega kütuste võrdlemiseks kasutatakse **t i n g - e h k l e p p e k ü t u s t**, milleks on kütuse kütteväärtusega 7000 kcal/kg (vt. tab. 6).

8. Kütuste põhilised liigid

Kesküttekatelde kütusena on kõige otstarbekam kasutada kõrgeväärtuslikke kütuseid, s. o. kütuseid, mis sisaldavad vähe tuhka ja niiskust ning mille kütteväärtus on kõrge (vedel- ja gaasilised kütused, kivisüsi jt.). Katlakollete vastava kujundamisega on võimalik kasutada ka madalama väärtusega kütuseid.

Eesti NSV-s on peamisteks kohalikeks kütusteks põlevkivi ja turvas, mis kuuluvad madalaväärtuslike kütuste hulka.

Põlevkivi on tekkinud kauges mirtevikus, aastatuhandete jooksul merepõhja settinud veetaimede-vetikate ja mereloomade jäänustest. Peale taimede ja loomade jäänuste on põlevkivi koostises veel saviosakesi jm. Põlevkivi ei esine lademes ühtlase massina, vaid kihtidena vaheldumisi lubjakiviga (aherainega). Põlevkivikihid moodustavad ligikaudu $\frac{2}{3}$ ja aherainekihid $\frac{1}{3}$ lademe üldkõrgusest. Kihtide paksus ulatub 10 cm-st kuni 1 m-ni.

Kaevanduses toodetud põlevkivi sorteeritakse sorteerimisjaamades. Vastavalt tüki suurusele jaguneb põlevkivi esimese, teise ja kolmanda sordi ning sorteerimata põlevkiviks (vt. tab. 4).

Põlevkivi sortide omadusi

Tabel 4

Sort	Tükisuurus mm	Niiskus %	Tuhasisaldus kuivaines %	Kütteväärtus kcal/kg
I	125—400	9—12 ¹	55	3600—3400 ¹
II	25—125	11—12	62	2700—2500
III	Alla 25	13—15	66	2500—2300

¹ Esimene arv tähendab keskmist, teine lubatud piirväärtust.

Põlevkivi on lendosaderikas suure tuhasisaldusega kütus. Lendosade hulk põlevaines on kuni 82%, tuhasisaldus tarbimiskütuses kuni 60%. Põlevkivi kütteväärtus ulatub kuni 3700 kcal/kg. Kaevandatud põlevkivi niiskus on keskmiselt 10—12% piirides. Õhu käes seismisel põlevkivi kergesti kuivab. Tagasiniiskumisel sademeist ei tõuse tükispõlevkivi niiskus üle kaevandusniiskuse määra. Peenpõlevkivi niiskusesisaldus on suurem kui tükiskivil. Sademete ning vahelduva külma ja sula käes olnud tükispõlevkivi killuneb õhukesteks lehtedeks.

Põlevkivi süttib kergesti (270° juures) ja enamik lendosi eraldub juba madalatel temperatuuridel. Põlevkivi põleb pika leegiga ja nõuab täielikuks põlemiseks avarat kollet. Seepärast põlevkivi põletamine tavalistes keskküttekatla kolletes on raskendatud. Samuti raskendab keskküttekateltes põlevkivi kasutamist tema suur tuhasisaldus.

Turvas on tekkinud sambla ja teiste sootaimede lagunemisel vee all. Turbarabade vanus on üle 8000 aasta; turvas ise on kõige noorem põlevmaavara. Toore turbamassi niiskus on 80—95%.

Keskküttekatelde kütusena omab Eesti NSV kohalikest kütustest tähtsust tükkturvas (masinaturvas). Tükkturba tootmisel karjäärast tulev turbamass purustatakse, segatakse veega, pressitakse ja lõigatakse pätsideks, mis

kuivatatakse õhu käes rabapinnal. Õhukuivas tükk turbas on niiskust ligikaudu 35%. Turba tuhasisaldus on 5—15%. Turba kütteväärtus sõltub suurel määral tema niiskusest. Õhukuiva turba kütteväärtus on keskmiselt 2800—3000 kcal/kg. Lendosade sisaldus põlevaines ulatub 70%-ni. Koldes põleb turvas võrdlemisi pika leegiga.

Peale tükk turba toodetakse Eesti NSV-s veel freesturvast ja brikett-turvast.

Freesturvast kujutab endast peent kütust tüki suurusega 0,5—25 mm. Freesturba tootmine on odav ja hästi mehhaniseeritud, võrreldes teiste tahkekütuste tootmisega. Rabapinnalt lahtifreesitud õhuke turbakiht kuivatatakse õhu käes 40—50% niiskuseni, kogutakse vastavate masinatega ja asetatakse aunadesse. Aunades seistes freesturvast soojeneb. Mõned turbaliigid kalduvad seejuures isesüttimisele. Freesturba kütteväärtus on 2200—2700 kcal/kg. Freesturvast põletatakse tööstuslikes kateldes.

Brikett-turvast valmistatakse freesturbast, mis kuivatatakse kunstlikult 10%-lise niiskuseni ja pressitakse 1500 atmosfäärilisel rõhul brikettideks. Brikett-turba kütteväärtus on keskmiselt 4450 kcal/kg.

Puidu osatähtsus kütusena Eesti NSV-s on väike. Puitu kasutatakse kütusena peamiselt majapidamises.

Puit on suure lendosade sisaldusega (85% põlevosast) tuhavaene (1—4%) kütus. Puidu niiskus ulatub 25—30%-lt (õhukuiv — 1 aasta) 50%-ni (värskelt raiutud). Kuna kõigi puiduliikide põlevosa koostis on peaaegu ühesugune, siis võrdse niiskuse puhul üksikute puiduliikide kütteväärtused erinevad väga vähe, olles keskmiselt 3100—3300 kcal/kg.

Kivisüsi kuulub kõrgeväärtuslike kütuste hulka. Kivisöed on tekkinud puude ja mitmesuguste teiste taimede pikaldasel lagunemisel ning söestumisel kõrge rõhu ning temperatuuri mõjutusel maakoore kihtide all. Kivisüsi lendosade sisaldusega üle 40—42% nimetatakse pikaleegilisteks, lendosade sisaldusega 35—42% — gaasisüteks.

Mõnedel kivisöe sortidel on omadus põlemisel paakuda. Väikese lendosade sisaldusega (alla 17%) ja mittepaakuvaid kivisüsi nimetatakse lahjades süteks. Viimased põlevad suitsuta, madala leegiga.

Kivisüte tuhasisaldus on 5—20%, niiskus — 3—12%, kütteväärtus 4400—7400 kcal/kg.

Pruunsüsi on kivisöega võrreldes tekkimisvanuselt noorem, lendosaderikkam (30—47%), suurema niiskuse (20—55%) ja tuhasisaldusega (kuni 50%). Pruunsüte kütteväärtus on 1400—4200 kcal/kg. Pruunsüsi kasutatakse tööstuslike katelde kütmiseks.

Antratsiidid on süte hulgas vanimad ja seetõttu lendosadevaesemad (3—4%). Antratsiidide kütteväärtus on 5500—7100 kcal/kg. Niiskusesisaldus ulatub 6%-ni, tuhasisaldus on samasugune nagu teistel kivisöesortidel. Antratsiidid põlevad väga madala leegiga.

Mõned süte liigid, eriti lendosaderikkad ja suure väävli ning niiskusesisaldusega peened söed, kalduvad isesüttimisele.

Vedelkütustest kasutatakse keskküttekateldes masuuti ja põlevkivi-kütteõli.

Masuut on nafta utmisjääk, mis tekib pärast bensiini, petrooleumi jt. õlide eraldumist naftast. Masuudi erikaal on 0,99, veesisaldus alla 3%, tuhasisaldus alla 0,2%. Masuudi kütteväärtus on 9900—10 000 kcal/kg.

Sõltuvalt viskoossusest (sitkusest) jagatakse masuut markideks: 20, 40, 60, 80, 100. Mida suurem on viskoossus, seda suurem on margi number (vt. tab. 5). Temperatuuri tõusuga masuudi viskoossus väheneb. Väikese viskoossusega masuudid pihustuvad kergemini ja põlevad täielikumalt. Suure viskoossusega masuute tuleb nende ümberpumpamisel soojendada. Parafiinivaene masuut hangub miinus 10—15° juures, parafiinirikas masuut aga tunduvalt kõrgematel temperatuuridel.

Masuudi markide tehnilisi näitajaid

Tabel 5

Masuudi mark	20	40	60	80	100
Tinglik viskoossus Engleri kraadides (°E ₈₀)	2,5—5,0	5,0—8,0	8,0—11,0	11,0— —13,0	13,0— —15,5
Hangumistemperatuur, mitte üle °C	+5	+10	+15	+20	+25
Süttimistemperatuur, mitte alla °C	80	100	110	120	125

Lahtistes mahutites (mitte rõhu all olevates) oleva masuudi soojendamisel peab tuleohutuse vältimiseks soojendustemperatuur olema 20—30° võrra madalam masuudi süttimistemperatuurist.

Masuut, milles on kuni 0,5% väävlit (S), loetakse väikese väävlisisaldusega masuudiks; kui aga väävli hulk ületab 3%, siis suure väävlisisaldusega masuudiks.

Põlevkivi-kütteõli saadakse põlevkivitoorõlist pärast bensiini, petrooleumi jt. õlide eraldamist. Põlevkivi-kütteõli erikaal on 0,99—1,01, veesisaldus alla 1,5% ja tuhasisaldus alla 0,5%. Põlevkivi-kütteõli kütteväärtus on 9000 kcal/kg; hangumispunkt on ligikaudu —10°; süttimistemperatuur 65°.

Gaasilised kütused on kõige väärtuslikumad kütused. Suuremat tööstuslikku tähtsust omavad järgmised gaasid: looduslik gaas, mida saadakse nafta puuraukudest või spetsiaalsetest gaasipuuraukudest; kõrgahjugaas, mida saadakse malmi sulatamisel kõrgahjudes; generaatorigaas, mida saadakse kütuste gaasistamisel generaatorites; maa-alune gaas, mida saadakse kütuste maa-alusel gaasistamisel. Eesti NSV-s omab suurt tähtsust põlevkivigaas, mida saadakse põlevkivi gaasistamisel kamberahjudes.

Gaasilised kütused kujutavad endast lihtsate põlev- ja mittepõlevate gaaside segu. Nii on looduslikus gaasis põlevgaase 95% ja mittepõlevaid gaase 5%, põlevkivigaasis vastavalt 60% ja 40%.

Gaasilistes kütustes puudub tahke ballast, välja arvatud tolm.

Põlevgaasideks on gaasilises kütuses metaan (CH₄), raske süsivesinikud (C_mH_n), vesinik (H₂) ja vingugaas (CO). Inertseteks gaasideks on lämmastik (N₂) ja süsihappegaas (CO₂). Peale selle sisaldavad gaasilised kütused vähesel määral hapnikku (O₂), veeauru jm.

Põlevkivigaasi põlevosa koosneb keskmiselt 20—25% vesinikust, 14% metaanist, 10% vingugaasist ja 5,5% rasketest süsivesinikest; mittepõlev osa koosneb 25% lämmastikust, 15% süsihappegaasist ja 0,5% hapnikust.

Põlevkivigaasi erikaal on 0,98 kg/nm³ (looduslikul gaasil 0,8 kg/nm³).

Suurima kütteväärtusega on looduslikud gaasid, keskmiselt 8000—9000 kcal/nm³, üksikutes leiukohtades kuni 15200 kcal/nm³. Generaatorigaasi kütteväärtus on 1000—

1500 kcal/nm³, kõrgahjugaasil — 950 kcal/nm³, põlevkivi-gaasil — 3350 kcal/nm³.

Gaasiliste kütuste kasutamisel, võrreldes tahkekütus-tega, on rida eeliseid: kütuse hoidmiseks pole tarvis lao-ruume; õhku ega ruume ei saastata kütusega ega selle põlemisjäakidega; soojusülekanne koldegaasidelt kütte-pindadele on parem, sest viimased ei kattu lendtuha ega tahmaga.

Gaasiliste kütuste kasutamisel tuleb arvestada, et põlev-gaasid, eriti kunstlikud gaasid (põlevkivigaas jt.), mis

Tabel 6

Kütuste mahukaale, kütteväärtusi ja ümberarvutusi tingkütusele

Kütus	Mahukaal kg/m ³	Kütteväärtus kcal/kg	1 tonnile kütusele vastav tingkütuse hulk tonnides	1 m ³ kütusele vastav tingkütuse hulk tonnides
Põlevkivi, I sort	1000	3600	0,515	0,515
Põlevkivi, II sort	1000	2700	0,385	0,371
Põlevkivi, III sort	900	2500	0,358	0,322
Brikett-turvas, laotud (10% niiskust)	1000	4300	0,614	0,614
Brikett-turvas, loobitud (10% niiskust)	600	4300	0,614	0,368
Tükkurvas, loobitud (33% niiskust)	350	3000	0,428	0,149
Freesturvas (40% niiskust)	220	2750	0,393	0,086
Kivisüsi	850	7000	1,000	0,850
Kivisöekoks	800	7400	1,059	0,846
Puitkütused, laotud ¹ (25% niiskust):				
kuusk	340	3235	0,462	0,156
mänd	380	3320	0,474	0,182
kask	470	3230	0,461	0,218
lepp	370	3165	0,452	0,167
haab	360	3125	0,446	0,161
tamm	540	3295	0,471	0,254
saepuru (45% niiskust)	400	2245	0,321	0,127
kännud (25% niiskust)	250	3525	0,504	0,126
Masuut	990	10 000	1,428	1,412
Põlevkivi-kütteeõli	1000	9000	1,286	1,286

¹ 1 ruumimeetri kohta

sisaldavad suuremal või vähemal määral vingugaasi (CO), on mürgised ja kahjustavad seetõttu inimese tervist.

Näiteks juba 0,01—0,05% CO sisaldus õhus tekitab 2—3 tunni pärast inimesele kerge mürgituse, 0,5—0,8% CO sisaldus aga juba lühiajalisel mõjumisel võib muutuda elule ohtlikuks.

Kõik põlevgaasid on õhust kergemad, mille tagajärjel ruumi tunginud gaas tõuseb ülespoole; kõik põlevgaasid moodustavad teatavas vahekorras õhuga plahvatava segu, mille süttimine tekitab purustusi või tulekahju.

Selline segu võib süttida põlevast tikust, sigaretist või tavalise elektrilüliti pööramisel tekkivast sädemest. Põlevkivigaas süttimisel plahvatab, kui teda leidub ruumis mahuliselt 8—40%. Loodusliku gaasi plahvatuspiirid on 5—15%.

Kõik põlevgaasid on värvitud (s. o. nähtamatud) ja enamasti ei oma iseloomustavat lõhna. See raskendab gaasitorustiku ebatiheduste avastamist.

Selleks et kergemini oleks võimalik avastada gaasi tungimist ruumidesse, *odoriseeritakse* gaasi, s. o. lisatakse gaasile enne selle juhtimist linna gaasivõrku eriliselt lõhnavate vedelikkude auru.

9. Kütuste säilitamine ja arvestamine

Kõiki tahkekütuseid on soovitatav hoida kinnistes või katusealustes ladudes, kus nad on kaitstud ilmastiku mõjutuste (vihm, lumi) eest. Eriti oluline on see turba ja põlevkivi suhtes.

Antratsiiti ja vanimaid kivisüsi, mis ei ole tundlikud ilmastiku mõjutustele, võib hoida ka lahtiselt väljas.

Kütuse laoruumi pindala suurus tuleb valida, lähtudes aasta kõige külmema kuu kütusevajadusest (ligikaudselt 20% aastavarust).

Kütust hoitakse laoruumis virnades, mille kõrgus ei või ületada pruunsöel 1,5 m, kivisöel ja antratsiidil 2,5 m, küttepuudel ja turbal 4 m. Virnade vahele jäetakse vähemalt 0,5 m laiused läbikäigud.

Ise süttimisele kalduvaid süsi tuleb säilitada kuival alusel aunades kõrgusega mitte üle 1,5 m. Aunade temperatuuri tuleb perioodiliselt kontrollida neisse asetatud terastorude (üksteisest 5—6 m kaugusel) ja termomeetri abil.

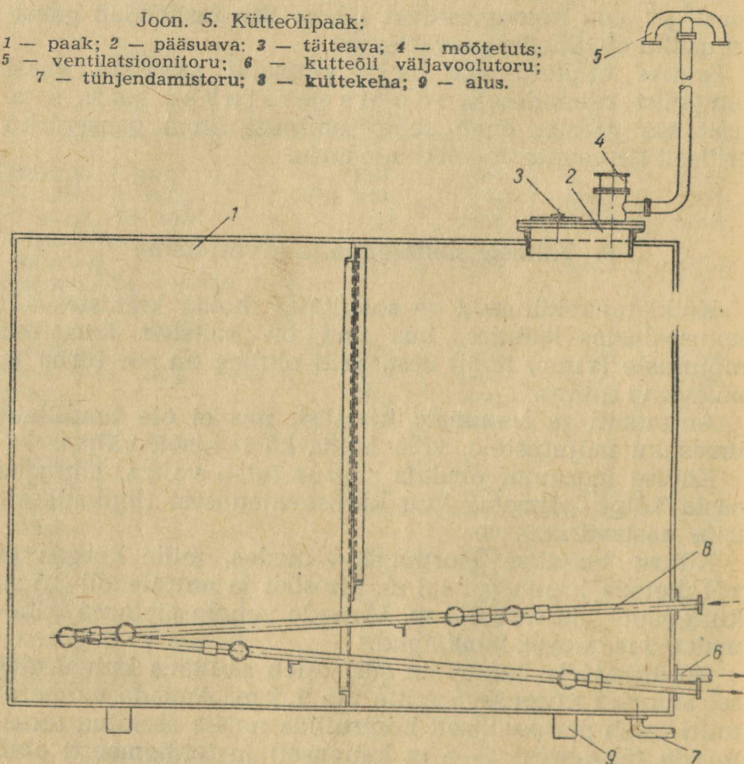
Temperatuuri tõusmisel üle $60-70^{\circ}$ tuleb aun laiali ajada. Aunade ventileerimiseks kasutatavad puittorud ei täida oma ülesannet, vaid võivad isesüttimist isegi kiirendada, juhtides ebatiheduse korral süttivale kohale juurde õhuhapnikku. Isesüttimisele kalduva kivisöe säilitamine pikemat aega (üle paari kuu) ja suuremates kogustes pole lubatav.

Katlamaja suhtes tuleb kütuse laoruum paigutada selliselt, et kütuse toimetamine küttekollete juurde oleks kõigiti hõlbustatud.

Vedelkütuseid säilitatakse maapealsetes või maa-alustes paakides. Kütuse paagid valmistatakse terasplekist või raudbetoonist. Terasplekist paak (joon. 5) kujutab silindrilist mahutit, mis on üleval varustatud pääsuavaga, mille

Joon. 5. Kütteõlipaak:

- 1 — paak; 2 — pääsuava; 3 — täiteava; 4 — mõõtetuts;
 5 — ventilatsioonitoru; 6 — kütteõli väljavoolutoru;
 7 — tühjendamistoru; 8 — küttekeha; 9 — alus.



kaanes on luugiga suletav ava 3 paagi täitmiseks kütusega. Pääsuava kaanele on keevitatud mõõtetufts 4 kütuse hulga mõõtmiseks paagis. Paak on varustatud ventilatsioonitoruga 5, mille otsad on suletud tiheda metallvõrguga võimaliku leegi sisselöömise vältimiseks. Paagi allosas on kütteõli väljavoolutoru 6 ning tühjendamistoru 7, mille kaudu võib eemaldada paagi põhjale settinud vett.

Paaki on asetatud küttekehad 8 õli soojendamiseks auru või kuuma vee abil. Paak toetub betoonist alustele 9.

Maa-alused kütteõlipaagid paigaldatakse kas betoneeritud kambrisse või vahetult maa sisse. Viimasel juhul ehitatakse paagi ette betoneeritud kamber õlipumpade paigaldamiseks. Korrosiooni vältimiseks kaetakse paagid väljastpoolt bituumenisolatsiooniga. Maapealsed metallpaagid elektrilaengute eemalejuhtimiseks maandatakse.

Varupaakidest pumbatakse kütteõli katlaruumis asuvasse tööpaaki (vt. joon. 90). Viimane paigaldatakse tavaliselt katlaruumi lae alla. Kütus tööpaagist pihustitesse liigub isevoolumisi.

Vedelkütuse kulu arvestatakse tööpaagist tarbitud kütuse hulga järgi. Selleks otstarbeks on tööpaak varustatud õliseisunäitajaga ning mõõtelatiga. Kulutatud kütuse hulga mõõtmiseks kasutatakse ka torustikule monteeritud kulumõõtjaid.

Varupaakide täitmisel on soovitatav õli lasta läbi filtersõela, mis väldib mineraalosakeste ja teiste võõrkehade kaasaviimist paaki.

Kõik keskkütteseadmeid valdavad majavalitsused on kohustatud pidama kütusekulu arvestust. Kulutatud kütusehulga õigeks arvestamiseks tuleb:

1) asetada hoone põhjapoolsele välisseinale katlamaja lähedale, maapinnast 2,5 m kõrgusele, termomeeter välisõhu temperatuuri mõõtmiseks;

2) asetada erinevatele korrustele tubadesse sõltuvalt hoone suuruselt 3—9 termomeetrit. Termomeetrid asetada siseseintel 1 m kaugusele välisseinast ja 1,5 m kõrgusele põrandast;

3) riputada katlamajja tabel, milles on antud katlavee vajalikud temperatuurid sõltuvalt välisõhu temperatuurist;

4) varustada katlamaja kaaluga või mõõdukastiga kulutatava kütusehulga mõõtmiseks;

5) kohustada vahetuse vanemat (kütjat) pidama katlamaja päevikut järgmise vormi kohaselt (soovitatavalt):

Katlamaja nr. Maja nr. Tänav

..... kuu 19... a.

Vahetuse nr.	Välisõhu temperatuur °	Vee temperatuur katlas °	Kütuse kulu				Vanemkütaja allkiri	Temperatuurid kontrolltubades	Kontrolltubade valdajate allkirjad	Märkused korra- tuste, avarilide jm. kohta	Vahetuse	
			normi järgi		tegelikult						andis üle	võttis vastu
			Kütuse liik	Hulk kg	Kütuse liik	Hulk kg						

Välisõhu temperatuuri tuleb mõõta 1 kord vahetuses, vee temperatuuri iga 2 tunni tagant. Kütuse kulu määratakse vahetuse lõpus. Temperatuure kontrolltubades mõõdetakse 2 korda ööpäevas 2—3 toas järgemööda.

III. TOITEVESI JA SELLE ETTEVALMISTUS

10. Looduslik vesi ja selle lisandid

Vesi sisaldab mitmesuguseid lisandeid, mis muudavad tema omadusi ja mõjutavad seega katla töötamist.

Aineid, mis esinevad vees lahustamata olekus, nimetatakse mehaanilisteks lisanditeks. Nende sisaldus vees on silmaga nähtav. Savi ja liiv muudavad vee sogaseks, teised lisandid muudavad vee värvust.

Läbides maapinna kihte, lahustab vesi seal leiduvaid mitmesuguseid aineid. Seetõttu sisaldavad põhjaveed rohkem soolasid kui pinnaveed.

Ebapuhta vee laskmine katlasse on lubamatu. Mehaanilised lisandid moodustavad katlas muda, kuna lahustunud soolad tekitavad katlakivi.

Mehaanilisi lisandeid saab veest eraldada filtreerimisega või sel teel, et vesi lastakse läbi suure mahuga pakkide, milles mehaanilised lisandid settivad.

Vee kõlblikkuse hindamisel katla toiteveena kasutamiseks on vaja teada temas lahustunud soolade hulka, mis annavad veele erilise omaduse — kalkuse.

Tehakse vahet mööduv- ja jäävkalkuse vahel. Mööduvkalkuse annavad veele kaltsium- ja magneesiumhüdrokarbonaadid ehk nn. bikarbonaadid. Kuumutamisel üle 70° bikarbonaadid lagunevad, moodustades süsihappegaasi ja peaaegu mittelahustuva kaltsiumkarbonaadi. Jäävkalkuse soolad koosnevad sulfaatidest, kloriididest ja silikaatidest, nagu kaltsiumsulfaat (kips), magneesiumsulfaat, kaltsiumkloriid jt. Mööduv- ja jäävkalkus kokku moodustab üldkalkuse.

Vee kalkuse mõõtühikuks on milligramm-ekvivalentliitri kohta (mg-ekv/l)¹. Praktiliselt kasutatakse kalkuse mõõtühikuna kraadi. Kalkuskraadide üleviimisel milligramm-ekvivalendile liitri kohta tuleb kraadide arv jagada 2,8-ga.

Soolade sisalduselt jagatakse veed järgmiselt:

kalkus 0° kuni 4° — väga pehme vesi;

kalkus 4° kuni 8° — pehme vesi;

kalkus 8° kuni 16° — keskmine vesi;

kalkus 16° kuni 30° — kalk vesi;

kalkus üle 30° — väga kalk vesi.

Katla toitevee karbonaatset ja üldkalkust on võimalik määrata lihtsatel meetoditel.

Karbonaatse kalkuse määramine põhjeb asjaolul, et bikarbonaadid lagunevad, kui lisada veele väävelhapet, kusjuures karbonaatset kalkust tekitavad soolad neutraliseeritakse. Neutraliseerimise moment määratakse vee värvuse muutumise järgi kollasest oranžiks, mis toimub veele indikaatori — metüüloranži lisamisel.

Mõõteklaasi valatakse 100 ml katsetatavat vett, millele lisatakse 2 tilka 0,005% -list metüüloranži lahust. Selle tagajärjel vesi värvub õlgkollaseks.

Seejärel lisatakse veele büretist tilkhaaval väävelhappe titreeritud lahust (0,1 normaallahust), segades samal ajal vett klaaspulgakesega. Lahuse lisamine katkestatakse momendil, kui vee õlgkollane värvus muutub oranžiks.

¹ Ühe milligramm-ekvivalendile liitri kohta vastab 28 mg CaO või 20,13 mg MgO sisaldus 1 l vees.

Vee karbonaatne kalkus, väljendatud milligramm-ekvivalentides, on võrdne kulutatud väävelhappe lahuse millimeetrite arvuga.

Näide. Karbonaatse kalkuse määramiseks võeti 100 ml vett, millele lisati 1,7 ml väävelhappe 0,1 normaallahust.

Vee karbonaatne kalkus on järelikult 1,7 mg-ekv/l.

Vee üldkalkuse määramine põhjeneb asjaolul, et veele lisatakse indikaatorit, mis kalkusoolade olemasolu korral värvib vee kindla värvusega. Seejärel titree ritakse vett trilooni *B* lahusega, mis ühineb kalkusooladega. Titreerimise lõpp määratakse indikaatori värvuse muutumise järgi.

Mööteklaasi võetakse 100 ml katsetatavat vett, millele lisatakse 5 ml ammoniaagilahust ja 7—8 tilka 0,5% -list kroosinise piirituse lahust. Seejuures vesi värvub roosakaspunaseks.

Seejärel lisatakse büretist tilkhaaval trilooni *B* 0,1 normaallahust, segades samal ajal intensiivselt vett klaaspulgakesega, kuni vee roosakaspunane värvus muutub sirelisiiniseks. Viimaseid triloonilahuse tilku tuleb lisada aeglaselt, väikese vaheaja järel, kuna vee värvuse muutumine ei toimu hetkeliselt, vaid pikkamööda.

Katsetatava vee üldkalkus, väljendatud milligramm-ekvivalentides, on võrdne kulutatud trilooni *B* lahuse milliliitrite arvuga.

Näide. Üldkalkuse määramiseks võeti 100 ml vett, millele lisati 8,7 ml trilooni *B* lahust.

Vee üldkalkus on järelikult 8,7 mg-ekv/l.

11. Katlakivi tekkimine. Põhimõisteid toitevee ettevalmistamisest

Vee soojendamisel katlas mööduvkalkuse soolad lagunevad ja tekitavad väga väikestest osakestest koosneva muda, mis aeglaselt sadestub. Jäävkalkuse soolad eralduvad veest tema aurustumisel ja sadestuvad küttepindadele, moodustades tiheda kihi — katlakivi. Neil on omadus sadestumisel siduda endaga katlas leiduvat muda ja seega suurendada katlakivi hulka.

Katlakivi tekkimine küttepindadel takistab viimaste jahutamist vee poolt ja põhjustab katla metalli ülekuumu-

menemist ning selle tagajärjel tema tugevuse tunduvat vähenemist.

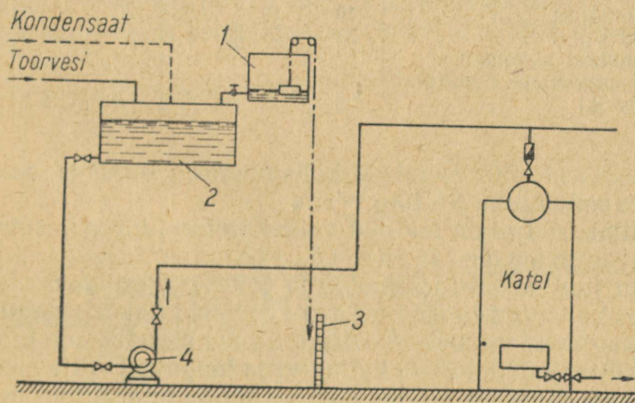
Sõltuvalt katlakivi omadustest ja katla koormusest muutub katlakivi, mis sisaldab üle 20% silikaate, katlale ohtlikuks juba 0,2 mm paksuse kihi juures. Tavaline kipsirikas katlakivi muutub ohtlikuks 1,5—3 mm paksuse kihi juures.

Katlakivi tagajärjel tekivad küttepindade materjalis väljapaisumised ja muhud. Katlakivi lahtimurdumisel küttepinnalt toimub ülekuumenenud koha järsk jahtumine, mis põhjustab katla materjalis pragude tekkimist. Katlakiviga kaetud kohtade ebauhtlane paisumine põhjustab katlaosade ühenduskohtade (torude valtsimiskohtade, neetõmbluste) lekkimist.

Katlakivi takistab soojust levimist suitsugaasidelt veele. Seetõttu suitsugaasid lahkuvad katlast tavalisest kõrgema temperatuuriga ning suurendavad soojuskadusid, põhjustades kütuse ülekulu.

Keskküttekatesdes tekib katlakivi sagedasel ja hulgalisel värskel vee lisandumisel süsteemi torustiku lekkimise jm. tõttu. Katlakivi tekkimise vältimiseks tuleb vett pehendada.

Väikeste aurukatelde puhul, kus pole otstarbekas üles seada keerukaid veepuhastusseadmeid, kasutatakse edu-



Joon. 6. Katlavee pehendamise skeem:

1 — leelisepaak; 2 — veepaak; 3 — leelise taseme ujuki-tüüpi näitaja; 4 — toitepump.

kalt katlavee pehmendamist katla sees. Seejuures on ülesandeks muuta katlavees sisalduvad kalkusoolad kergesti väljapuhutavaks mudaks, mis saavutatakse paraja hulga leelise lisamisega katlasse. Kemikaalidena kasutatakse soodat (Na_2CO_3), seebikivi (NaOH), trinaatriumfosfaati (Na_3PO_4), tamme-ekstrakti jne. Kalkusoolad langevad katlas leelise mõjul mudana põhja, tekitamata katlakivi. Muda eemaldatakse katlast aegajalise läbipuhumisega.

Katlavee pehendamise skeem on toodud joonisel 6.

Katlasse antavate kemikaalide hulk sõltub toitevee hulgast ja selle soolade sisaldusest ning määratakse katlavee laboratoorse analüüsi põhjal. Seejuures tuleb pidada silmas, et katlavee jäävkalkus ei ületaks 1° või 0,356 mg-ekv/l.

Kemikaalide lisamisel võib juhinduda tabelis 7 toodud andmetest.

Tabel 7

Keemiliste lisandite hulk toiteveele

Kemikaali nimetus	Kemikaali hulk g-des 1 t toitevee kohta olenevalt vee kalkusest kraadides					
	Kuni 8	8—15	15—20	20—25	25—30	30—35
Trinaatrium- või dinaatriumfosfaat	10	10	15	20	20	25
Seebikivi	20	25	30	30	35	40
Orgaanilised kolloidained (tamme-ekstrakt, sulfiidleelis jt.)	5	5	5	5	5	5

Seebikivi võib asendada kaltsineeritud soodaga, suurendades selle hulka 5—10 g võrra.

Viimasel ajal on leidnud väikekatelde juures kasutamist toitevee magnetiline töötlemine.

Kui juhtida läbi magnetvälja toitevett, milles on lahustunud kaltsiumi ja magneesiumi soolasid (bikarbonaate jt.), siis kaotavad viimased osaliselt võime moodustada kuumadel küttepindadel kõva katlakivi ja langevad välja amorfse mudana, mida on hõlbus katlast läbipuhumise teel eemaldada. Tekkiv katlakivi on poorsem, kinnitub katla pindadel vähem kindlalt ja on seetõttu kergemini eemaldatav kas mahakraapimise või veejoaga uhtumise teel.

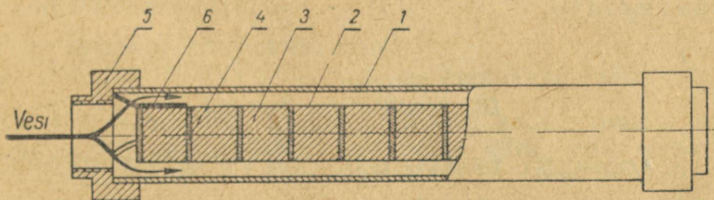
Katla toitevee magnetilist töötlemist võib pidada soovitatavaks vee puhul, mille mineraalsoolade sisaldus ei ületa 300 mg/l ja üldkalkus 4,5 mg-ekv/l. Seejuures tuleb katelt läbi puhuda sagedamini ja iga 500—1000 töötunni järel kontrollida katla sisemiste küttepindade seisukorda. Ekraanieritud kolletega katelde puhul pole magnetiline vee töötlemine ainukese toitevee ettevalmistusseadmena lubatav, kuna muda sadenemine ekraanitorudes ja kollektorites võib põhjustada torude ummistumist ja selle tagajärjel tsirkulatsioonihäireid, mis toob kaasa torude ülekuumenemise ja isegi läbipõlemise.

Kõige lihtsamaks toitevee magnetilise töötlemise seadmeks on püsivmagnetitega seade (joon. 7). Viimane koosneb püsivmagneti elementidest, mis on asetatud järjestikku selliselt, et ühe elemendi põhjapooluse vastu on asetatud teise elemendi põhjapoolus, teise elemendi lõunapooluse vastu kolmanda elemendi lõunapoolus jne. Üksikute elementide vahel asuvad mittemagnetilisest ainekettad. Püsivmagneti elemendid asuvad valgevasest torus, mis on ümbritsetud terastoruga. Et magnetpulga telgjoon langeks täpselt kokku toru telgjoonega, on magnetpulga kummassegi otsa joodetud 3 tsentreerivat tihvti.

Seadme ühendamiseks katla toititorustikuga on välistoru otstele kinnitatud keermestiku abil ühendusmuhvid.

Terasest välistoru ja püsivmagneteid ümbritseva kesta vahel on ligikaudu 10 mm laiune õhupilu (nn. tööpilu). Puhastatav vesi juhitakse tööpilusse, kus teda mõjutatakse magnetväljaga.

ENSV-s kasutusel olevate ja ETKVL-i süsteemis toode-



Joon. 7. Püsivmagnetitega veetöötlemisseade:

- 1 - välistoru; 2 - magneteid ümbritsev kest; 3 - püsivmagneti element; 4 - vaheseib; 5 - ühendusmuhv; 6 - tsentreeriv tihvt.

tavate magnetiliste veetöötlemisseadmete läbilaskevõime on 5 m^3 tunnis, kusjuures vee liikumiskiirus seadmes ulatub kuni 1 m/sek .

Püsivmagnetitega seadmete kõrval leiavad kasutamist ka elektromagnetitega veetöötlemisseadmed.

IV. KESKKÜTTESÜSTEEMID

12. Keskküttesüsteemide liigitus

Iga küttesüsteem koosneb järgmistest põhielementidest: soojuse tekitajast, kanalitest või torudest, mida mööda juhitakse soojus köetavasse ruumi, ja küttekehadedest, mis kindlustavad soojuse ülekandmise ruumi.

Küttesüsteeme, kus kõik kolm elementi on koondatud ühte seadmesse, nimetatakse **k o h a l i k e k s** süsteemideks (ahjuküte). Süsteeme, kus ruumide kütmine toimub ühest kesksest soojusetekitajast, mis asub köetavatest ruumidest eemal, nimetatakse **keskseteks** süsteemideks.

Soojust saab edasi anda põlevgaaside, sooja vee, auru või sooja õhu abil; iga sellist soojust edasiviivat keskkonda nimetatakse **soojuskandjaks**.

Vastavalt soojuskandjale liigitatakse keskküttesüsteemid **vesi-, auru- ja õhuküttesüsteemideks**.

Peale eelnimetatud süsteemide kasutatakse veel **kombineeritud** küttesüsteeme. Viimastes toimub küttekehadesse siseneva soojuskandja soojendamine teise, vahepealse soojuskandja abil. **Kombineeritud** küttesüsteemideks on **auru-vesikütte- ja vesi-vesiküttesüsteemid**.

13. Vesiküttesüsteemid

A. LOOMULIKU TSIRKULATSIOONIGA VESIKÜTTESÜSTEEMID

Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemi töötamine põhineb füüsika seadusel, mille põhjal vee mahukaal tema soojenemisel väheneb. Katlas 1 (joon. 8) sooje-

nenud vesi tõuseb ülespoole ja juhitakse torustiku abil küttekehadesse 2, mis asuvad köetavates ruumides. Küttekehades vesi jahtub, andes osa oma soojusest ära ruumi õhule. Jahtunud vesi juhitakse tagasi katlasse teistkordseks soojendamiseks. Sellist vee liikumist nimetatakse tsirkulatsiooniks (ringluseks) ja teekonda, mida mööda see toimub, tsirkulatsiooniringiks.

Tsirkulatsioonijõud, mis paneb vee liikuma, oleneb sooja vee ja tagasivoolava jahtunud vee sammaste raskuste vahest, järelikult sooja vee ja tagasivoolava vee temperatuuride vahest.

Peale selle oleneb tsirkulatsioonijõud veel küttekehade asetuskõrgusest katla suhtes: mida kõrgemal on küttekehad, seda suurem on sooja ja jahtunud vee sammaste kaalude vahe.

Küttekehades, mis asuvad katlaga ühel kõrgusel, vee tsirkulatsiooni ei teki. Praktiliselt arvestatakse, et katla ja alumise korruse küttekehade keskkohdade kõrguste vahe peab olema vähemalt 3 m.

Tsirkulatsioonijõu suuruse võib määrata avaldisega

$$H = h(\gamma_2 - \gamma_1) \text{ mm vs,}$$

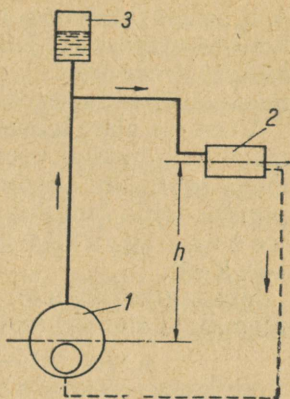
kus h on vertikaalkaugus katla keskkohast kuni küttekeha keskkohani, m;

γ_1 — sooja vee mahukaal kg/m^3 ;

γ_2 — tagasivoolava jahtunud vee mahukaal kg/m^3 .

Kui vee liikumine torustikus toimub ainult kuuma ja jahtunud vee mahukaalude erinevuse tõttu, siis sellist süsteemi nimetatakse loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemiks. Kui vee ringlus saavutatakse pumba abil, siis sellist süsteemi nimetatakse sundtsirkulatsiooniga (pumbaga) süsteemiks.

Vee soojendamisel katlas ta maht suureneb, mis võib

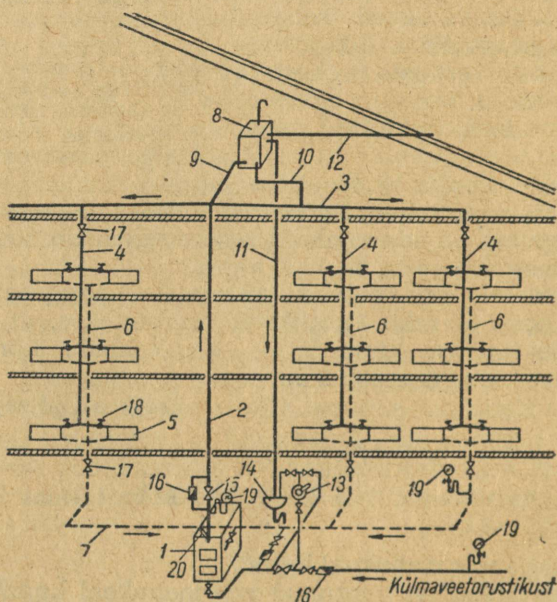


Joon. 8. Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemi töötamise põhimõte:
1 — veekatel; 2 — küttekeha; 3 — paisumispaak.

põhjustada süsteemi elementide (katla, torustiku, küttekahade) vigastusi. Selle vältimiseks ühendatakse kesk-
küttesüsteem paisumispaagiga 3 (vt. p. 21). Viimane on ühenduses välisõhuga.

Vees on alati lahustunud teatud hulk õhku. Soojendamisel õhk eraldub veest, tõuseb ülespoole ja väljub paisumispaaži kaudu atmosfääri. Kui tsirkulatsiooniringi mõnes punktis tekib õhu kuhjumine (õhukork), siis katkestab see veevoolu ning vee ringlemine süsteemis lakkab.

Vesiküttesüsteemid võivad olla kahe- ja ühetorulised, ülemise ja alumise jaotusega.



Joon. 9. Kahetoruline ülemise jaotusega vesiküttesüsteem:

- 1 — katel; 2 — peapüstik; 3 — peaveoolumagistraal;
- 4 — toitepüstik; 5 — küttekah; 6 — tagasivoolupüstik;
- 7 — tagasivoolumagistraal; 8 — paisumispaak; 9 — paisumistoru;
- 10 — tsirkulatsioonitoru; 11 — signaalitoru;
- 12 — ülevoolutoru; 13 — käsipump; 14 — valamü;
- 15 — siiber; 16 — tagasilöögiklapp; 17 — ventiil (kraan);
- 18 — kahekordse reguleerimisega kraan; 19 — manomeeter; 20 — termomeeter.

Kahetorulistest küttesüsteemides liigub küttekehadesse minev soe vesi ja nendest tagasivoolav jahtunud vesi kahte eraldi püstikut mööda. Vastavalt peale- ja tagasivoolumagistraalide asetusele võib süsteem olla sooja vee ülemise või alumise jaotusega.

Ülemise jaotuse korral (joon. 9) tõuseb $90\text{--}95^\circ$ temperatuuriga vesi katlast 1 peapüstikut 2 mööda pealevoolumagistraali 3, mis paigaldatakse pööningule või ülemise korruse lae alla. Magistraalist liigub soe vesi toitepüstikutesse 4 ja nendest harutorude kaudu küttekehadesse 5. Jahtunud vesi voolab küttekehades tagasivoolupüstikuid 6 mööda tagasivoolumagistraali 7 ja sealt katlasse. Küttekehades jahtub vesi $20\text{--}25^\circ$ võrra.

Õhu eemaldamiseks küttesüsteemist paigaldatakse pealevoolumagistraal tõusuga $1/100$ kuni $1/200$ paisumispaagi suunas. Tagasivoolumagistraal paigaldatakse küttesüsteemi veest tühjendamise võimaldamiseks kaldega $1/100$ kuni $1/200$ katla suunas. Paisumispaak paigaldatakse süsteemi kõige kõrgemasse punkti (pööningule) ja ühendatakse peapüstikuga.

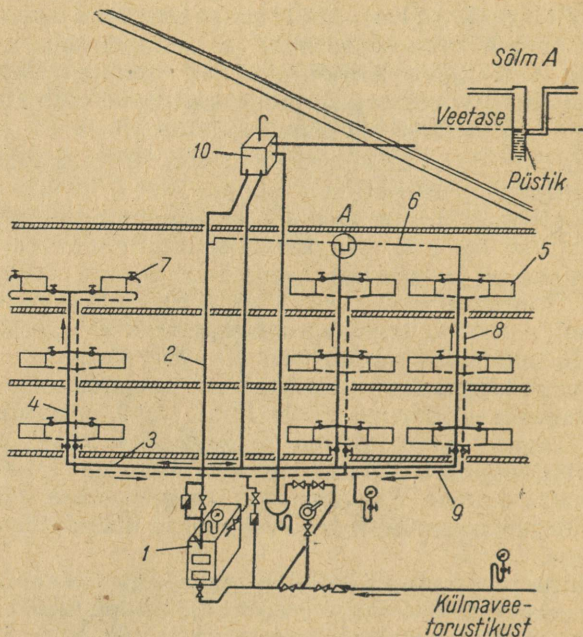
Üksikute püstikute väljalülitamiseks küttesüsteemist asetatakse püstikutele kraanid (ventiilid). Küttekehasid läbiva veehulga reguleerimiseks asetatakse nende ette kahekordse reguleerimisega kraanid (vt. p. 20).

Süsteemi tühjendamiseks kanalisatsiooni ning süsteemi täitmiseks veega mitteküllaldase rõhu puhul vesivarustuse torustikus on ette nähtud käsipump (vt. p. 48).

Ülemise jaotusega süsteem saab töötada ainult siis, kui ta on täielikult veega täidetud. Kui süsteemis esineb vee ärajooks, mille tõttu soojaveemagistraal tühjeneb, siis vee tsirkulatsioon katkeb ja süsteem lakkab töötamast.

Alumise jaotuse korral (joon. 10) liigub soe vesi katlast 1 peapüstikut 2 mööda pealevoolumagistraali 3, mis paigaldatakse keldrikorrusele või esimese korruse põrandaalusesse kanalisse, harvemini esimese korruse põranda peale. Magistraalitorudest tõuseb soe vesi püstikuid 4 mööda küttekehadesse 5. Küttekehades liigub vesi katlasse sama teed mööda nagu ülemise jaotuse puhul.

Sooja vee alumisel jaotusel tõuseb õhk soojaveepüstikute kõige kõrgematesse punktidesse. Sealt juhatakse ta õhutorusid 6 mööda kas paisumispaagi või süsteemi kõige kõrgematesse punktidesse paigaldatud õhukogujate kaudu atmosfääri. Õhutorude paigaldamisel tuleb silmas pidada, et



Joon. 10. Kahetoruline alumise jaotusega vesiküttesüsteem:

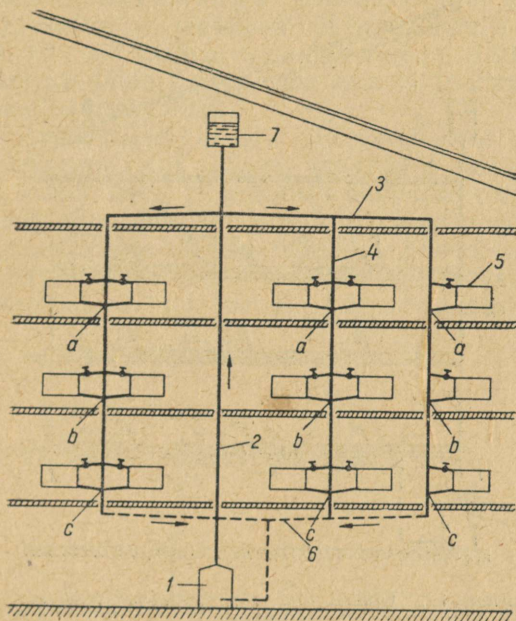
- 1 — katel; 2 — peapüstik; 3 — pealevoolumagistraal;
 4 — soojaveepüstik; 5 — küttekeha; 6 — õhutoru;
 7 — õhukraan; 8 — tagasivoolupüstik; 9 — tagasivoolu-
 magistraal; 10 — paisumispaak.

neis ei tekiks vee ringlust vastupidises suunas vee põhilisele liikumisele tsirkulatsiooniringis. Selleks ehitatakse püstikute ühenduskohtadele õhutorudega sõlmed A, mis täidavad kunstlikult tekitatud õhukorgi ülesannet.

Süsteemi alumisest osast ülespoole tõusev õhk täidab sõlme ülaosa ning moodustab vee läbivoolu takistava õhukorgi (antud juhul kasuliku). Õhutorud paigaldatakse ülemise korruse lae alla tõusuga paisumispaagi poole.

Õhku võib süsteemist eemaldada ka läbi õhukraanide 7, mis monteeritakse ülemise korruse küttekehadele; sel juhul ühendatakse küttekehad soojavee- ja tagasivoolutorustikuga altpoolt.

Paisumispaak sooja vee alumisel jaotusel võib asetseda



Joon. 11. Ühetoruline vertikaalne vesiküttesüsteem:

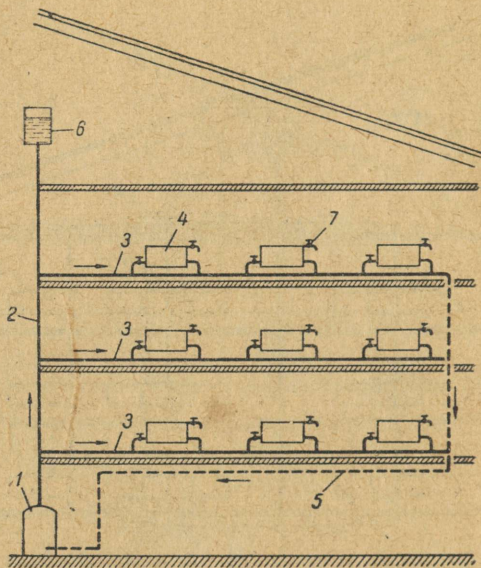
- 1 – katel; 2 – peapüstik; 3 – pealevoolumagistraal;
 4 – püstik; 5 – küttekeha; 6 – tagasivoolumagistraal; 7 – paisumispaak.

madalamal kui ülemisel jaotusel, kuid tingimata kõrgemal ülemise korruse küttekehades.

Kui alumise jaotusega süsteemis esineb vee ärajooks, siis katkeb vee tsirkulatsioon ainult ülemistes küttekehades.

Ühetorulised küttesüsteemid võivad olla vertikaalsed ja horisontaalsed. Vertikaalsetes süsteemides (joon. 11) liigub küttekehadesse minev soe vesi ja neist tagasivoolav jahtunud vesi ühte püstikut mööda. Küttekehades jahtunud vesi seguneb punktis *a* püstikut mööda liikuva sooja veega. Segunenud vesi voolab allasetseva korruse küttekehadesse.

Selle korruse küttekehades jahtunud vesi seguneb punk-



Joon. 12. Ühetoruline horisontaalne vesiküttesüsteem:

1 — katel; 2 — peapüstik; 3 — pealevoolutoru;
4 — küttekeha; 5 — tagasivoolumagistraal; 6 — paisumispaak; 7 — õhukraan.

tis *b* püstikut mööda edasiliikuva veega jne. Seega siseneb vesi allasetsevate korruste küttekehadesse alati madalama temperatuuriga kui ülemiste korruste küttekehadesse. Ruumide ühtlane temperatuur saavutatakse küttekehade küttepinnala suuruse õige valikuga.

Ühetorulistest horisontaalsetes süsteemides (joon. 12) hargnevad peapüstikult 2 igal korrusel horisontaalsed pealevoolutorud 3, millega on ühendatud küttekehad 4. Õhk eemaldub süsteemist paisumispaagi 6 ja küttekehadele monteeritud õhukraanide 7 kaudu. Selline õhu eemaldamise viis raskendab teenindamist.

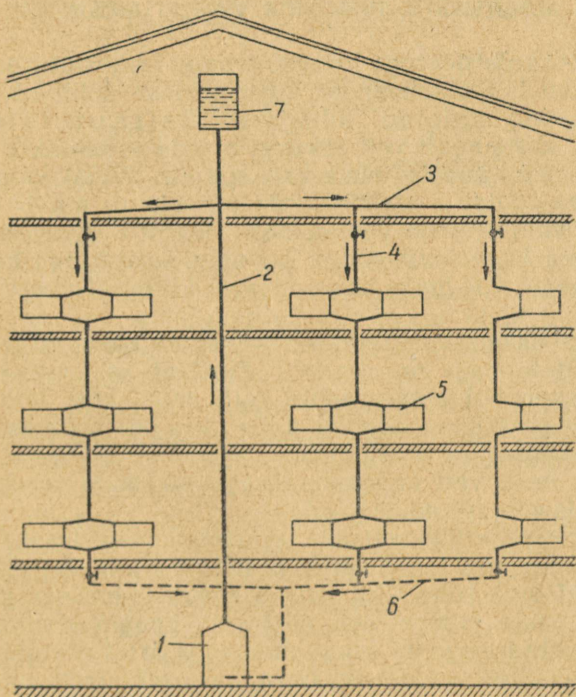
Ühetorulise süsteemi torustiku pikkus on väiksem, võrreldes kahetorulise süsteemiga, kusjuures ka ta monteerimine on lihtsam.

Peale kirjeldatud süsteemide leiavad kasutamist ühe-

torulised läbivooluga küttesüsteemid, mis võivad samuti olla kas vertikaalsed või horisontaalsed.

Joonisel 13 on toodud vertikaalse läbivooluga süsteemis läbib kogu vesi, mis on jõudnud toitpüstikutesse 4, küttekehaid 5.

Läbivoolusüsteemides ei tohi küttekehadele asetada reguleerimiskraane. Kui sellised kraanid oleksid paigaldatud, siis küttekehade järjestikuse ühenduse tõttu püstikuga vähendaksime ühe või teise küttekeha kraani sulgemisel vee juurdevoolu kõigisse püstikuga ühendatud küttekehadesse, kraani täielikul sulgemisel aga katkestaksime vee tsirkuleerimise kõigis püstikuga ühendatud küttekeha-



Joon. 13. Vertikaalne läbivooluga vesiküttesüsteem:

- 1 – katel; 2 – peapüstik; 3 – pealevoolumagistraal;
4 – toitpüstik; 5 – küttekeha; 6 – tagasivoolumagistraal; 7 – paisumispaak.

des täielikult. Selle süsteemi eeliseks on väiksem armatuuride (kraanide) arv ja monteerimise lihtsus.

Reguleerimiskraanide puudumine küttekehadel ei võimalda õhu temperatuuri reguleerimist ruumis. Seetõttu neid süsteeme elamutes ei kasutata.

Kõik ühetorulised vertikaalsed loomuliku tsirkulatsiooniga küttesüsteemid saavad olla ainult sooja vee ülemise jaotusega.

Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteeme saab kasutada ainult väiksemates hoonetes, süsteemi tegevraadiusega¹ mitte üle 50 m. Ühetorulised süsteemid leiavad kasutamist üle kolme korrusega hoonetes.

B. SUNDTSIRKULATSIOONIGA VESIKÜTTESÜSTEEMID

Sundtsirkulatsiooniga küttesüsteemid erinevad (joon. 14) loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemidest põhiliselt selle poolest, et süsteemi lülitatakse tsirkulatsioonipump, mis sunnib vett liikuma mööda torustikku. Pump tekitab rõhu, mis on tunduvalt suurem rõhust loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemis, kus see ulatub ainult mõnekümne millimeetrini veesammast. Seetõttu leiavad need süsteemid kasutamist suurte hoonete, samuti aga ka hoonete rühma või linna terve rajooni kütmisel ühest katlamajast.

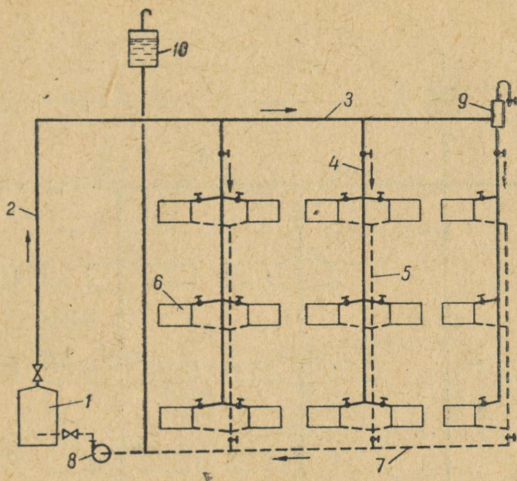
Tsirkulatsioonipumpasid on vähemalt kaks, millest üks töötab, teine aga on reservis. Pump asetatakse tavaliselt tagasivoolumagistraalile katla ette, kus vee temperatuur on kõige madalam, mille tõttu pumba enese ja ta laagrite töötamine on kindlam.

Pump imeb vett tagasivoolumagistraalilt ja surub selle läbi katla soojaveemagistraali.

Paisumispaak ühendatakse tagasivoolumagistraaliga eespool pumba, mis tagab süsteemi kõigis punktides välisõhu rõhku ületava rõhu. Kui paisumispaak ühendada magistraaliga peale pumba, siis süsteemi kaugemates osades võiks tekkida pumba imevtoime tagajärjel alarõhk, mis põhjustaks vee keemahakkamist, auru tekkimist ning tsirkulatsioonihäireid.

Sundtsirkulatsiooniga süsteemides paigaldatakse sooja-

¹ Küttekeha suurim kaugus katlast horisontaalsuunas.



Joon. 14. Sundtsirkulatsiooniga kahetoruline vesiküttesüsteem:

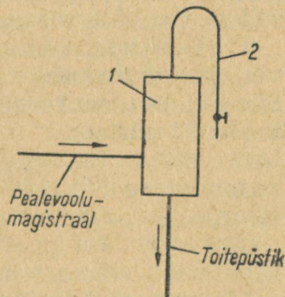
- 1 — katel; 2 — peapüstik; 3 — pealevoolu-
magistraal; 4 — toitepüstik; 5 — tagasivoolu-
püstik; 6 — küttekeha; 7 — tagasivoolu-
magistraal; 8 — tsirkulatsioonipump; 9 — õhukoguja;
10 — paisumispaak.

veemagistraalid tõusuga vee liikumise suunas; süsteemi kõige kõrgematesse punktidesse asetatakse õhukogujad.

Õhukoguja kujutab paaki 1 (joon. 14, a), mille ristlõige on sissejuhitava toru ristlõikest tunduvalt suurem. Seetõttu paagist läbivoolava vee kiirus langeb, õhk eraldub vabalt ja koguneb paagi ülaossa, kust ta sulgventiiliga varustatud toru 2 kaudu juhitakse atmosfääri. Õhukogujad võib seadistada ka automaatsete õhuväljalaskeklappidega.

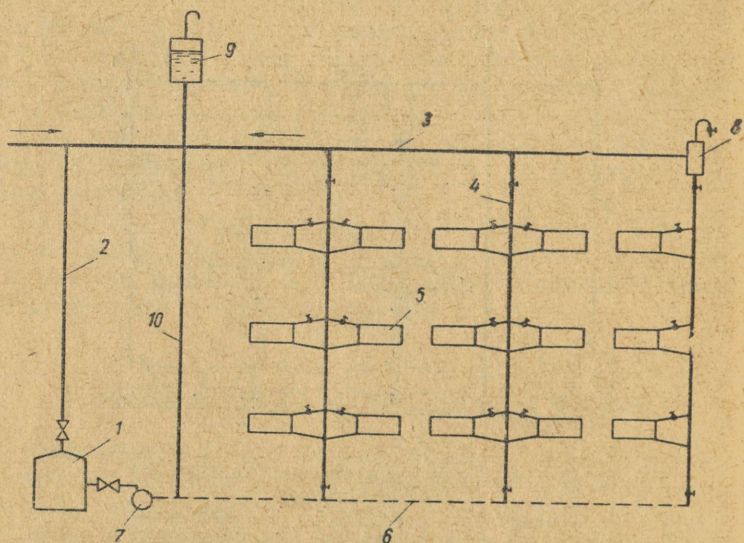
Sundtsirkulatsiooniga süsteemid võivad olla kahe- või ühetorulised (joon. 15).

Tingituna pumba kõrgemast rõhust saab sundtsirkulatsiooniga süsteemides kasutada suuremaid vee kiirusi kui loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemides. See võimaldab kasutada väiksema läbi-



Joon. 14, a. Õhukoguja:

- 1 — paak; 2 — õhutoru.



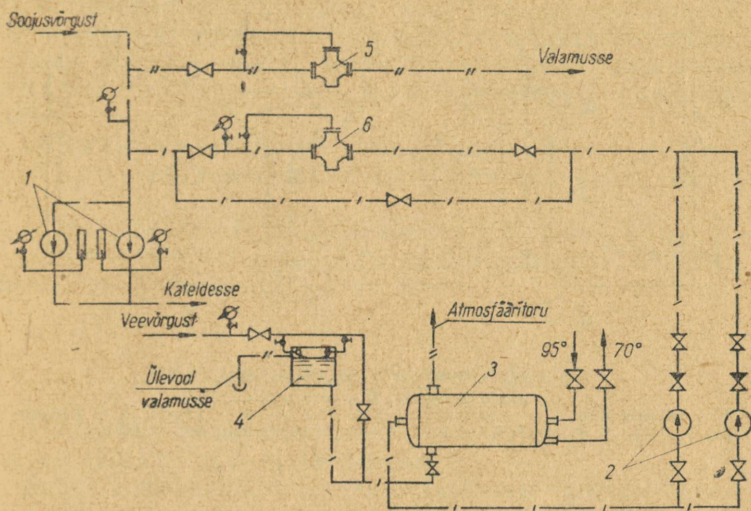
Joon. 15. Sundtsirkulatsiooniga ühetoruline vesiküttesüsteem:
 1 – katel; 2 – peapüstik; 3 – pealevoolumagistraal; 4 – toitepüstik;
 5 – küttekeha; 6 – tagasivoolumagistraal; 7 – tsirkulatsioonipump;
 8 – õhukoguja; 9 – paisumispaak; 10 – paisumistoru.

mööduga torusid, mille tagajärjel metallikulu, samuti ka süsteemi ehituskulud on väiksemad. Et pump tarbib elektrienergiat, mis suurendab eksploatatsioonikulusid, siis väikeste hoonete juures sundtsirkulatsiooniga süsteemide kasutamine pole otstarbekas.

Viimasel ajal on leidnud laialdast kasutamist, eriti suure soojusvõimsusega süsteemide juures, paisumispaagita vesiküttesüsteemid. Joonisel 16 on toodud sellise vesiküttesüsteemi regulaatorite ühendusskeem.

Tsirkulatsioonipumpade 1 poolt, mis imevad süsteemist vett ja juhivad selle edasi kateldesse, tekitatakse süsteemis vajaliku suurusega rõhk. Konstantse rõhu hoidmiseks keskküttesüsteemis on ette nähtud kaks automaatselt töötavat otsese toimega (vt. p. 41) regulaatorit: regulaator «enne ventiili» ja regulaator «peale ventiili» (joon. 17). Regulaator «peale ventiili» hoiab konstantset rõhku torustikus peale regulaatorit vee voolamise suunas, regulaator «enne ventiili» — enne regulaatorit.

Mõlema regulaatori anduriks on lame membraan 1.



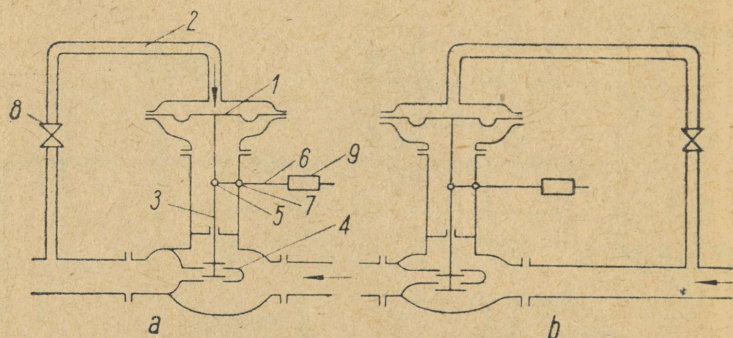
Joon. 16. Paisumispaagita vesiküttesüsteem:

1 — tsirkulatsioonipumbad; 2 — toitpumbad; 3 — boiler; 4 — vee-
paak; 5 — regulaator «enne ventiili»; 6 — regulaator «peale ventiili».

Membraanipealne ruum on ühendatud impulsstoru 2 abil veetorustiku selle osaga, milles soovitakse hoida konstantset rõhku.

Regulaatoris «enne ventiili» võetakse rõhuimpulss veetorustikust enne regulaatorit, regulaatoris «peale ventiili» — peale regulaatorit. Membraaniga on jäigalt seotud varras 3, mille teises otsas on klapp 4, mis regulaatoris «enne ventiili» avaneb allapoole ja regulaatoris «peale ventiili» — ülespoole. Varras on libiseva toe 5 abil ühendatud hoovaga 6, mis pöörduv liikumatu telje 7 ümber. Hoova teisel otsal on raskus 9, mille moment rõhu normaalse väärtuse puhul süsteemis tasakaalustub membraanile mõjuva vee survega.

Kui vee rõhk süsteemis mingil põhjusel tõuseb üle lubatava väärtuse, siis regulaatori «enne ventiili» membraanile mõjuv jõud suureneb, membraan paindub allapoole ja avab klapi 4, mille tulemusena voolab vett süsteemist valamusse. Rõhu langemisel süsteemis normaalse kõrguseni regulaatori klapp sulgub ning vee väljavool katkeb.



Joon. 17. Otsese toimega rõhuregulaatorid:

a – «peale ventiili»; *b* – «enne ventiili».

1 – membraan; 2 – impulsstoru; 3 – varras; 4 – klapp; 5 – libisev tugi; 6 – hoob; 7 – telg; 8 – drosselventiil; 9 – raskus.

Rõhu langemisel süsteemis alla lubatava väärtuse regulaatori «peale ventiili» membraanile mõjuv jõud väheneb ja raskuse 9 poolt tõstetakse klapp 4 üles. Samal ajal lülitatakse automaatselt töösse üks toitepumpadest 2 (joon. 16), mis pumpab boilerist 3 vett lisaks keskküttesüsteemi. Rõhu tõusmisel süsteemis normaalse kõrguseni regulaatori «peale ventiili» klapp sulgub ning ühtlasi lülitatakse automaatselt välja toitepump.

Boilerit köetakse keskküttekattlast tuleva kuuma veega. Jahtunud vesi juhitakse katlasse tagasi. Boilerit toidetakse veepaagist 4, milles hoitakse veetase ujuk-regulaatori abil ühtlasel kõrgusel.

14. Auruküttesüsteemid

Sõltuvalt auru rõhust katlas eristatakse:

a) madalrõhu-auruküttesüsteeme (auru rõhuga kuni 0,7 atü) ja

b) kõrgrõhu-auruküttesüsteeme (auru rõhuga üle 0,7 atü).

Auruküttesüsteemides ei täida vesi kogu katla mahtu, vaid ainult ligikaudu $\frac{2}{3}$ (aurukogu ja korral ainult poole) sellest, jättes vabaks nn. a u r u r u u m i.

Aurukütte puhul liigub katlast kuni küttekehadeni aur

ja küttekehadest kuni katlani kondensaad (madalrõhusüsteemides) või kondensaadi ja auru segu (kõrgrõhusüsteemides). Seetõttu tehakse auruküttesüsteemide puhul vahet aurutorustiku ja kondensaaditorustiku vahel.

Auru kondenseerumisel küttekehades vabaneb aurustussoojus, mis antakse läbi küttekeha seinte ruumi õhule.

Madalrõhukatlad varustatakse torulukuga (purgimiseadmega) (vt. p. 28), mis väldib aururõhu tõusmist katlas üle lubatava piiri.

A. MADALRÕHU-AURUKÜTTESÜSTEEMID

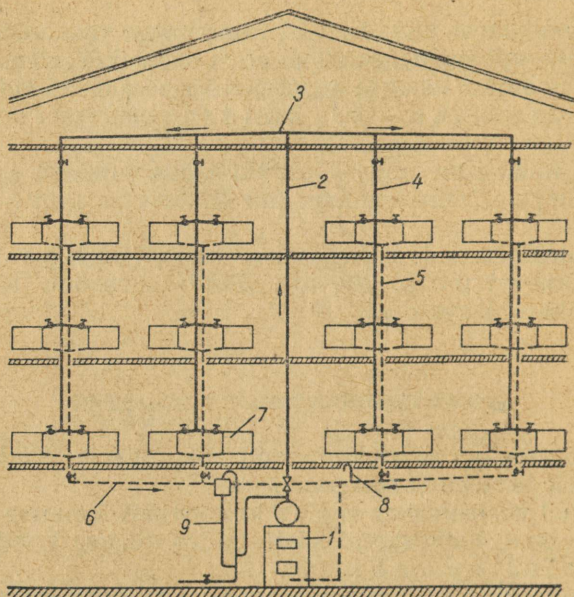
Madalrõhu-auruküttesüsteemid liigitatakse suletud ja katkestatud süsteemideks.

Suletud süsteemides voolab kondensaad katlasse tagasi automaatselt, katkestatud süsteemides viiakse kondensaad katlasse toitepumba abil.

Katlas tekkiv aur avaldab rõhku ka veele. Selle tagajärjel surutakse vesi suletud süsteemides (joon. 18) katlast üles kondensaaditorustikku sellisele kõrgusele, mis vastab katla aururõhule; taset, milleni vesi seejuures tõuseb, nimetatakse ülessurutud vee tasemeks. Näiteks aururõhu puhul katlas 0,2 atü on ülessurutud vee tase 2 m võrra kõrgemal vee tasemest katlas.

Kui ülessurutud vesi ei ujuta üle kondensaaditorustiku horisontaalset osa (joon. 18), siis nimetatakse selliseid kondensaaditorustikke leppeliselt «kuivadeks». Katlasse tagasivoolav kondensaad täidab sellise torustiku ristlõiget ainult osaliselt. Kui kondensaaditorustiku horisontaalne osa on paigaldatud madalamale, siis täidab kondensaad toru kogu ristlõike ning sellist kondensaaditorustikku nimetatakse leppeliselt «märjaks».

Erinevalt vesiküttesüsteemidest, kus veest kergem õhk tõuseb ülespoole ja eemaldub paisumispaagi või õhupaagi kaudu, surutakse auruküttesüsteemides aurust raskem õhk auru poolt küttekehadest kondensaaditorustikku, kus ta laskub allapoole ja suundub õhutorude kaudu atmosfääri. Seejuures peab silmas pidama, et õhu süsteemist väljajuhitumise koht ei oleks katlast väljasurutava veega üle ujutatud, kuna see takistaks õhu eemaldamist ja põhjustaks

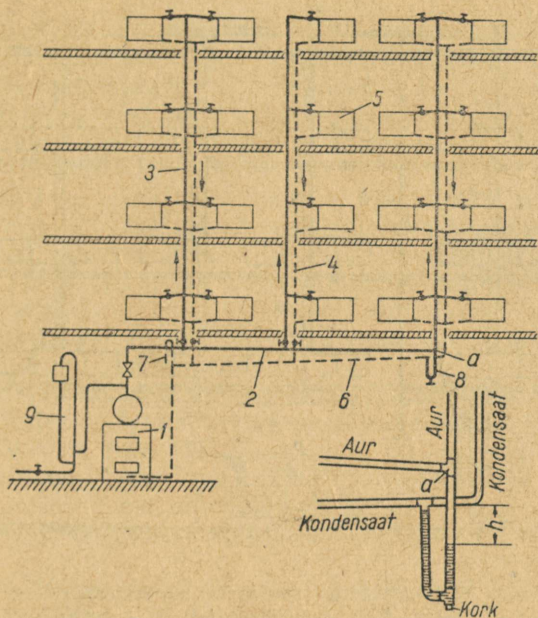


Joon. 18. Ülemise jaotusega suletud madalrõhu-auru-
küttesüsteem:

- 1 — aurukatel; 2, 3 — aurutorustik; 4 — aurupüstik;
5 — kondensaadipüstik; 6 — kondensaadimagistraal;
7 — küttekeha; 8 — õhutoru; 9 — torulukk.

häireid süsteemi töötamisel. Selle vältimiseks asetatakse õhu väljajuhtimise koht ülessurutud vee tasemest 200 kuni 250 mm kõrgemale.

Madalrõhu-auruküttesüsteemid võivad olla auru ülemise ja alumise jaotusega. Ülemise jaotusega süsteemid (joon. 18) töötavad kätatult, sest aurutorudes liiguvad aur ja kondensaad, mis tekib auru jahtumisel torustikes, samas suunas. Auru alumise jaotusega süsteemid (joon. 19) on ökonoomsemad, sest alumise jaotuse puhul vähenevad torustiku pikkus ja soojuskaod. Alumise jaotusega süsteemides tuleb aurutorustikust eemaldada selles tekkinud kondensaad, mille liikumise suund on auru liikumisele vastupidine. Kondensaadi mitte-eemaldamisel esinevad torustikus hüdraulilised löögid, mis tekitavad müra ja võivad põhjustada torustiku vigastusi. Kondensaadi eemaldamiseks aurutorustikust kasutatakse sifoone ja

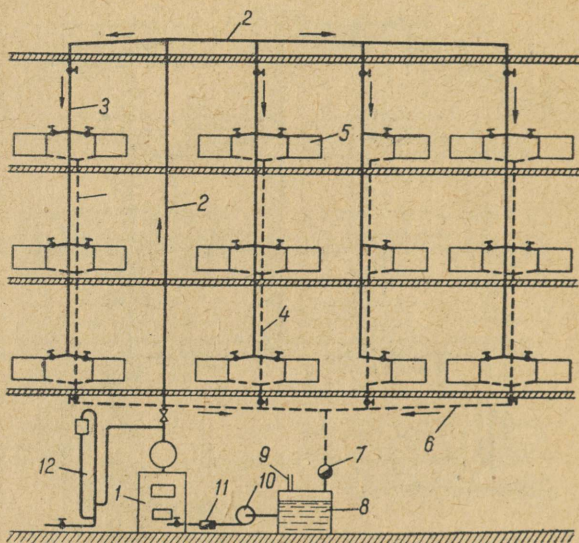


Joon. 19. Alumise jaotusega suletud madalrõhu-auru-
küttesüsteem:

1 — aurukatel; 2 — aurutorustik; 3 — aurupüstik;
4 — kondensaadipüstik; 5 — küttekeha; 6 — konden-
saadimagistraal; 7 — õhutoru; 8 — sifoon; 9 — torulukk

kondenspotte (vt. p. 22), mis asetatakse kondensaadi-
magistraalile.

Sifoon kujutab endast veesulgurit, mis laseb läbi konden-
saadi, kuid peatab auru läbivoolu. Sifooni U-toru üks
ots ühendatakse punktis *a* aurutorustikuga 2 (joon. 19),
teine ots kondensaadimagistraaliga 6. Punktis *a* mõjuva
aururõhu toimel surutakse veesammas sifooni parempool-
ses harus kõrguse *h* võrra madalamale, mis vastab täpselt
aururõhu suurusele. Kui näiteks aururõhk punktis *a* on
0,05 atü, siis veetasemete vahe sifoonis on 500 mm. Neil
tingimustel veesammas tasakaalustab aururõhku. Kui
aurupüstikust hakkab sifooni voolama kondensaati, siis
see oma raskusega rikub tasakaalu ja surub vastava hulga
kondensaati sifoonist kondensaadimagistraali, laskmata
seejuures läbi auru.



Joon. 20. Katkestatud madalrõhu-auruküttesüsteem:

- 1 — aurukatel; 2 — aurumagistraal; 3 — aurupüstik;
 4 — kondensaadipüstik; 5 — küttekeha; 6 — kondensaadimagistraal;
 7 — kondenspott; 8 — kondensaadipaak;
 9 — õhutoru; 10 — toitepump; 11 — tagasilöögi klapp;
 12 — torulukk.

Sifooni puhastamise võimaldamiseks varustatakse ta all-
 osas korgiga.

Aururõhul üle 0,3—0,4 atü muutuvad sifooni mõõtmed
 suureks, mis raskendab tema paigaldamist keldrikorrusele,
 kus asetseb kondensaaditorustik. Sel juhul asendatakse
 sifoon kondenspotiga.

Suletud süsteemid on oma ehituselt ja ekspluateerimiselt
 lihtsad, kuid neid saab kasutada ainult väiksematel auru-
 rõhkudel, praktiliselt mitte üle 0,2 atü. Kõrgematel rõhku-
 del tuleks tunduvalt suurendada katlamaja sügavust, et
 ülessurutava vee tase ei ulatuks alumise korruse kütteke-
 hadeni. Katlamaja sügavuse suurendamine pole aga ena-
 mikul juhtudel teostatav ega otstarbekas. Seepärast auru-
 rõhkudel üle 0,2 atü kasutatakse katkestatud süsteeme
 (joon. 20).

Viimastes voolab kondensaat kondensaadimagistraalist
 6 kondensaadipaaki 8, kust ta toitepumbaga

10 (vt. p. 48) antakse katlasse. Et pumba seisakutel aur ei suruks vett katlast tagasi kondensaadipaaki, asetatakse pumba ja katla vahele tagasilöögiklapp 11 (vt. p. 20), mis võimaldab veel liikuda ainult katla suunas. Õhk eemaldatakse süsteemist kondensaadipaagi kaanes oleva õhutoru 9 kaudu.

Veeauru katlamajja pääsemise vältimiseks tuleb kondensaadipaak varustada tihedalt suletava kaanega.

Auruküttesüsteemides ehitatakse aurumagistraalid kalakuga mitte alla 1/200 auru voolamise suunas, kondensaaditorustikud kallakuga katla või kondensaadipaagi suunas. Küttekehad tuleb varustada ventiilidega läbivoolava auruhulga reguleerimiseks.

Katla töörohk madalrõhu-auruküttesüsteemis tuleb valida lähtudes süsteemi tegevusraadiusest. Mida suurem on kaugus katlast kuni kõige kaugemal asetseva küttekehani, seda suuremad takistused peab aur oma teekonnal ületama ja seda suurem peab olema aururõhk.

Olenevalt kaugusest valitakse aururõhk:

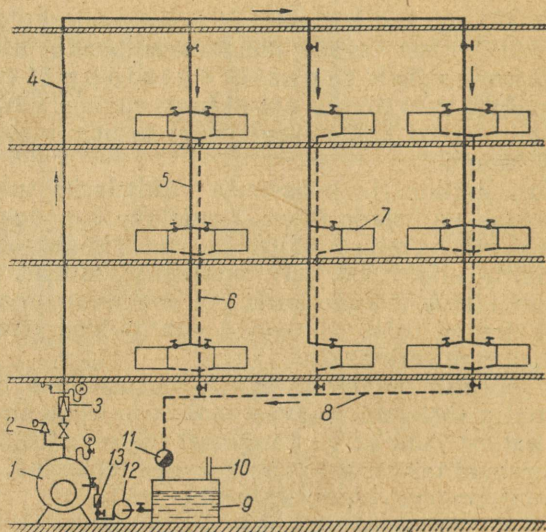
kuni 100 m	0,05	kuni 0,1 atü
„ 200 m	0,1	„ 0,2 „
„ 300 m	0,2	„ 0,3 „

B. KÕRGRÕHU-AURUKÜTTESÜSTEEMID

Kõrgrõhu-auruküttesüsteeme (joon. 21) kasutatakse küttesüsteemi suurtel tegevusraadiustel, samuti käitistes, millel on iseseisev katlamaja. Kütteks kasutatakse auru rõhuga mitte üle 2—3 atü. Kui katlamajast väljuva auru rõhk on kõrgem, siis asetatakse köetavatesse hoonetesse minevale aurutorustikule reduktsiooniklapp, s. o. seadis, mis madaldab auru rõhku.

Kõrgrõhuauru puhul on kondensaadi automaatne tagasivoolamine katlasse teostamatu, kuna ta kohtab katla poolt suurt vasturõhku. Seepärast juhitakse kondensaat kondensaadimagistraalist kondensaadipaaki 9 ja sealt toitepumba 12 abil katlasse 1. Pumba ja katla vahele asetatakse tagasilöögiklapp 13.

Kõrgrõhuaur ei jõua täielikult kondenseeruda küttekehades. Seetõttu on kondensaaditorustik täidetud kondensaadi ja auru seguga. Et vältida auru sattumist kon-



Joon. 21. Kõrgrõhu-auruküttesüsteem:

- 1 — aurukatel; 2 — kaitseklapp; 3 — reduktsiooni-
klapp; 4 — aurutorustik; 5 — aurupüstik; 6 — konden-
saadipüstik; 7 — küttekeha; 8 — kondensaadimagistraal;
9 — kondensaadipaak; 10 — õhutoru; 11 — kondenspott;
12 — toitepump; 13 — tagasilöögiklapp.

densaadipaaki, asetatakse kondensaaditorustikule kondens-
pott 11.

Kõrgrõhu-auruküttesüsteemid tuleb ehitada ülemise jao-
tusega, et vältida püstikutes auru ja kondensaadi vastu-
pidist liikumist.

15. Kombineeritud küttesüsteemid

Kombineeritud küttesüsteemide hulka kuuluvad auru-
vesikütte- ja vesi-vesiküttesüsteemid.

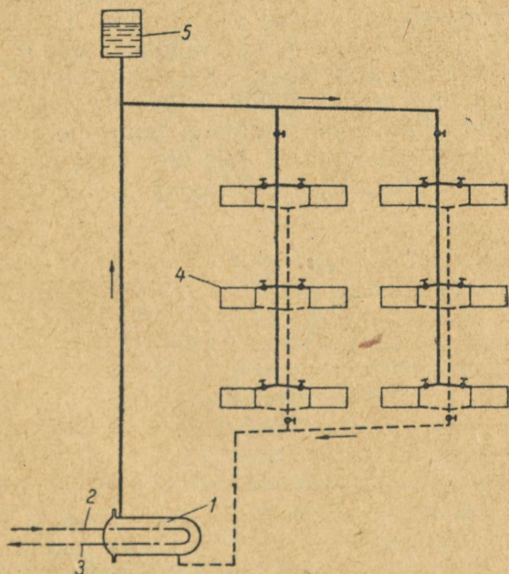
Auru-vesiküttesüsteemi kasutatakse sel juhul,
kui põhiliseks soojuskandjaks on aur, kuid üksikute hoo-
nete (elamute, ambulatooriumide, kontoriruumide jt.) küt-
teks tuleb soojuskandjana kasutada vett.

Auru-vesiküttesüsteem (joon. 22) kujutab endast tegeli-

kult loomuliku või sundtsirkulatsiooniga töötavat vesiküttesüsteemi, milles katel on asendatud köetavas hoonesse paigutatud boileriga 1. Viimane on terassilinder, millesse on asetatud terasest või messingist siugtorud. Aur rõhuga mitte üle 0,7 atü siseneb katlamajast toru 2 kaudu siugtorudesse ja soojendab boileris olevat vett. Kondensaat juhitakse toru 3 kaudu tagasi katlamajja. Soe vesi omakorda liigub boilerist torustikku mööda küttekehadesse 4, jahtub nendes ning voolab tagasi boilerisse.

Boiler varustatakse järgmise armatuuriga: termomeetriga vee temperatuuri mõõtmiseks; manomeetriga rõhu mõõtmiseks vesiküttesüsteemis; kaitseklappidega, mis väldivad veerõhu tõusmist boileris üle lubatava piiri, kui siibrid vee sisse- ja väljavoolutorustikel on suletud.

Vesi-vesiküttesüsteem erineb auru-vesiküttesüsteemist sellega, et vett boileris ei soojendata auruga, vaid ülekuumendatud veega, mille temperatuur on üle 100° .



Joon. 22. Auru-vesiküttesüsteem:

1 — boiler; 2 — aur katlamajast; 3 — kondensaat katlamajja; 4 — küttekeha; 5 — paisumispaak.

16. Õhuküttesüsteemid

Õhuküttesüsteemides ei anna soe õhk soojust edasi küttekehade kaudu, vaid vahetu segunemise teel soojendatava ruumi õhuga.

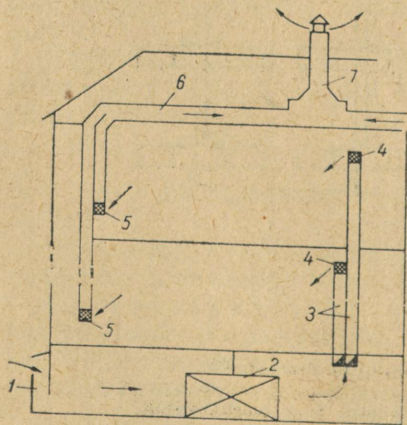
Õhk soojendatakse kuni 60°-ni erilistes küttekehades, nn. kalorifeerides (vt. p. 23), mida köetakse kas auru või kuuma veega.

Õhuküttesüsteemid võivad olla:

- 1) õhu retsirkuleerimisega (õhku võetakse ruumist ja pärast soojendamist juhitakse sinna tagasi);
- 2) õhu osalise retsirkuleerimisega (ruumi juhitakse osaliselt värsket õhku, mis segatakse ruumist võetava õhuga);
- 3) õhu alalise vahetamisega (ruumi juhitakse värsket õhku, ruumis olev õhk eemaldatakse väljatõmbekanalite kaudu).

Joonisel 23 on kujutatud õhu alalise vahetamisega õhuküttesüsteem. Värske õhk, mis juhitakse sisse läbi õhuvastuvõtja 1, soojendatakse keldrikorrusel asetsevas kalorifeeris 2 ning juhitakse kanaleid 3 mööda läbi žalusiirestiga või metallvõrguga varustatud ava 4 ruumi. Tarvitatud õhk eemaldub ruumist avade 5, väljatõmbekanalite 6 ja väljatõmbešahti 7 kaudu atmosfääri. Õhuvahetus toimub värsket ja tarvitatud õhu mahukaalude erinevuse arvel.

Õhukanalid ehitatakse seintesse. Suurema tegevusraadiusega õhuküttesüsteemides, kus õhu loomulik tsirkulatsioon võib osutuda mitteküllaldaseks, kasutatakse ventiilaatoreid.



Joon. 23. Õhu alalise vahetamisega õhuküttesüsteem:

1 — õhuvastuvõtja; 2 — kalorifeer; 3 — sissevoolukanalid; 4 — õhu sissevooluavad; 5 — õhu väljavooluavad; 6 — väljatõmbekanal; 7 — väljatõmbešaht.

Õhuküttesüsteeme iseloomustab ehituse ja eksploatatsiooni lihtsus, väiksem metallikulu, torustiku ja küttekehade puudumine ruumides ning ruumide kiire soojendamise võimalus. Õhuküttesüsteeme on otstarbekas kasutada ruumides, kus inimesed viibivad ajutiselt (teatrid, kinod jm.), samuti ka tööstushoonetes ning elamutes.

17. Soojaveevarustus

Sooja vett vajatakse elamutes majapidamistarbeks (vanid, dušid, pesu pesemine, nõude pesemine), kommunaalhoonetes (saunad, pesumajad, sööklad jt.) ning tööstushoonetes tehnoloogilise veena.

Sooja vett võib valmistada kohalikes soojendusseadmetes või tsentraliseeritult.

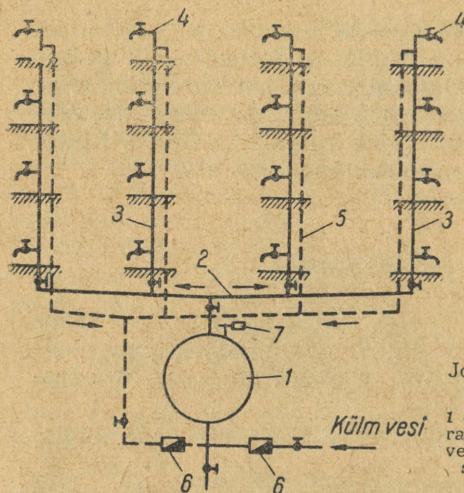
Vee soojendamiseks võib kasutada põlemisgaase, auru, kuuma vett, elektrit või majapidamisgaasi.

Soojaveevarustuse süsteemid võivad olla vee loomuliku või kunstliku tsirkulatsiooniga.

Tsentraliseeritud soojaveevarustuse süsteemides soojendatakse vett kas vahetult veekateldes, lahtistes paakides või siis boilerites auru või kuuma vee abil.

Soojaveevarustuse põhilised süsteemid on järgmised:

1) vee soojendamine vahetult katlas (joon. 24). Külma vesi juhitakse puhtaveetorustikust katlasse 1, kus ta soojeneb ligikaudu 70° -ni, ja surutakse veetorustikus valitseva rõhu toimel soojaveemagistraali 2 ning sealt soojaveepüstikuid 3 mööda tarbimispunktidesse 4. Tsirkulatsioonitorustiku 5 ülesandeks on veevõtu puudumisel juhtida jahtunud vesi tagasi katlasse. Tsirkulatsioonitorustikku kasutatakse neil juhtudel, kui on vaja igal ajal kindlustada nõutava temperatuuriga vee juhtimist tarbimispunktidesse (raviasutustes, võõrastemajades jms.). Külma vee-, samuti ka tsirkulatsioonitorustikule asetatakse tagasilöögiplaidid 6. Katel tuleb varustada kaitseklapiga 7 võimalike avariide vältimiseks, mis võivad tekkida katla kütmisel suletud siibrite puhul. Soojaveepüstikud varustatakse allosas kraanide või ventiilidega, mis võimaldab nende süsteemist väljalülitamist vigastuste või lekkimise kõrvaldamiseks. Soojaveemagistraal paigaldatakse tavaliselt keldrikorruse lae alla ja monteeritakse vee liikumise suunas väikese kaldega.

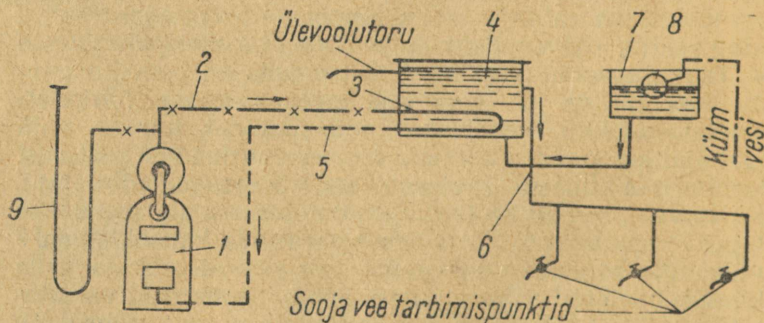


Joon. 24. Vee soojendamine vahetult katlas:

1 – veekatel; 2 – soojaveemagistral; 3 – soojaveepüstik; 4 – soojavee tarbimispunkt; 5 – tsirkulatsioonitorustik; 6 – tagasilöögi-klapp; 7 – kaitseklapp.

Külm vesi juhitakse katlasse külmaveetorustikus valitseva rõhu toimel, käsipumbaga või mehaanilise pumbaga (vt. p. 48).

2) vee soojendamine paagis auruga (joon. 25). Aur liigub katlast 1 aurutorustiku 2 kaudu siugtorudesse 3, mis on paigaldatud põõningul asetsevasse

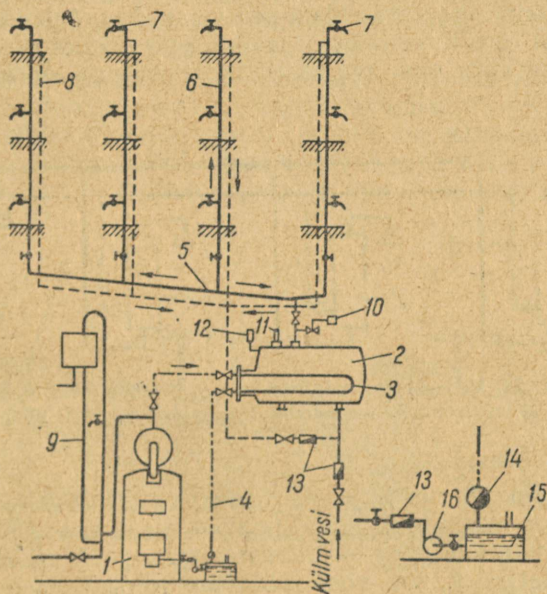


Joon. 25. Vee soojendamine paagis auruga:

1 – aurukatel; 2 – aurutorustik; 3 – siugtoru; 4 – soojaveepaak; 5 – kondensaaditorustik; 6 – soojaveetorustik; 7 – külmaveepaak; 8 – kuulkraan; 9 – torulukk.

soojaveepaaki 4; kondensaat voolab toru 5 kaudu katlasse tagasi. Soojendatud vesi juhitakse paagist toru 6 kaudu veetarbimise kohtadesse. Külma vesi siseneb soojaveepaaki 4 külmaveepaagist 7; viimasesse juhitakse vesi veetorustikust läbi kuulkraani 8, mille abil hoitakse veetase külmaveepaagis ettenähtud kõrgusel. Ületäitmise vältimiseks on soojaveepaagil ülevoolutoru. Katelt täidetakse külma-veetorustikust (pole joonisel näidatud) selles valitseva rõhu toimel või pumba abil;

3) vee soojendamine boileris auruga (joon. 26). Vee soojendamiseks kasutatav aur juhitakse siin auru-
katlast 1 boileris 2 asuvasse siugtorustikku 3; kondensaat juhitakse toru 4 kaudu kondensaadipaaki 15 ja sealt pumba 16 abil tagasi katlasse. Kondensaadipaak varustatakse õhu-



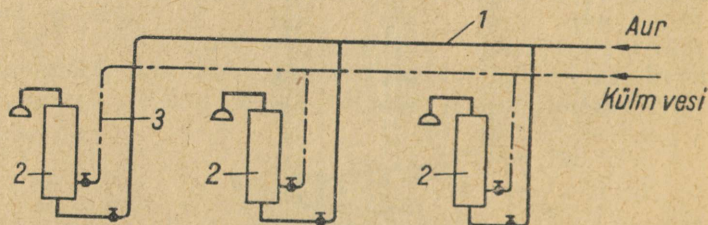
Joon. 26. Vee soojendamine boileris auruga:

1 - aurukatel; 2 - boiler; 3 - siugtorustik; 4 - kondensaaditorustik; 5 - soojaveemagistraal; 6 - soojaveepüstik; 7 - sooja vee tarbimispunkt; 8 - tsirkulatsioonitorustik; 9 - torulukk; 10 - kaitseklapp; 11 - termomeeter; 12 - manomeeter; 13 - tagasilöögiklapp; 14 - kondenspott; 15 - kondensaadipaak; 16 - toitepump.

toruga, mida mööda kondensaadiga kaasa toodud õhk eemaldub atmosfääri.

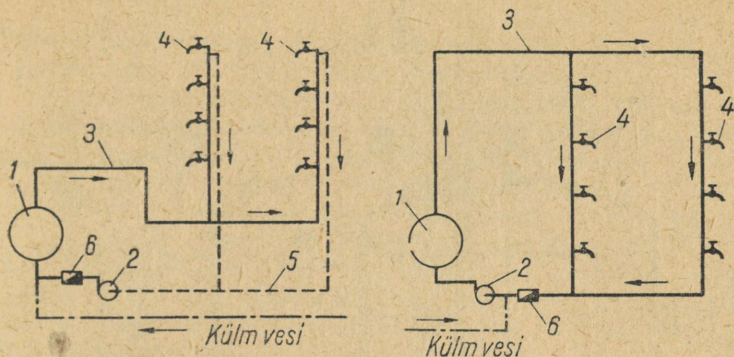
Et kasutada aurust peituvat aurustussoojust boileris oleva vee soojendamiseks, varustatakse kondensaatorustik kondenspotiga 14, mis laseb läbi kondensaati, takistab aga auru läbivoolu. Boileris on soe vesi puhtaveetorustikus valitseva rõhu all. Boilerist juhitakse soe vesi tarbimispunktidesse 7 samuti nagu süsteemis vee vahetu soojendamise katlas. Tsirkulatsioonitorustik 8 ühendatakse boileri alumise tutsiga. Aurukatel varustatakse torukuga 9, boileri kaitseklapiga 10, termomeetriga 11 ja manomeetriga 12. Külma- ja tsirkulatsioonitorustikule ning katla ja toitepumba vahelisele torule asetatakse tagasilöögiklapid 13;

4) vee soojendamine individuaal-eelsoojendites (joon. 27). Väiksemates tööstuslikes seadmetes kasutatakse tehase katlamajast tulevat auru vahetult vee soojendamiseks individuaal-eelsoojendites. Aur liigub katlamajast aurutorustikku 1 mööda eelsoojenditesse 2, soojendatav külm vesi aga saabub torustikku 3 mööda.



Joon. 27. Vee soojendamine auruga individuaal-eelsoojendites:
1 — aurutorustik; 2 — individuaal-eelsoojendi; 3 — külma-
veetorustik.

Joonisel 28 on kujutatud pumpvirgutusega soojaveevarustuse skeemid: vasakul pool — sooja vee alumise jaotusega, paremal pool — ülemise jaotusega. Vesi soojendatakse katlas 1. Soe vesi juhitakse tsentrifugaalpumba 2 abil torustikku 3 mööda tarbimiskohtadesse 4. Alumise jaotusega süsteem on varustatud tsirkulatsioonitorustikuga 5, mida mööda soe vesi voolab katlasse tagasi. Vasakpoolisel skeemil on pump ette nähtud ainult sooja vee tsirkuleerimiseks, parempoolisel skeemil nii sooja vee tsir-

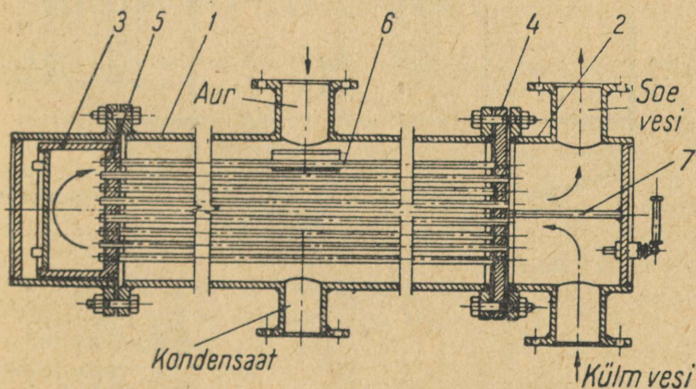


Joon. 28. Soojaveevarustuse skeem pumpvirgutusega:

1 – veekatel; 2 – tsirkulatsioonipump; 3 – soojaveetorustik; 4 – sooja vee tarbimiskoht; 5 – tsirkulatsioonitorustik; 6 – tagasilöögiklapp.

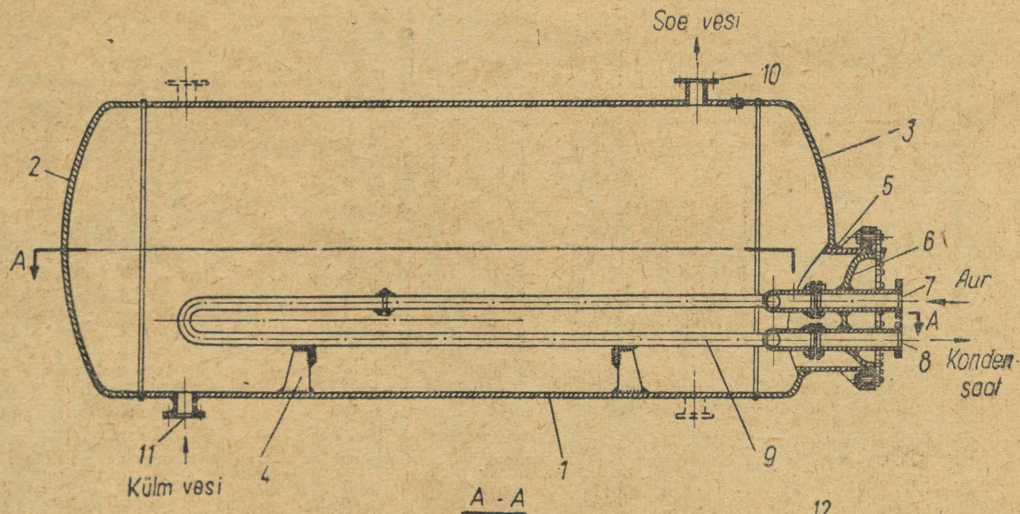
kuleerimiseks kui ka külma vee juurdeandmiseks. Selliseid süsteeme kasutatakse juhtudel, kui sooja vett tarbitakse kaugel selle valmistamise kohast.

Joonisel 29 on kujutatud soojaveevarustuses kasutatav auruga köetav veesoojendi (kiirboiler). Viimane koosneb silindrilisest kerest 1, millele on mõlemas otsas äärikute abil kinnitatud veekambrid 2 ja 3. Kere torulaudadesse 4 ja 5 on valtsitud torud 6, mis moodustavad vee-



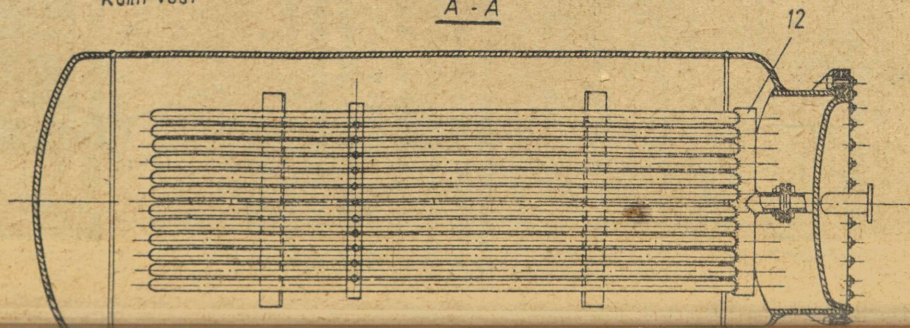
Joon. 29. Veesoojendi (kiirboiler):

1 – kere; 2, 3 – veekambrid; 4, 5 – torulaud; 6 – toru; 7 – vahesein.



Joon. 30. Akumu-
laatorboller:

1 — kere; 2, 3 — põ-
hi; 4 — tugi; 5 — to-
ru; 6 — toru põhi; 7 —
aurututs; 8 — kon-
densaadituts; 9 —
siugtoru; 10 — sooja-
veetuts; 11 — külma-
veetuts; 12 — kol-
lektor.



soojendi küttepinna. Kambris 2 on vahesein, mis suunab külma vee veesoojendi alumistesse torudesse.

Aur voolab boilerisse ülevalt, kondensaad väljub alt. Kondensaaditorustikule on asetatud kondenspott, mis takistab auru läbivoolu. Veesoojendi on varustatud vastava armatuuriga: sulgventiilidega või siibritega, manomeetriga, termomeetriga ja kaitseklappide või torulukuga.

Auruga köetavaid boilerid valmistatakse nelja- ja kahekäigulistena. Neljakäigulistel boileritel on ees-ees veekambris kaks vaheseina, tagumises aga üks vahesein. Kahekäigulistel boileritel on ainult üks vahesein ees-ees veekambris.

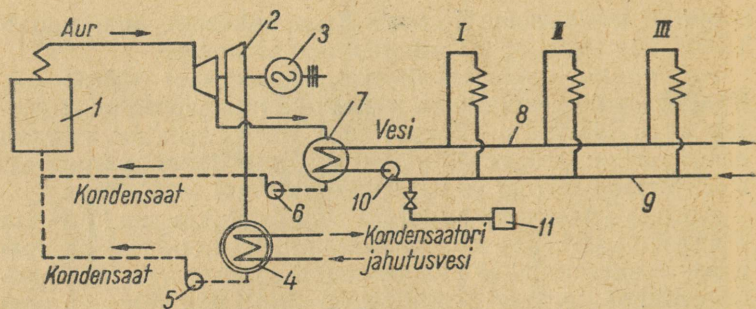
Vee soojendamiseks 20—30°-ni kasutatakse kahekäigulisi boilerid, 60—65°-ni — neljakäigulisi boilerid.

Soojaveevarustuse süsteemides kasutatakse laialdaselt ka akumulaatorboilerid (joon. 30). Boiler koosneb horisontaalsest silindrilisest kerest 1, mis on varustatud kumerate põhjadega 2 ja 3. Viimasele on keevitatud toru 5 põhjaga 6. Kerre on paigutatud tugele 4 siugtorud 9, mille otsad on keevitatud kollektoritele 12. Siugtorude aurututs 7 ja kondensaadituts 8 on keevitatud toru 5 põhjale. Külma vesi juhitakse boilerisse alt, soe vesi väljub ülevalt.

18. Üldmõisteid tsentraliseeritud soojusvarustusest

Tsentraliseeritud soojusvarustuseks kasutatakse kahte süsteemi: rajoonikeskkütet ja termofikatsiooni. Rajoonikeskkütte puhul toimub üksikhoonete rühma kütmine, samuti ka sooja veega varustamine kesksest katlamajast. Kui hoonete kütmine ja sooja veega varustamine toimub soojuselektrijaamast, milles soojus- ja elektrienergiat toodetakse nn. kombineeritud viisil, siis sellist soojusvarustuse süsteemi nimetatakse termofikatsiooniks. Soojuselektrijaama nimetatakse sel juhul soojuselektritsentraaliks (lühendatult SET).

Soojuskandjaks tsentraliseeritud soojusvarustuse süsteemides võib olla vesi või aur. Hoonete kütteks, ventilatsiooniks ja soojaveevarustuseks kasutatakse rajoonikeskkütte puhul vett temperatuuriga kuni 95° ja madalrõhuauru, termofikatsiooni puhul aga ülekuumendatud vett temperatuuriga kuni 130° ja rohkem.



Joon. 31. Termofikatsiooni põhimõtteline skeem:

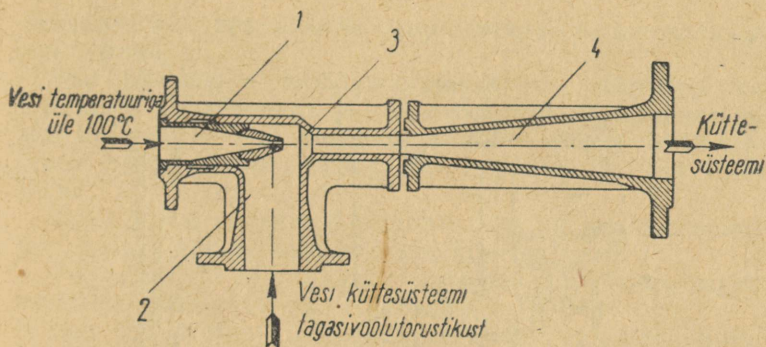
1 — aurukatel; 2 — auruturbiin; 3 — elektrigeneraator; 4 — kondensaator; 5, 6 — toitepumbad; 7 — boiler; 8 — soojaveemagistraal; 9 — tagasivoolumagistraal; 10 — tsirkulatsioonipump; 11 — veepaak; I, II, III — kohalikud soojustarbijad.

Termofikatsiooni põhimõtteline skeem on toodud joonisel 31. Aurukatlas 1 toodetud aur juhatakse eritüüpi auruturbiini (nn. termofikatsiooni-turbiini) 2, mis paneb liikuma elektrigeneraatori 3. Töötanud aur rõhuga 0,03—0,04 ata juhatakse turbiinist kondensaatorisse 4, kus ta kondenseerub veeks-kondensaadiks. Viimane viiakse toitepumba 5 abil katlasse tagasi. Suurem osa auru, mis võetakse turbiini vahepealsest astmest, juhatakse boilerisse 7, mida läbides ta soojendab selles olevat vett. Aurust tekkiv kondensaat viiakse pumba 6 abil katlasse tagasi. Boilerist juhatakse soe vesi torustiku 8 kaudu soojustarbijatele I, II, III jne. Kohalikest süsteemidest juhatakse jahtunud vesi tagasivoolumagistraali 9 kaudu tagasi SET-i, kus ta boilerites uuesti soojendatakse. Vee liikumapanemiseks soojusvõrgu torustikus paigaldatakse tagasivoolumagistraalile tsirkulatsioonipump 10.

Soojustarbijad ühendatakse soojusvõrku kas vahetult või soojusvahendajate kaudu. Soojusvõrgu ja kohalike süsteemide veekaod kaetakse keemiliselt puhastatud veega paagist 11.

Soojustorustikuks kasutatakse õmbluseta terastorusid, mis keevitatakse kokku. Torustik isoleeritakse hoolikalt ja paigaldatakse tunnelitesse, umbkanalitesse või siis lahtiselt.

Tsentraliseeritud soojusvarustuse eeliseks on kütuse ratsionaalsem kasutamine, kütuse transpordikulude vähe-



Joon. 32. Vee-elevaator:

1 — düüs; 2 — sisenemiskamber; 3 — segamiskoonus; 4 — difusoor.

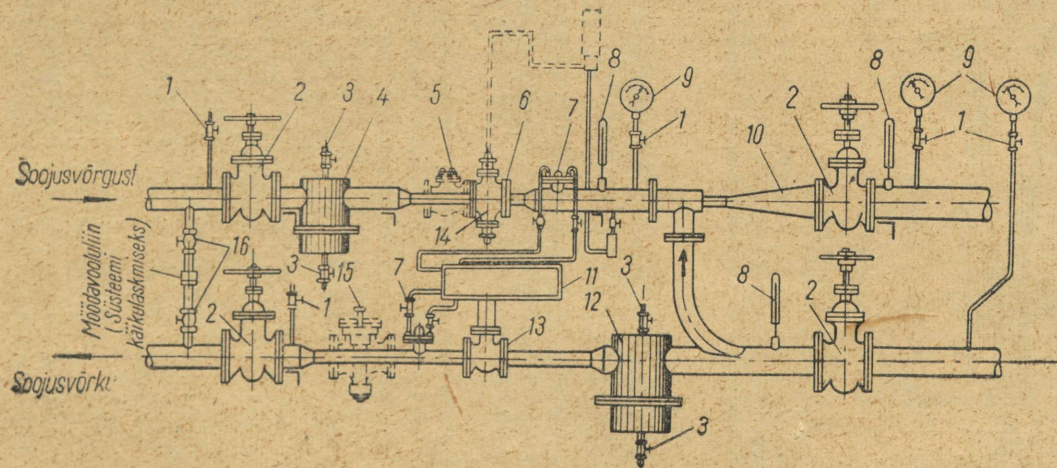
nemine, ekspluateerimiskulude alanemine ja väiksem tööjõu vajadus, võrreldes hoonete soojusvarustamisega üksikkatlamajadest.

Kohalike küttesüsteemide (üksikute hoonete) toitmiseks rajooni- või termofikatsioonisüsteemide välissoojusvõrkudest varustatakse majaühendused reguleerimissõlmedega.

Kui välisvõrkudes on soojuskandjaks ülekuumutatud vesi ning kohalikus küttesüsteemis ei tohi vee temperatuur ületada 95°C , siis asetatakse reguleerimissõlme nn. veejoa elevaator. Elevaatoris (joon. 32) segatakse üle 100°C temperatuuriga vesi osaliselt tagasivooluveega, mis tuleb küttesüsteemist, kusjuures segu vajalik temperatuur saadakse siibritega reguleerimise teel. Kuum vesi soojusvõrgust voolab düüsi 1. Väljudes viimasest suure kiirusega, imeb veejuga sisenemiskambrisse 2 vett keskküttesüsteemi tagasivoolumagistraalilt. Järgnevalt läbib vesi segamiskoonuse 3 ning väljub difusoori 4 kaudu küttesüsteemi.

Joonisel 33 on näidatud reguleerimissõlme üldskeem. Reguleerimissõlmes on neli siibrit, millest kaks elevaatori ees asuvat on abonendi majaühenduse väljalülitamiseks. Teised kaks siibrit on paigutatud elevaatori taha ning nad on kohaliku süsteemi reguleerimiseks ja selle väljalülitamiseks avarii korral.

Elevaatori ette paigutatud siibritest eespool on mööda-



Joon. 33. Soojusvõrgu sisseviim hoonesse:

1 — kolmekäigulised kraanid; 2 — siibrid; 3 — korkkraanid; 4, 12 — mudaeraldajad; 5 — tagasilöögiklapp; 6 — diafragma; 7 — soojusmõõtja tuts; 8 — termomeetrid; 9 — manomeetrid; 10 — elevaator; 11 — soojusemõõtja; 13 — veemõõtja; 14 — koormusregulaator; 15 — rõhuregulaator; 16 — ventillid.

voolutorustik, mis ühendab juurdevoolu- ja tagasivoolu-magistraali.

Vee liikumisega möödavoolutorustikus välditakse ka külmumist juurdevoolu- ja tagasivoolutorustiku umbotstes, kui küttesüsteem ei ole sisse lülitatud. Pärast küttesüsteemi käikulaskmist kraanid möödavoolutorustikul suletakse.

Sisseviik on varustatud regulaatoriga 14, mis automaatselt hoiab veekulu soojusvõrgus konstantsena.

Veemõõtja 13 paigutatakse tagasivoolutorule, mis tagab veemõõtja suuremat mõõtmistäpsust.

Vee temperatuuri kontrollimiseks paigaldatakse kolm termomeetrit: elevaatori ette soojusvõrgust tuleva vee temperatuuri mõõtmiseks, tagasivoolutorustikule soojusvõrku suunduva vee temperatuuri mõõtmiseks ja elevaatori järele, millega kontrollitakse segu temperatuuri.

Vee rõhku kontrollitakse manomeetritega. Juurdevoolutorustikule elevaatori järel ja tagasivoolutorustikule paigutatud manomeetrite näitude vahe väljendab rõhulangu kohalikus süsteemis, mis tavaliselt on 1 m vs. Sellise rõhulangu korral peab rõhk elevaatori ees olema 8—10 m vs võrra suurem rõhust elevaatori järel.

V. KESKKÜTTESÜSTEEMIDE PÕHIELEMENDID

19. Torustik

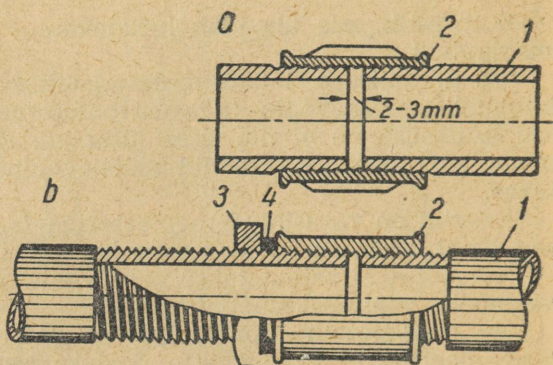
Keskküttetorustik monteeritakse gaasi- ja keevitatud või tõmmatud terastorudest. Torude läbimõõdu puhul 76 mm (3 tolli) kasutatakse gaasitorusid, üle selle aga keevitatud või tõmmatud torusid.

Gaasitorusid mõõdetakse siseläbimõõdu, keevitatud ja tõmmatud torusid välisläbimõõdu järgi.

Gaasitorud on paksema seinaga, neid saab keermetada ja nad ühendatakse torumuhvide abil (joon. 34). Ühenduskohtade lekkimise vältimiseks kasutatakse mitmesuguseid tihendusmaterjale. Kui torustikus voolab vesi temperatuuriga kuni 100°, siis on tihendiks tinavalge või mennikuga immutatud linakiud; auru või ülekuumendatud vee puhul kasutatakse tihendina grafiidi ja õli seguga või tsinkval-

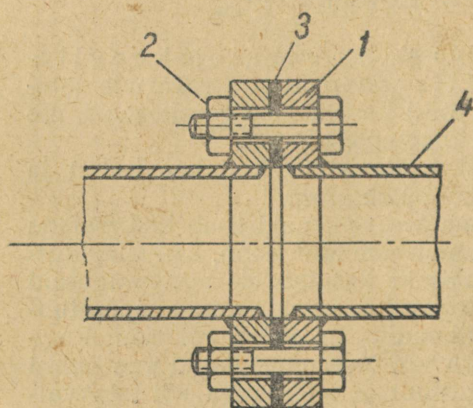
Joon. 34. Gaasitorude ühendamine torumuhvide abil:

a — kohapeal lahtivõetamatu ühendus; **b** — kohapeal lahtivõetav ühendus.
1 — gaasitoru;
2 — muhv; **3** — kontramutter; **4** — tihend.



gega immutatud asbestnööri. Keevitatud ja tõmmatud torud ühendatakse tavaliselt keevitamise teel. Äärikühendust (joon. 35) kasutatakse ainult armatuuri paigaldamiseks, mõnikord ka torustiku remondi puhul. Tihendina äärikute vahel kasutatakse vee puhul temperatuuriga kuni 100° värnitsaga immutatud pappi, auru ja ülekuumendatud vee puhul grafiidi ja õli segus immutatud paraniiti.

Torustike käänakuteks ja hargnemisteks kasutatakse toruliitmikke (fitinguid), mis gaasitorude puhul on tempermalmist ja sisekeermega, keevitatud ning tõmmatud torude puhul aga harilikust valumalmist ning äärikutega.



Joon. 35. Äärikühendus
1 — äärik; **2** — polt;
3 — tihend; **4** — toru.



Joon. 35, a. Toruliitmikud gaasitorudele:

1, 2, 3, 4 — kolmikud; 5, 6, 9 — poognad; 7, 8 — niplid; 10, 11, 12 — toruristmikud; 13 — torumuhv; 14 — siirdemuhv; 15 — kork; 16 — kontramutter; 17 — ühendusmutter; 18 — vähendustükk.

Põhilised toruliitmikud gaasitorudele on toodud joonisel 35, a.

Muhve kasutatakse kahe ühesuguse läbimõõduga toru ühendamiseks, siirdemuhve kahe erineva läbimõõduga toru ühendamiseks, niplit kahe kõrvuti asetseva toruliitmiku ühendamiseks, kusjuures üks pool niplist keeratakse ühe toruliitmiku sisse, teine pool aga teise osa sisse.

Sageli tuleb torusid ühendada ja koost lahti võtta, ilma et neid oleks võimalik keerata.

Sel juhul lõigatakse ühele toruotsale lühike keere pikusega veidi vähem kui pool muhvi pikkust, teisele toruotsale aga keere, mille pikkus on võrdne muhvi pikkusega pluss kontramutri paksus ja kaks keermeniiti. Pikemale keermele keeratakse eelnevalt peale kontramutter ja see-

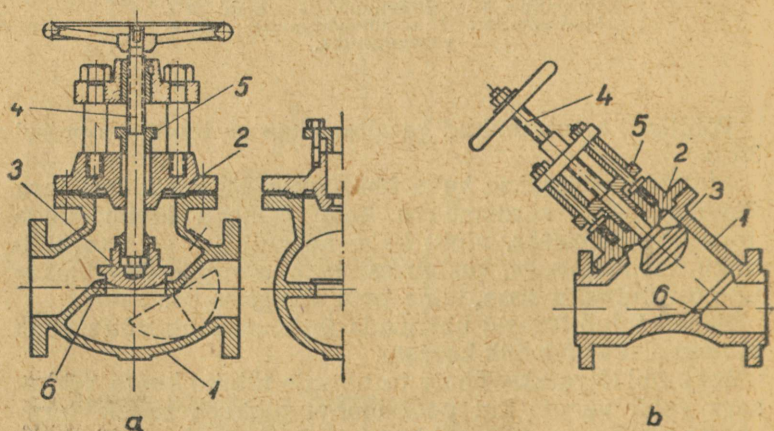
järele muhv. Edasi asetatakse toruotsad vastamisi ja kee-
 ratakse muhv tihedasti kuni lühema keerme lõpuni. Muhvi
 vastu keeratakse kontramutter, mille ette on mähitud
 tihend (joon. 34).

20. Torustiku armatuur

Armatuuri ülesandeks on täielikult katkestada või osa-
 liselt vähendada vee või auru voolu torustikus. Vastavalt
 sellele liigitatakse armatuur sulge- ja reguleerimisarma-
 tuuriks. Armatuuri hulka kuuluvad ventiilid, siibrid ja
 kraanid.

Ventiile kasutatakse sulgemis- või reguleerimisorga-
 nitena vee ja auru jaoks. Ventiil (joon. 36) koosneb kerest
 1 koos äärikutega, kaanest 2, vaheseinast koos klapi-
 pesaga 6, klapist 3, mis on ühendatud spindliga 4, ja käsi-
 rattast. Auru või vee läbiimbumist spindli ja kaane vahelt
 takistab tihenduspuks 5. Tihendina kasutatakse vee puhul
 tavotiga immutatud linakiude, auru puhul grafiidiga üle-
 hõõrutud asbestnööri.

Käsiratta keeramisel ühele või teisele poole spindel koos
 klapiaga kas tõuseb või langeb ning avab või suleb läbi-
 voolu.



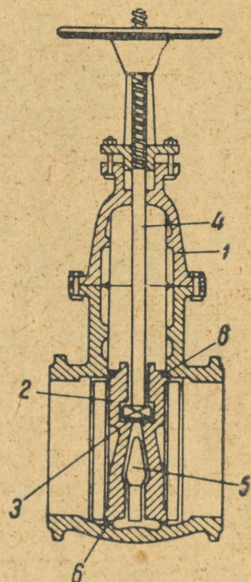
Joon. 36. Ventiilid:

a — normaalventiil; b — kaldventiil. 1 — kere; 2 — kaas; 3 — klapp; 4 —
 spindel; 5 — tihenduspuks; 6 — klapipeesa.

Vesi või aur juhitakse ventiili tavaliselt klapi alt, mis kergendab tema avamist. Spindli asetamine kaldu (joon. 36, b) vähendab ventiili takistust tunduvalt.

Ventiile tuleb avada ja sulgeda käsiratta keeramise teel käega või väikese käepideme abil. Mingil juhul ei ole lubatud kasutada pikki käepidemeid, hoobasid jne. Täiesti avatud ventiili käsiratas tuleb keerata veidi tagasi.

Siibreid kasutatakse sulgemisorganitena suurelähimõõdulistel vee- ja aurutorustikel. Joonisel 37 on kujutatud «Ludlo» siiber, mida kasutatakse vesikütte puhul. Siiber koosneb malmkerest 1 ning spindli 4 ruudukujulise pea 3 külge kinnitatud ketastest 2. Alla langedes laskuvad kettad kiilule 5, mis surub nad laiali ja pressib tihedalt vastu pronksrõngast 6. Käsiratta keeramisel spindel tõuseb või laskub, tõstes või langetades kettaid 2.

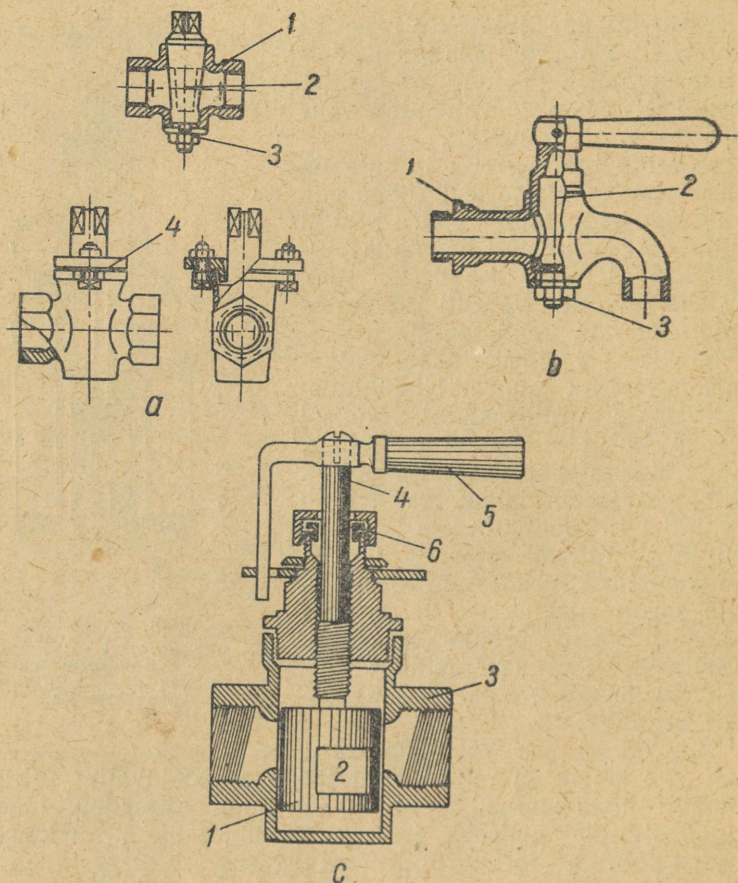


Joon. 37. Siiber:
1 — kere; 2 — ketas;
3 — spindlipea; 4 —
spindel; 5 — kiil; 6 —
pronksrõngas.

Siibreid ei saa kasutada auru või vee läbivoolu reguleerimiseks, sest poolavatud siibri plaadi tiheduspinnad kuldavad sel juhul kiiresti. Avada tuleb siibreid aeglaselt ja kuni lõpuni, mille järel käsiratast pöörata veerandringi võrra tagasi.

Kraane kasutatakse sulgemis- ja reguleerimisorganitena. Joonisel 38, a kujutatud läbivoolukraanid koosnevad kerest 1 ja koonilisest korgist 2, milles on vee läbivooluava. Kraani kere ja korgi tööpinnad on hoolikalt lihvitud. Kraani kork kinnitatakse kerele kas mutri 3 abil, mille puhul ta on peenemast otsast keermetatud, või tihenduspuksi 4 abil. Joonisel 38, b on kujutatud otsakraan.

Küttekehadest läbivoolava veehulga reguleerimiseks kasutatakse kahekordse reguleerimisega kraane (joon. 38, c). Kraani sulgevaks osaks on kraani kerele 3 lihvitud kann 1, milles on vee läbivooluks ava 2.



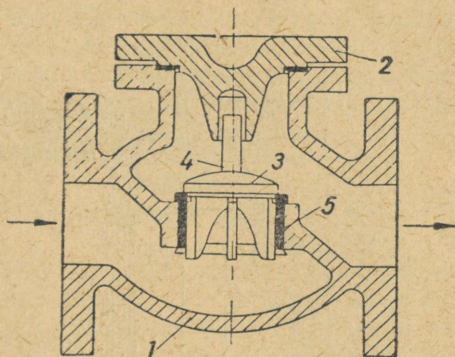
Joon. 38. Kraanid:

a – läbivoolukraan; *b* – otsakraan; 1 – kere; 2 – kork; 3 – kinnitusmutter; 4 – tihenduspuks; *c* – kahekordse reguleerimisega kraan: 1 – kann; 2 – läbivooluava; 3 – kere; 4 – spindel; 5 – käepide; 6 – tihenduspuks.

Kraani avamiseks ja sulgemiseks pööratakse käepideme 5 abil kannu oma telje ümber kuni 90° võrra. Ava 2, muutes oma asendit, kas suurendab või vähendab kraani vabariistlõiget. Montaažireguleerimisel, mida teostatakse proovikütmisel ja mille eesmärgiks on köetavate ruumide

Joon. 39. Tagasilöögi-
klapp:

- 1 — kere; 2 — kaas;
3 — klapp; 4 — klapi
juhtvarras; 5 — klapi-
pesa.



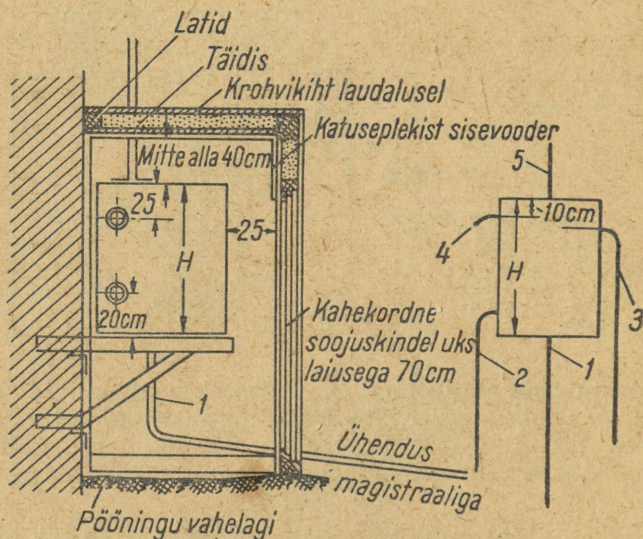
temperatuuride ühtlustamine, pööratakse spindlit 4 mitu korda oma telje ümber. Sellega suurendatakse või vähendatakse kraani vabaristolõiget vertikaalpinnas, millega suurendatakse või vähendatakse kraanist läbivoolava vee hulka.

Joonisel 39 on kujutatud tagasilöögiklapp, mille ülesanne on lasta vett läbi ainult ühes suunas. Vee liikumisel vastupidises suunas klapp automaatselt sulgub. Tagasilöögiklapp koosneb kerest 1 kinnise kaanega 2 ning klapist 3 juhtvarda ja -ribidega 4. Vesi voolab sisse klapi alt.

21. Paisumispaak

Paisumispaagi ülesanne on võimaldada süsteemis oleval veel soojendamisel paisuda. Paisumispaak (joon. 40) on lehtterasest kokkukeevitatud täisnurkse või ümmarguse kujuga anum, mis seest- ja väljastpoolt on värvitud.

Paisumispaak seatakse üles süsteemi kõige kõrgemasse punkti, tavaliselt pööningule. Vee külmumise vältimiseks isoleeritakse ta hoolikalt või paigutatakse soojuskindlate seintega ruumi. Süsteemiga ühendatakse paisumispaak paisumistoru 1 abil. Paisumistorule pole lubatud asetada mingisuguseid sulgemisseadmeid — kraane, ventiile ega siibreid. Et tekitada paagis vee tsirkulatsiooni, mis aitab vältida vee külmumist, ühendatakse paak süsteemiga teises punktis tsirkulatsioonitoru 2 abil. Paagi $\frac{2}{3}$ kõrgusele ühendatakse kontrolltoru (signaaltoru) 3,



Joon. 40. Paisumispaak:

1 — paisumistoru; 2 — tsirkulatsioonitoru; 3 — signaaltoru;
4 — ülevoolutoru; 5 — õhutoru.

mille teine, kraaniga varustatud ots viiakse katlamajas olevasse valamusse. Kontrolltoru abil kontrollib kütja veeseisu paagis enne süsteemi töösse rakendamist. Kraani avamisel peab kontrolltorust voolama välja vett. Selle puudumisel tuleb süsteemi täiendavalt veega täita. Paisu-

Tabel 8

Paisumispaagi torude soovitatavad läbimõõdud

Toru nimetus	Paisumispaagi maht liitrites	Toru minimaalne läbimõõt tollides
Ülevoolutoru	Kuni 150	1 ¹ / ₄
"	" 400	1 ¹ / ₂
"	Üle 400	2
Paisumistoru	Kuni 400	1
"	Üle 400	1 ¹ / ₄
Tsirkulatsioonitoru	Kuni 400	3 ³ / ₄
"	Üle 400	1
Kontrolltoru	Olenemata mahust	1 ¹ / ₂

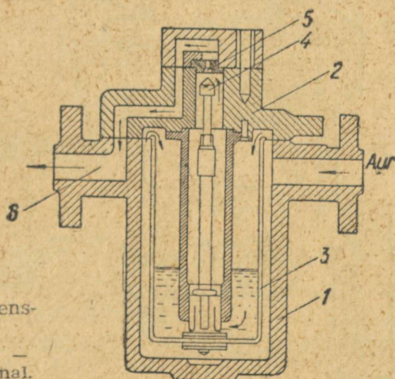
mispaak varustatakse veel ülevoolutoruga 4, mille kaudu üleliigne vesi voolab paagi liigtäitmisel välja hoone katusele või valamusse. Õhu väljajuhtimiseks paagist on õhutoru 5. Paisumispaagiga ühendatud torude läbimõõdud on soovitatav valida tabeli 8 kohaselt.

22. Kondenspotid

Kondenspotid asetatakse auruküttesüsteemides kondensaadimagistraalile ja nende ülesanne on läbi lasta kondensaati, kuid takistada auru läbivoolu. Selle tulemusena on võimalik küttekehades täielikult ära kasutada auru peituvat soojust, mis vastasel juhul läheb kaotsi. Lahtise ujukiga kondenspott (joon. 41) koosneb valatud kerest 1, kaanest 2, ujukist 3 ja koonilisest klapist 4, mis on kinnitatud ujuki külge.

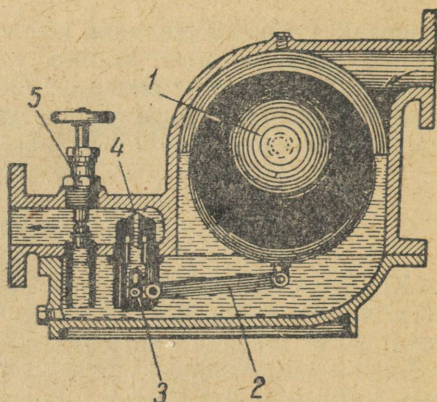
Auruga segunenud kondensaat voolab kondenspotti, mille tagajärjel ujuk kerkib üles ja suleb koonilise klappiga ava 5 poti ülaosas. Kere täitumisel hakkab kondensaat voolama ujukisse, viimane muutub raskemaks, vajub alla ja vabastab ava 5. Potti kogunenud kondensaat surutakse aururõhu toimel ava 5 ja kanali 6 kaudu kondensaaditorustikku. Seejärel ujuk kerkib üles ja suleb uuesti ava 5, millega auru läbivool kondenspotist peatatakse.

Kinnise kuulujukiga kondenspotis (joon. 42) koguneb kondensaat kondenspoti parempoolsesse ülemisse ossa. Kondenspoti kere täitumisel kondensaadiga



Joon. 41. Lahtise ujukiga kondenspott:

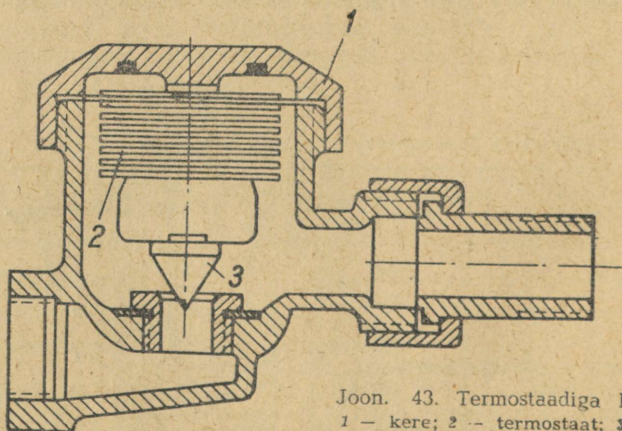
1 — kere; 2 — kaas; 3 — ujuk; 4 — kooniline klapp; 5 — ava; 6 — kanal.



Joon. 42. Kinnise kuulujukiga kondenspott:

1 — kuulujuk; 2 —
hoob; 3 — siiber; 4 —
tagasilöögiklapp; 5 —
ventiil.

hakkab kuulujuk 1 ujuma ning avab hoova 2 abil siibri 3, mille kaudu kondensaati surutakse aururõhu toimele kondenspotist torustikku. Seejuures langeb ujuk allapoole ja väljumisava suletakse, enne kui kondenspott on jõudnud veest täielikult tühjeneda. Väljumisava kohal on tagasilöögiklapp 4, mis takistab kondensaadi tagasivoolamist torustikust kondenspotti. Käsirattaga varustatud ventiili 5 abil on võimalik kondenspotist välja lasta õhku auru laskmisel torustikku, samuti aga ka kondensaati, mis tekib torustiku soojendamisel ja ei jõua kondenspotist läbi voolata. Pärast torustiku soojenemist ventiil 5 suletakse.



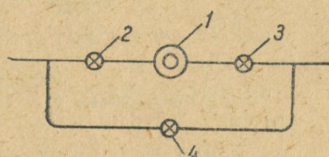
Joon. 43. Termostaadiga kondenspott:
1 — kere; 2 — termostaat; 3 — klapp.

Joonisel 43 on kujutatud termostaadiga kondenspott. See koosneb malmkerest 1, millesse on asetatud lõõtsakujuline metallplekist termostaat 2. Viimasesse on valatud madala keemistemperatuuriga ($90-95^{\circ}$) vedelikku. Termostaadiga on ühendatud klapp 3, mis avab ja suleb kondensaadi väljavooluava. Kui kondenspotti satub koos kondensaadiga ka auru, tõuseb termostaadis oleva vedeliku temperatuur ning intensiivistub ta aurustumine. Suurenenud rõhu tõttu termostaat pikeneb ning klapp 3 suleb väljavooluava. Kondensaadi jahtumisel $80-85^{\circ}$ -ni vedeliku aurud termostaadis kondenseeruvad, termostaat lüheneb, klapp 3 tõuseb üles ja avab väljavooluava.

Kondenspotid tuleb varustada mõõdaviiguga (joon. 44), mis võimaldab nende väljalülitamist puhastamiseks ning remondiks. Kondenspottide töötamisel ventiilid 2 ja 3 on avatud, ventiil 4 suletud.

Kondenspoti töötamise kontrollimiseks tuleb kondensaaditorustikule paigaldada poti taha korgiga torukolmik. Kui korgi väljakeeramisel selgub, et kondensaaditorustikku läbib aur, siis on see tõenduseks, et kondenspott töötab korratult. Rikete peamiseks põhjusteks on klappide ja nende istepindade sööbimine ning ujukiseinte ebatihedaks muutumine.

Ujukiga kondenspotid tuleb paigaldada täiesti vertikaalselt, sest viltuse asendi puhul on ujuki liikumine takistatud.



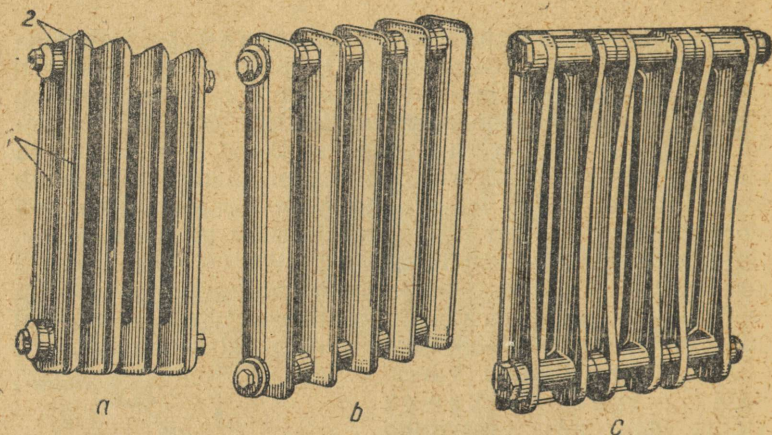
Joon. 44. Kondenspoti paigaldamine:

1 — kondenspott; 2, 3, 4 — ventiilid.

23. Küttekehad

Küttekehade ülesandeks on soojust edasiandmine soojuskandjalt (veelt või aurult) ruumi õhule.

Keskküttesüsteemis kasutatakse järgmist tüüpi küttekehi: malm- ja terasradiaatoreid, malmribitorusid, siledatest torudest spiraali- või registrikujulisi küttekehi, kalorigeere. Nii vesi- kui ka auruküttesüsteemides kasutatakse üht ja sama tüüpi küttekehi.



Joon. 45. Radiaatorid:
 a — M-140; b — «Hügieeniline»; c — BOP2-2.

Viimasel ajal leiavad radiaatorite asemel sagedat kasutamist betoonist küttepaneelid.

Radiaatorid jagatakse sektsioon- ja paneelradiaatoriteks. Kõige levinumad on malmist sektsioonradiaatorid, mida kasutatakse elamutes, ühiskondlikes hoonetes, samuti ka tööstushoonetes.

Sektsioonradiaatoris (joon. 45) koosneb iga sektsioon ühest, kahest või rohkemast sambast 1. Igal sektsioonil on üla- ja allosas kummalgi pool keermetatud auguga kõrgendus — muhv 2. Sektsiooni ühe poole muhvidesse on lõigatud parem, teise poole muhvidesse aga vasak keere. Sektsioonid ühendatakse omavahel muhvidesse keeratavate tempermalmist niplitega, millel on samuti ühes otsas parem, teises otsas vasak keere.

Nipli sisepinnal on kaks pikiribi — võtme tuge. Nipli keeramisel võtme abil tõmmatakse ühendatavad sektsioonid tihedasti kokku. Sektsioonide puutepindade vahele asetatakse tihendid, milleks on vesikütte puhul värnitsas immutatud papp, aurukütte puhul — paraniit. Torustiku ühendamiseks radiaatoriga keeratakse äärmistesse sektsioonidesse korgid, mis on varustatud keermetatud avaga. Ülejäänud kaks ava äärmistes sektsioonides suletakse umbsete korkidega.

Malmradiaatoreid valmistatakse kõrguse järgi kolmes

standardmõõdus, milleks on niplite tsentritevaheline kaugus. See nn. ehituskõrgus on 300, 500 ja 1000 mm.

Malmradiaatoreid võib kasutada rõhkudel kuni 6 atü.

Kõige levinumad on kahesambalised radiaatorid.

Kahesambalise radiaatori M-140 (joon. 45, a) ehituskõrgus on 500 mm, sügavus 140 mm ja sektsiooni ehituspikkus 96 mm. Radiaatori sambad on ovaalse kujuga ning nende vahel on pilu.

Joonisel 45, b on näidatud ühesambaline sile radiaator «Hügieeniline», mida kasutatakse nende hõlpsa tolmust puhastamise tõttu haiglates, lasteaedades, võimlates, koolides jm.

Radiaatori sektsiooni ehituskõrgus on 500 mm, sügavus 134 mm ja pikkus 80 mm.

Sektsioonradiaatoritest erineb konstruktsiooni poolest oluliselt paneelradiaator (joon. 45, c). Sellel on seinapoolne külg sile, nii et radiaatori võib paigaldada kas vahetult vastu seina või siis väikese piluga. Paneelradiaatori ehituskõrgus on 500 mm, sügavus 65 mm.

Terasradiaatorite sektsioonid ühendatakse keevitamise teel. Terasradiaatorid on tunduvalt kergemad kui malmradiaatorid, kuid nende puuduseks on suurem roostetamine.

Viimasel ajal on leidnud laialdast kasutamist stantsitud terasradiaatorid.

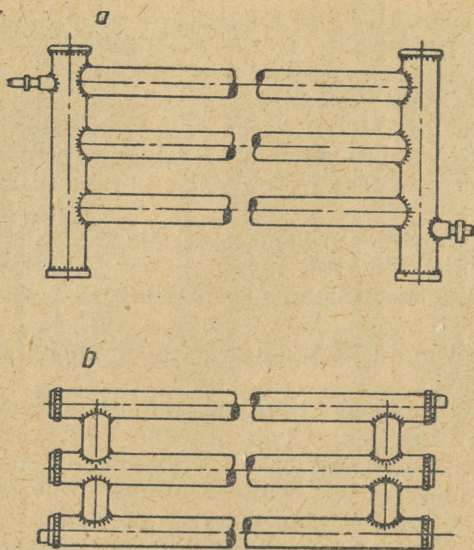
Malmribitorud valmistatakse peamiselt ümmarguste ristribidega (joon. 46). Kõik ristribid on omavahel ühendatud kahe pikiribiga.

Ribitorude pikkuseks on 1,0, 1,5 ja 2,0 m; torustikuga ühendatakse nad äärikute abil. Ribitorusid kasutatakse tööstus- ja laoruumides, nende kasutamine elamutes pole lubatav. Ribitorude puuduseks on nende raske puhastamine tolmust ning ribide haprus.

Ribitorud paigaldatakse horisontaalselt ühte või mitmesse ritta. Seejuures peavad nende pikiribid jääma vertikaalasendisse.



Joon. 46. Malmribitoru.



Joon. 47. Siledatest torudest registrikujulised küttekehad:
 a — aurule; b — veele.

Ribitorude maksimaalne töörohk on 6 atü.

Tööstushoonetes ja eriti tolmurikastes ruumides kasutatakse sageli siledatest terastorudest kokkukeevitatud spiraali- või registrikujulisi küttekehi (joon. 47). Tavaliselt kasutatakse selleks torusid välisläbimõõduga 76, 89, 102 ja 108 mm.

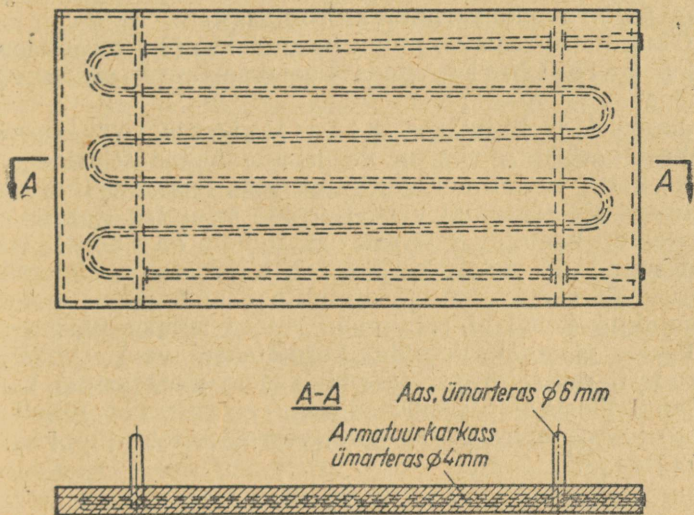
Küttekehad seatakse harilikult üles välisseintes olevate akende alla. Kui seda ei ole võimalik teha, siis paigaldatakse nad välisseina või ka sisesainte juurde, kuid välisseinast mitte kaugemale.

Küttekehad tuleb asetada seinast 25—50 mm eemale ja põrandast 100 mm kõrgemale, et võimaldada paremat õhu tsirkulatsiooni.

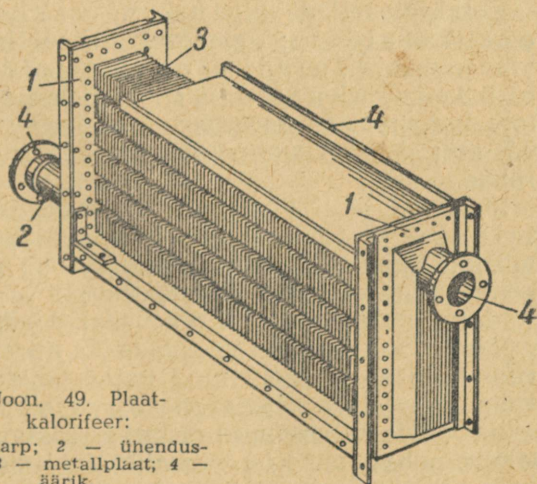
Suurpaneelidest hoonete ehitamise arenguga võeti kasutusele uue konstruktsiooniga küttekehad — betoonist küttepaneelid (joon. 48), millesse on paigutatud terasest või klaasist siugtorud, mida mööda voolab kuum vesi.

Paneelide pinnatemperatuur võetakse seintel kuni 95°, lagedel kuni 50° ja põrandatel kuni 25°.

Küttepaneelide puhul toimub ruumide soojendamine peamiselt kiirguse teel. Näiteks lae soojendamisel moo-



Joon. 48. Betoonist küttepaneel.



Joon. 49. Plaat-
kalorifeer:

1 — karp; 2 — ühendus-
tuts; 3 — metallplaat; 4 —
äärik.

dustab kiirgussoojus 70%, seinaosade soojendamisel aga kuni 58% ruumidesse antavast soojusest.

Õhuküttesüsteemide puhul kasutatakse õhu soojendamiseks kalorifeere, mida köetakse auru või kuuma veega.

Joonisel 49 kujutatud plaatkalorifeer koosneb kahest karbist 1, mis on varustatud ühendustutsidega 2. Ühte karpit voolab aur või kuum vesi, teisest väljub kondensaat või jahtunud vesi. Karpide seintesse (torulaudadesse) on keevitatud terastorud, millele on tihedalt lükitud suur hulk metallplaadikesi 3. Kalorifeer ühendatakse auru- või veetorustikuga äärikute 4 abil. Õhk, voolates plaatide vahelt läbi, soojeneb nõutava temperatuurini.

Peale plaatkalorifeeride kasutatakse veel siledatest torudest, radiaatoritest ja ribitorudest monteeritud kalorifeere. Plaatkalorifeeride eeliseks on samade üldmõõtmete juures suurem küttepind, võrreldes teist tüüpi kalorifeeridega.

VI. KESKKÜTTEKATLAD

24. Keskküttekatelde liigitus ja iseloomustus

Keskküttekatlad liigitatakse veekateldeks ja aurukateldeks; olenevalt aururõhust liigitatakse viimased madalrõhu-aurukateldeks ja kõrgrõhu-aurukateldeks. Madalrõhu-aurukateltes ei tohi maksimaalne aururõhk (manomeetri rõhk) ületada 0,7 atü; kõrgrõhu-aurukateltes kasutatakse suuremaid rõhke.

Materjali järgi liigitatakse keskküttekatlad malmkateldeks ja teraskateldeks. Malm-aurukatlaid on lubatud kasutada tööõhul mitte üle 0,7 atü ja malm-veekatlaid vee temperatuuril mitte üle 115°.

Malmkatelde eelisteks on madal hind, väikesed üldmõõtmed, katla seinte vastupidavus nii sisemisele kui ka välimisele sööbimisele ning katla üksikute sektsioonide vahetamise lihtsus, puudusteks aga metalli haprus ning sektsioonide puhastamise raskus katlakivist, mistõttu katla täielik puhastamine on võimalik ainult keemilisel teel.

Teraskatlaid on võimalik kasutada ka kõrgrõhu-auru-

küttel. Neid saab valmistada keevitamise teel. Katlakivi kõrvaldamine teraskatelde küttepindadelt on hõlpsam kui malmkatelde juures.

Teraskatlad on elastsemad ja vähem tundlikud temperatuuri järskudele kõikumistele. Teraskatelde küttepinnad on võimalik kujundada pikemana, mistõttu väljuvate suitsugaaside temperatuur on madalam ja selliste katelde kasutegur kõrgem kui malmkatelidel.

Kesküktekatla soojuslikku võimsust iseloomustab tema soojusjõudlus, mis näitab ühe tunni jooksul katlast saadavat soojushulka kilokalorites (kcal/h). Katla soojusjõudlus sõltub tema küttepinna suuruselt ja küttepinna soojuslikust erikoormusest. Katla küttepinnaks nimetatakse seda osa katlapinnast, mida ühelt poolt uhuvad kuumad gaasid ning teiselt poolt vesi ja aur. Küttepinna soojuslik erikoormus näitab soojushulka kilokalorites, mida katel annab tunnis oma küttepinna ühe ruutmeetri kohta (kcal/m²h). Selle suurus oleneb katla tüübist, kasutatavast kütusest ja katla küttepindade puhutusest.

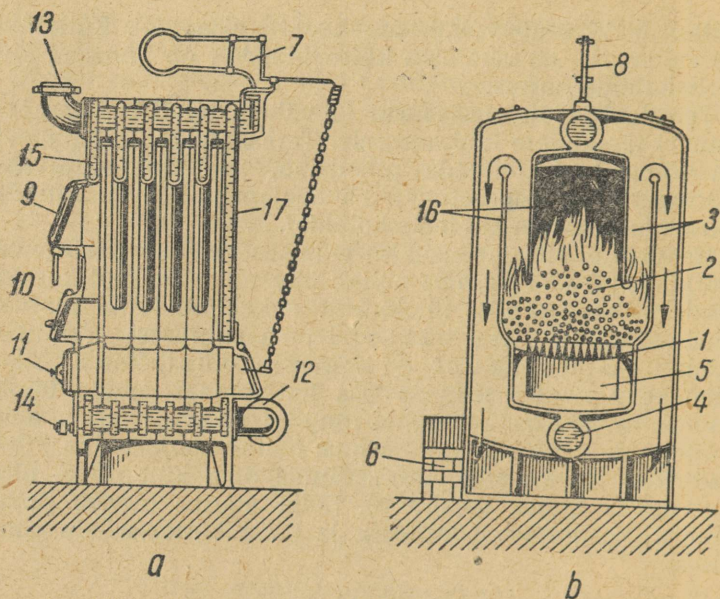
25. Malmkatlad

Streli ja Strebeli katlad. Streli (joon. 50) ja Strebeli (joon. 51) katlad koosnevad malmist valatud esi- ja tagasektsioonist (-lülist) ning reast keskmistest sektsioonidest. Strebeli katla sektsioonid on ovaalse kujuga, Streli katla omad aga peaaegu ristkülikukujulised.

Üksikud sektsioonid ühendatakse omavahel kooniliste terasniplitega, mis asetatakse sektsioonide ülemistesse ja alumistesse aukudesse, ning tõmmatakse kokku poltidega. Niplid asetatakse pesadesse grafiitpastaga ning tihendatakse valtsimise teel.

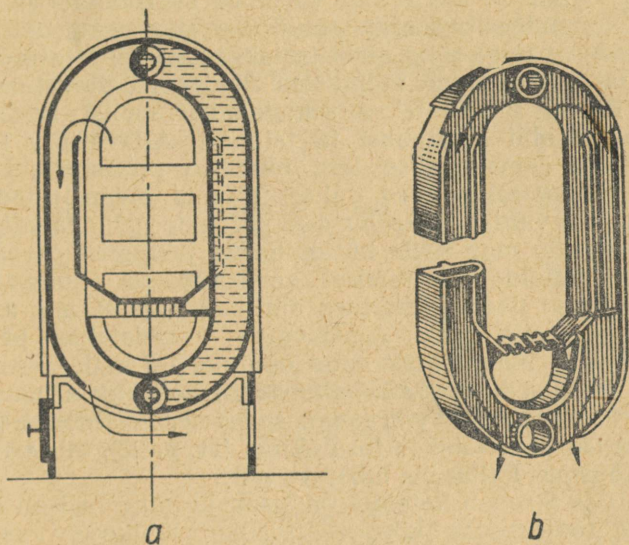
Sektsioonide siseõõned moodustavad katla veeruumi. Vesi siseneb sektsiooni alumisest avast, hargneb edasi kaheks vooluks ja ülespoole tõustes soojeneb. Ülemise ava juures, kust vesi juhitakse katlast välja, mõlemad veevoolud ühinevad.

Iga sektsiooni välispinnal on mõlemal küljel sisemised ja välimised ribad. Kokkupandud katlal moodustavad tihedasti kokkupuutuvad ribad sektsioonide vahel kanalid koldest tulevatele suitsugaasidele. Juhul kui sektsioonid on monteeritud ebatihedalt, voolavad suitsugaasid



Joon. 50. Strel'i veekatel:

a - pikilõige; b - ristlõige; c - välisvaade. 1 - rest; 2 - kolle; 3 - gaasikäik; 4 - veeruim; 5 - tuharuum; 6 - suitsulõõr; 7 - põlemisregulaator; 8 - termomeeter; 9 - koldeuks; 10 - roobitsemise uks; 11 - õhuuks; 12 - vee sissevool; 13 - vee väljavool; 14 - tühenduskraan; 15 - esisektsioon; 16 - ribid, mis moodustavad gaasikäigu; 17 - tagasektsioon.



Joon. 51. Strebli veekatel:
a — ristlõige; *b* — keskmine seksioon.

koldest läbi nende ebatiheduste kõige otsemat teed suitsulõõridesse. Selle tagajärjeks on suitsugaaside soojuse mitteküllaldane kasutamine ja suur kütuse ülekulu. Ühtlasi põlevad seejuures ära ribide servad, millega ebatihedus seksioonide vahel veelgi suureneb. Seepärast tuleb seksioonide õigele monteerimisele pöörata suurt tähelepanu.

Malmkatlaid ehitatakse ülemise ja alumise põlemisega. Ülemise põlemisega kateldes (joon. 51) tõusevad suitsugaasid kolde ülaossa, pöörduvad seejärel mõlemale poole alla ja, läbinud ribidevahelised kanalid, voolavad suitsulõõrisid mööda korstnasse. Alumise põlemisega kateldes (joon. 50) juhitakse suitsugaasid algul alla suitsukäiku. Tingituna suitsugaaside pikemast teest on soojuse kasutamine alumise põlemisega kateldes parem. Puuduseks on aga seksioonide ebauhtlane kuumenemine, mis võib põhjustada nendes pragude tekkimist. Seetõttu kasutatakse peamiselt ülemise põlemisega malmkatlaid.

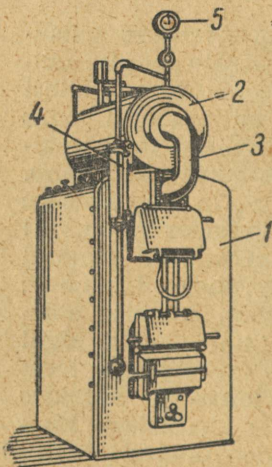
Katla esiseksioonis on ukсед kütuse ja õhu sisseandmiseks, resti teenindamiseks ning tuha eemaldamiseks.

Rest valatakse kas eraldi või koos sektsioonidega.

Kokkumonteeritud sektsioonid kaetakse külgedelt ja ülalt asbestpapiga ning ümbritsetakse seejärel lehtterasest kestaga. Sektsioonide välimistes ribides on üleval avad, mille kaudu puhastatakse sektsioonidevahelisi kanaleid terasharja abil lendtuhest ja tahmast. Allavarisev tuhk ning tahm eemaldatakse läbi alumiste puhastusluukide. Katla töötamisel peavad puhastusluugid olema tihedasti suletud, et vältida väärohu sissepääsu ja selle tagajärjel suitsugaaside ning katla küttepindade jahtumist. Streli ja Strebeli katelde kasutamisel aurukateldena (joon. 52) varustatakse need silindrilise aurukogujaga 2, mis monteeritakse katla peale. Aurukoguja ühendatakse põlvikute 3 abil malmsektsioonide õõntega — katla veeruuga. Peale selle on katlal olemas veel vajalik armatuur, nagu veeklaas, proovikraanid, manomeeter. Madalrõhuaurukatlad varustatakse torulukuga (vt. p. 28), mis väldib rõhu tõusmist katlas üle lubatava piiri.

Streli ja Strebeli katelidel on sisekolle ning nad on ette nähtud töötamiseks kõrgeväertuslike, lühikese leegiga

kütustega (kivisüsi, antratsiit jm.). Pikaleegiliste kütuste (põlevkivi jm.) põletamine on raskestatud väikese põlemisruumi tõttu, mis ei võimalda gaaside korralikku läbipõlemist. Gaasid, sattudes läbipõlematult gaasikäikudesse, põhjustavad küttepindade tahmumist ja tõmbe ning soojusülekande halvenemist. Põlevkivi põletamist raskestab veel selle suur tuhasisaldus.



Joon. 52. Streli aurukatel:
1 — katel; 2 — aurukoguja;
3 — põlvik; 4 — veeseisunäitaja; 5 — manomeeter.

Streli ja Strebeli veekatlaid võib kasutada veesamba rõhul kuni 4 atü, s. o. kuni 10-korruselistes hoonetes. Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on keskmiselt 6000—7000 kcal/m²h.

Streli ja Strebeli katelde ehituslikke andmeid on toodud tabelis 9 ja 10.

Tabel 9

Streli katla (suur mudel) ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmised mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
7	15,5	815			1930
8	13,3	980			2110
9	17,7	1065	930	1700	2390
10	19,9	1220			2534
11	22,1	1315			2850
12	24,3	1470			2958

Tabel 10

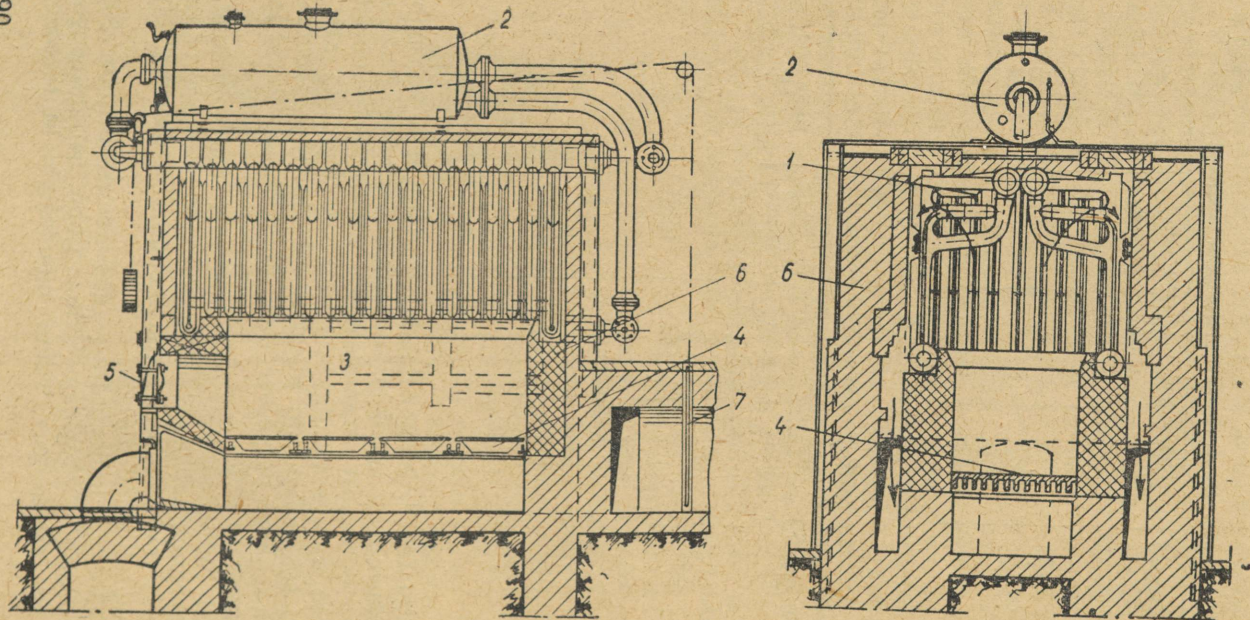
Strebeli katla ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmised mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
Suur mudel					
9	12,5	1065			1753
10	14	1190	900	1620	1933
11	15,5	1315			2097
12	17	1440			2277
Väike mudel					
6	5	690			900
8	7	815	600	1300	1065
10	9	1065			1410
12	11	1420			1515

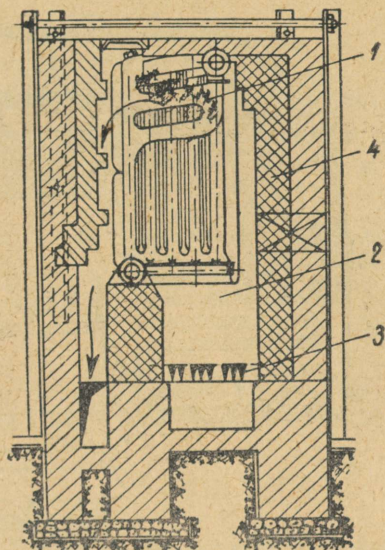
Malmkatel HP-Ч. Malmkatel HP-Ч (joon. 53) koosneb kahest Г-kujulisest poolest, mis monteeritakse kokku üksikutest õõnsatest malmseksioonidest. Sektsioonid ühendatakse omavahel üleval ja all koonusniplite abil. Keskmised sektsioonid on piiratud esi- ja tagaseksiooniga. Katla mõlema poole veeõõned ühendatakse üleval ja all torukolmikute abil.

Toitevesi juhitakse katlasse alumisest torukolmikust, milles ta hargneb kaheks vooluks. Soe vesi juhitakse välja läbi ülemise torukolmiku. Katla metallkonstruktsioon on ümbritsetud tellismüüritisega.

Katlad HP-Ч on kahepoolse — sümmeetrilise (joon. 53) — ja ühepoolse — ebasümmeetrilise (joon. 54) ehitusega. Sektsioonide all asetsev ruum moodustab küttekolde.



Joon. 53. Kahepoolse ehitusviisiga malm-aurukatel HP-4:
 1 — katla sektsioon; 2 — aurukoguja; 3 — kolle; 4 — rest; 5 — koldeuks; 6 — katla müüritis; 7 — silber.



Joon. 54. Ühepoolse ehitusviisiga
malmkatel HP-4:

1 — katla sektsioon; 2 — kolle;
3 — rest; 4 — katla müüritis.

Kütuse põlemine võib toimuda kas loomulikul tõmbel või õhu puhumisega resti alla.

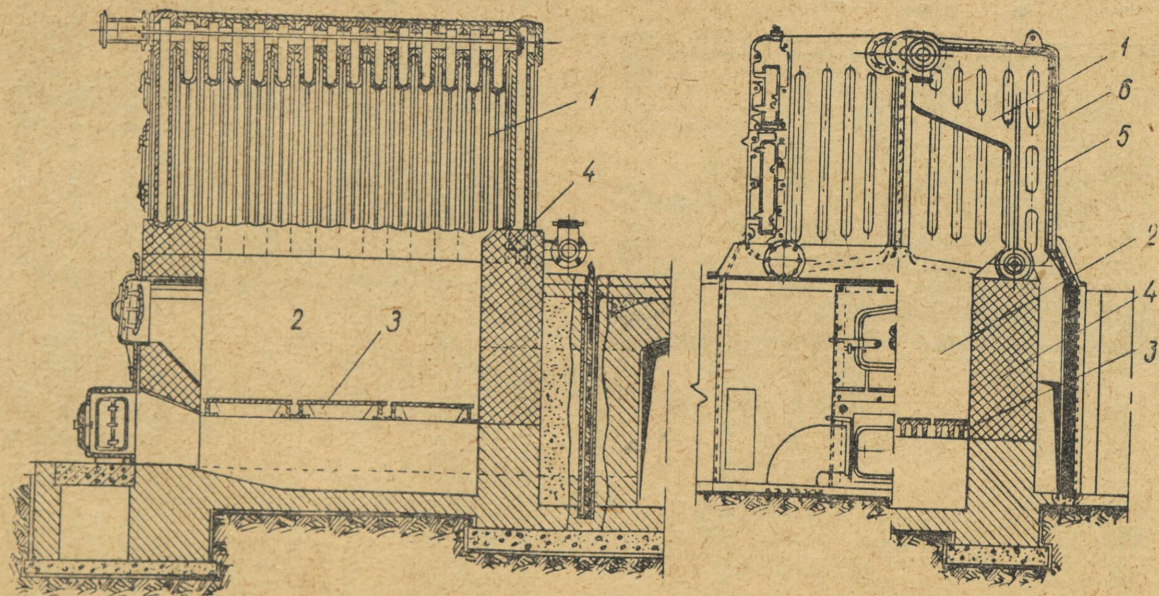
Suitsugaasid tõusevad kolde ülaossa, kust nad gaasikäiku mööda laskuvad alla. Gaasikäiguks on sektsioonide malmribide ja katla müüritise vaheline ruum.

Müüritises on ülal ja esiküljel luugid küttepindade puhastamiseks lendtuhest ning tahmast.

Malmkatlaid HP-4 kasutatakse nii vee- kui ka aurukateldena. Veekatlaid võib kasutada vee temperatuuril kuni 115° ja veesamba rõhul kuni 5 atü, s. o. 8–10-korruselistes hoonetes. Aurukatelde puhul ühendatakse katla veeruum ülalasetseva aurukogujaga nagu Strel'i ja Strebeli katelde puhulgi.

Katelde HP-4 küttepinna soojuslik erikoormus on kunstliku tõmbe puhul kuni $12\,000\text{ kcal/m}^2\text{h}$. Katelde ehituslikke andmeid on toodud tabelis 11.

Malmkatel «Plaamja». Malmkatel «Plaamja» (joon. 55) kujutab katla HP-4 täiustatud konstruktsiooni. Võrreldes katlaga HP-4 on katlal «Plaamja» lülide samade üldmõõtmete juures suurem küttepind ning parem vee tsirkulatsioon sektsioonides. Katla müüritis sektsioonide ulatuses



Joon. 55. Malmkatel «Plaamja»:
 1 — katla sektsioon; 2 — kolle; 3 — rest; 4 — kolde müüritis; 5 — isolatsioon (asbestpapp); 6 — lehtterasest kate.

Malmkatelde HP-Ч ehituslikke andmeid

Nimetus	Ühepoolsed katlad			Kahepoolsed katlad		
Küttepind m ²	9,2	13,7	18,2	25	34	43
Ehituslikud mõõtmed mm:						
pikkus . . .	1400	1950	2500	1850	2410	2940
laius . . .	1795	1795	1795	2385	2385	2385
kõrgus . . .	2450	2450	2450	2630 ¹	2630 ¹	2630 ¹
Keskliste sektsioonide arv	6	10	14	18	26	34
Äärmiste sektsioonide arv	2	2	2	4	4	4
Katla veemaht	170	230	300	400	520	640
Katla kaal kg	972	1299	1625	2487	3126	3781

¹ Aurukatla kõrgus 3400 mm.

on asendatud kerge asbestlehtedest ja terasplekist kattega ning katla allosas monteeritavate armeeritud kilpidega. Gaasikäikude puhastamiseks on katlal esiseinas luugid.

Malmkatlaid «Plaamja» kasutatakse nii vee- kui ka aurukateldena. Veekatlaid võib kasutada vee temperatuuril kuni 115° ja veesamba rõhul kuni 5 atü. Aurukatlad varustatakse aurukogujaga.

«Plaamja»-tüüpi katlaid ehitatakse sektsioonide arvuga 24, 32 ja 40, küttepinnaga vastavalt 37, 49 ja 61 m². Katelde «Plaamja» ehituslikke andmeid on toodud tabelis 12.

Tabel 12

Malmkatelde «Plaamja» ehituslikke andmeid

Sektsoonide arv	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
24	37	1815	2060	2600	2590
32	49	2340	2060	2600	3320
40	61	2870	2060	2600	4050

Malmkatel «Universaal». Malmkatel «Universaal» koosneb kahest poolest, mis monteeritakse kokku õõnsatest malmsektsoonidest. Viimased ühendatakse omavahel nip-

lite abil ja tõmmatakse kokku poltidega. Katla sektsioonid toetuvad kolde müüritisele.

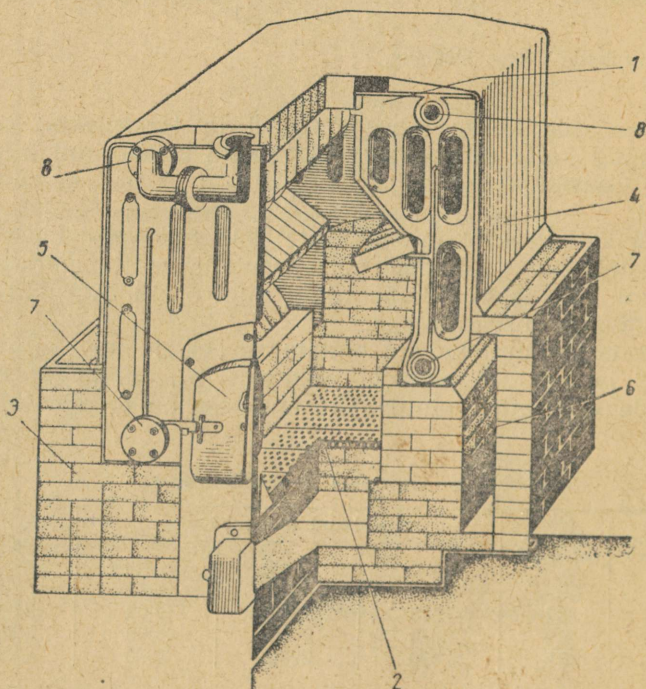
Sektsioonid on väljastpoolt isoleeritud asbestpapiga ja kaetud lehtterasest kattega. Ülal ja esiseinas on katlal puhastusluugid.

Kolle on varustatud liikumatute või kallutatavate restidega. Õhk puhutakse resti alla ventilaatoriga.

Suitsugaasid tõusevad koldest üles ja, muutes oma suunda, voolavad sektsioonidevahelisi kanaleid mööda suitsukäikudesse ning sealt korstnasse.

Joonisel 56 on kujutatud malmkatel «Universaal-3».

Kateldel «Universaal-4» ja «Universaal-5» on sektsioonide kuju mõningal määral muudetud ja viimistletud.



Joon. 56, Malmkatel «Universaal-3»:

1 — katla sektsioon; 2 — rest, 3 — katla müüritis; 4 — isolatsioon; 5 — koldeuks; 6 — suitsukanal; 7 — külma vee sissevool (katla tagant); 8 — sooja vee väljavool.

Katla külgeinad on varustatud müüritisega, otsseinad kaetud isolatsioonimassiga.

Katlal «Universaal-6» (joon. 57) on sektsioonid asetatud kaldu. Katla alumine osa on müüritud, ülemine osa kaetud savi ja asbesti segust koosneva isolatsioonimassiga.

Katelde «Universaal» küttepinna soojuslik erikoormus ulatub 10 000—12 000 kcal/m²h.

Malmkatelde «Universaal» ehituslikke andmeid on toodud tabelis 13 ja 14.

Tabel 13

Malmkatla «Universaal-3» ehituslikke andmeid

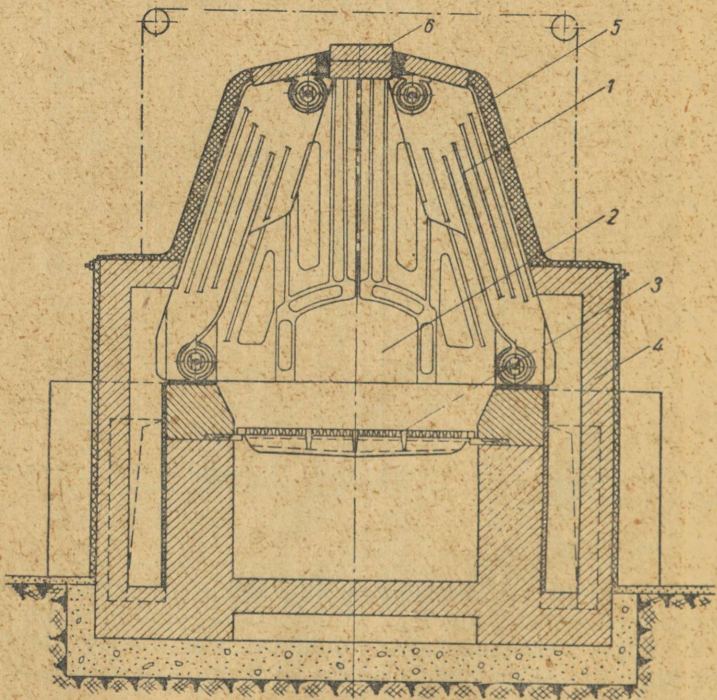
Sektsioonide arv	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
14	18,2	915			1630
		1110			1845
18	23,8	1165			2000
		1360			2225
22	29,4	1415			2370
		1610	1500	1800	2605
26	35	1665	1625	2450	2735
		1860			2990
30	40,6	1915			3110
		2110			3370
34	46,2	2165			3480
		2360			3755

Märkus. Nimetajas olevad arvud kehtivad antratsiidi küttega katelde kohta.

Malmkatlaid «Universaal» võib kasutada veekatelena vee temperatuuril kuni 115° ja veesamba rõhul kuni 5 atü, s. o. kuni 10-korruselistes hoonetes. Varustades katlad aurukogujaga võib neid kasutada ka madalrõhu-aurukatelena.

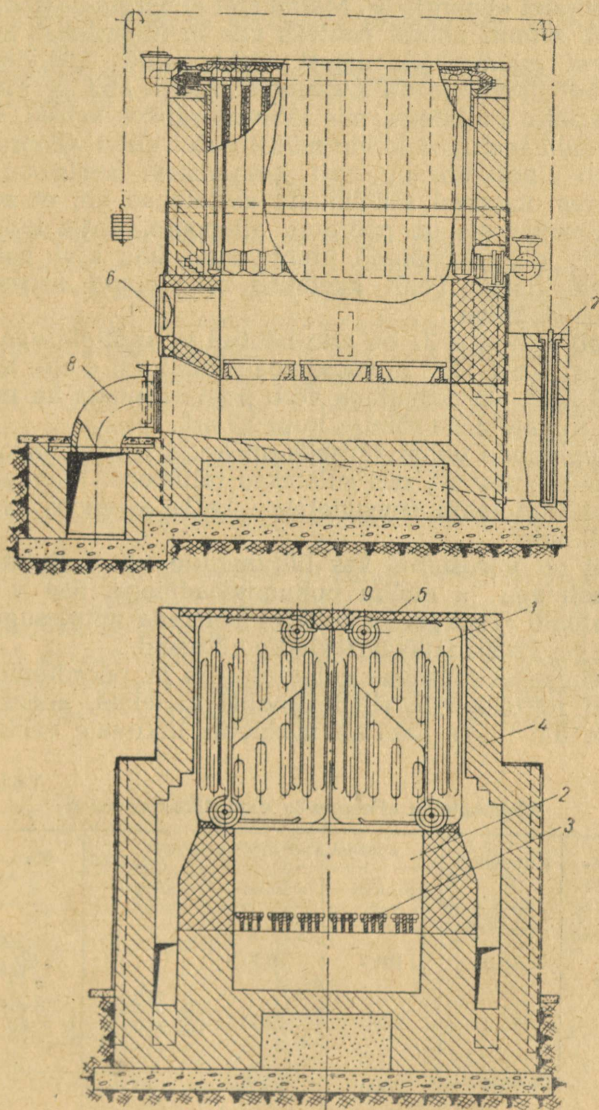
Malmkatelde «Universaal-4, -5, -6» ehituslikke andmeid

«Universaal-4»		«Universaal-5»		«Universaal-6»	
Sektsiooni- nide arv	Küttepind m ²	Sektsiooni- nide arv	Küttepind m ²	Sektsiooni- nide arv	Küttepind m ²
14	21,4	10	15,2	18	19,8
18	28,2	14	19,7	22	24,2
22	35	18	24,2	24	28,5
26	41,8	22	28,6	30	33
30	48,6	26	33,4	34	37,4
34	55,4	30	37,6	38	41,8
		34	42,1	42	45,2



Joon. 57. Malmkatel «Universaal-6»:

1 — katla sektsioon; 2 — folle; 3 — rest; 4 — katla müüritis; 5 — isolatsioon; 6 — puhastusava.



Joon. 58. Malmkatel «Energia-3»:

1 — katla sektsioon; 2 — kolle; 3 — rest; 4 — katla müüritis; 5 — isolatsioon; 6 — koldeuks; 7 — silber; 8 — altõhutoru; 9 — puhastusava.

Malmkatel «Energia-3». Malmkatel «Energia-3» (joon. 58) koosneb samuti kahest poolest, mis monteeritakse kokku õõnsatest malmseksioonidest. Sektsioonid ühendatakse omavahel üleval ja all kooniliste niplite abil ja tõmmatakse kokku poltidega, mis läbivad niplite avasid. Katla sektsioonid toetuvad kolde müüritisele. Katel «Energia-3» koosneb ainult ühesugustest keskmistest sektsioonidest, kusjuures otsmised sektsioonid asetatakse nii, et sektsiooni ülemine ots on pööratud allapoole. Katla külgedel ja otstel on sektsioonid ümbritsetud ühe kivi paksuse tellismüüritisega. Pealt kaetakse sektsioonid asbestmassist isolatsiooniga.

Katlad «Energia-3» on ette nähtud vesiküttele vee temperatuuril kuni 115° ja veesamba rõhul kuni 6 atü. Varustades katlad aurukogujaga võib neid kasutada ka madalrõhu-aurukateldena rõhuga kuni 0,7 atü.

Küttepindade puhastamiseks on katla peal välisvooderdises puhastusavad, mis suletakse tellistega. Mahavarisenud tuhk ja tahm eemaldatakse katla esiseinas olevate avade kaudu.

Katel on varustatud kas liikumatute või kallutatavate plaatrestidega ja altõhu puhumiseseadmega. See võimaldab katelde «Energia-3» kolletes põletada mitmesuguseid, sealhulgas ka madalaväärtuslikke kütuseid.

Suitsugaasid tõusevad kolde ülaossa ja, pöördunud alla, läbivad sektsioonide ribidevahelisi kanaleid, andes oma soojust üle lülide sees alt ülespoole liikuvale veele.

Tabel 15

Malmkatelde «Energia-3» ehituslikke andmeld

Sektsioonide arv	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
18	36,8	1815	2900		3250
26	55,2	2340	2900	2630	4400
				3000	4540
34	73,6	2880	2900		5560

Märkus. Nimetajas olevad arvud kehtivad antratsiidikuttega katelde kohta.

Katelde küttepinna soojuslik erikoormus ulatub kuni 10 000 kcal/m²h.

Malmkatelde «Energia-3» ehituslikke andmeid on toodud tabelis 15.

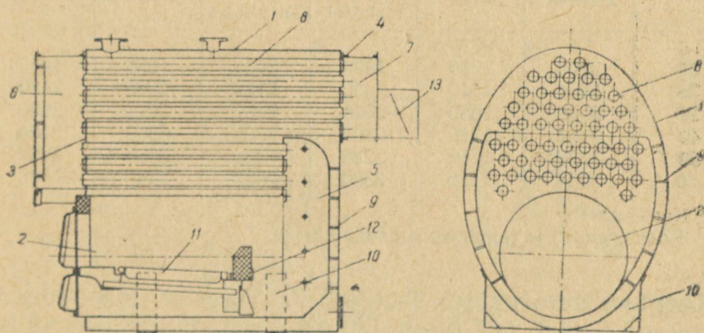
26. Teraskatlad

Leegi-suitsutorukatel «Armatuur». Eesti NSV-s on kesk-küttekatlana levinud terasest kolmekäiguline leegi-suitsutorukatel «Armatuur» (joon. 59). Viimane koosneb ovaalses väliskerre 1 asetatud leegitorust 2, mis on otstes keevitatud katla esipõhja 3 ja tulekarbi 5 külge. Tulekarbi seinad on sidestatud katla tagapõhjaga 4 ja kerega sidepoltide 9 abil. Suitsutorud 8 on valtsitud torulaudadesse, milleks on katla esi- ja tagapõhi ning tulekarbi esisein. Katla väliskeres on puhastusluugid muda eemaldamiseks katlast.

Uema konstruktsiooniga katelidel on väliskere silindriline.

Katel on toetatud tugede 10 kaudu vundamendile. Katla kere on väljastpoolt isoleeritud; müüritis puudub.

Suitsugaasid, läbinud leegitoru, voolavad alumisi suitsutorusid mööda tagant ettepoole eesmisses suitsukambris 6 ja sealt ülemisi suitsutorusid mööda eest tagumisse suitsukambris 7 ning edasi suitsukäiku. Suitsukamber on



Joon. 59. Leegi-suitsutorukatel «Armatuur»:

1 — katla kere; 2 — leegitoru; 3 — esipõhi; 4 — tagapõhi; 5 — tulekarp; 6 — eesmine suitsukamber; 7 — tagumine su tsukamber; 8 — suitsutoru; 9 — sidepolt; 10 — katlatugi; 11 — rest; 12 — tulemüür; 13 — klapp.

varustatud luukidega torude puhastamiseks, järelevaatamiseks ja remondiks. Tagumises suitsukäigus on pööratav klapp 13 tõmbe reguleerimiseks.

Tahkekütust põletatakse leegitorru asetatud restil 11. Madalaväärtuslike kütuste põletamiseks varustatakse katel eeskoldega.

Kolmekäiguliste leegi-suitsutorukatelde «Armatuur» küttepind on 18—50 m² ja neid kasutatakse nii auru- kui ka veekatelena. Aurukatlad on samasuguse ehitusega kui veekatladki ja erinevad viimastest ainult armatuuri (veeklaas, manomeeter jm.) poolest.

«Armatuur»-tüüpi katelde eelisteks on: gaaside soojuse täielikum ärakasutamine suitsugaaside pika tee tõttu, suur soojuse akumulatsioonivõime (tingitud suurest veemahust), väike tundlikkus toitevee puhtuse suhtes, müüritise puudumine. Tingituna pikast suitsukäigust on väljuvate suitsugaaside temperatuur suhteliselt madal ja katla kasutegur seetõttu kõrge.

Kirjeldatud katelde küttepinna soojuslik erikoormus on kuni 12 000 kcal/m²h. Katelde ehituslikke andmeid on toodud tabelis 16.

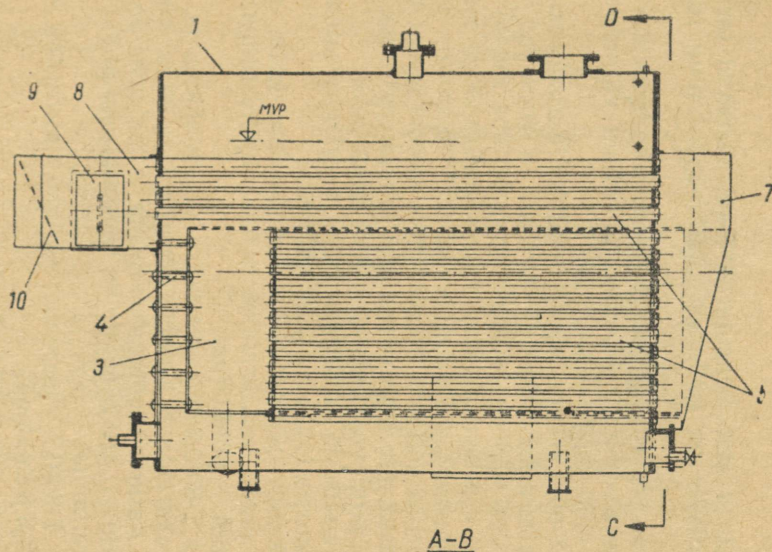
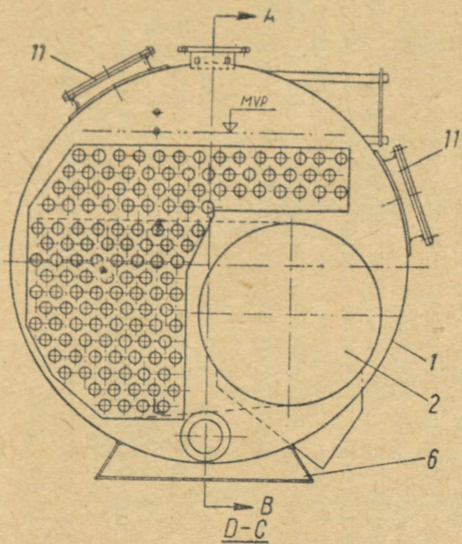
Tabel 16

Leegi-suitsutorukatelde «Armatuur» ehituslikke andmeid

Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm				Katla kaal kg	
	pikkus	laius	kõrgus		veekatel	aurukatel
			veekatel	aurukatel		
18	2704	1200	1830	2005	1850	1930
25	2864	1310	2030	2180	2360	2450
30	3010	1350	2080	2230	2700	2800
35	3164	1416	2205	2305	3000	3100
40	3336	1416	2280	2380	3300	3400
50	3564	1416	2380	2500	3900	4000

¹ Koos eesmise ja tagumise suitsukambriga.

Leegi-suitsutorukatel T-80/0,7-V. Terasest leegi-suitsutorukatel T-80/0,7-V (joon. 60) koosneb silindrilisse väliskerre 1 asetatud leegitorrust 2, mis on ühes otsas keevitatud katla esipõhja ning teises otsas tulekarbi 3 seinakülge. Leegitoru on paigutatud katla ühele küljele. Tulekarbi seinad on sidestatud katla tagapõhjaga ja kerega



Joon. 60. Leegi-suitsutorukatel T-80/0,7-V:

1 -- katla kere; 2 -- leegitoru; 3 -- tulekarp; 4 -- sidepolt; 5 -- suitsutorud; 6 -- katlatugi; 7 -- eesmine suitsukamber; 8 -- tagumine suitsukamber; 9 -- puhastusluuk; 10 -- suitsuklapp; 11 -- pääsuava.

sidepoltide 4 abil. Suitsutorud 5 on valtsitud torulaudadesse, milleks on katla esi- ja tagapõhi ning tulekarbi esisein.

Katel on toetatud tugede 6 kaudu vundamendile. Katla kere on analoogiliselt «Armatuur»-katlale väljastpoolt isoleeritud; müüritis puudub.

Katel T-80/0,7-V on kolmekäiguline. Suitsugaasid, läbinud leegitoru, pöörduvad vasakule ja voolavad alumisi suitsutorusid mööda tagant ettepoole eesmisesse suitsukambrisse 7 ja sealt ülemisi suitsutorusid mööda eest tahapoole tagumisse suitsukambrisse 8. Viimane on varustatud puhastusluugiga 9 ja pööratava suitsuklapiga 10. Eesmine suitsukamber on varustatud luukidega torude puhastamiseks, järele vaatamiseks ja korrastamiseks.

Katla sisemiseks puhastamiseks ja järele vaatuseks on kaks pääsuava 11 läbimõõduga 420 mm.

Tahkekütuse põletamiseks varustatakse kolle restiga; õlikütte puhul seadistatakse katel õlipihustitega, gaasikütte puhul — põletitega.

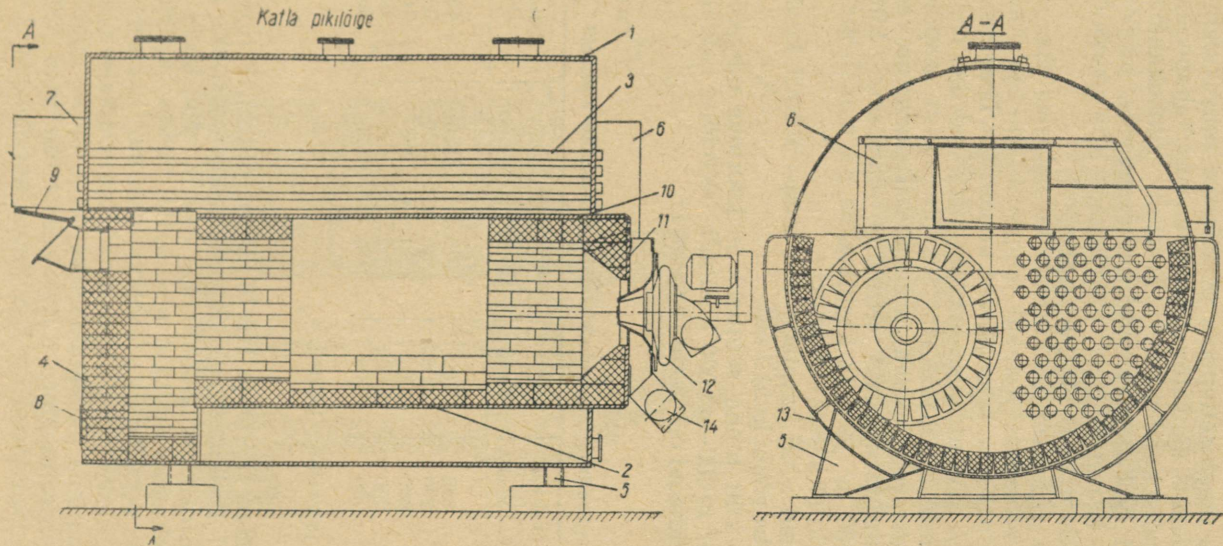
Katlaid T-80/0,7-V kasutatakse veekateldena ja madalrõhu-aurukateldena. Katelde küttepind on 80 m² ning kaal 5250 kg. Katla küttepinna soojuslik erikoormus on vedelja gaasiküttega 12000 kcal/m²h, tahkekütuste puhul 9000—10000 kcal/m²h.

Katlad T-80/0,7-V sarnanevad oma omadustelt «Armatuur»-tüüpi kateldegaga.

Leegi-suitsutorukatel «Kiviõli». Leegi-suitsutorukatel «Kiviõli» (joon. 61) koosneb silindrilisest väliskerest 1, mille ühele küljele on paigaldatud leegitoru 2. Viimane on keevitatud katla esipõhja ja tagumise torulaua külge. Suitsutorud 3 on valtsitud katla esi- ja tagapõhjasse ning tagumisse torulauda. Katlal tulekarp puudub. Katla tagasein 4 on kujundatud ühe kivi paksuse müüritisena, millesse on jäetud 230×200 mm suurune plahvatusklapi- ja puhastusava. Viimane on töötava katla juures kinni müüritud.

Katel on toetatud tugede 5 kaudu vundamendile. Katla kere on väljastpoolt isoleeritud, välja arvatud tagaseina müüritis ja tagumise suitsukäigu kohal. Isoleerimata väliskere on varustatud ümarterasest varbadest kaitsevõrega.

Katel on kolmekäiguline. Suitsugaasid, läbinud leegitoru, pöörduvad vasakule ja voolavad alumisi suitsutoru-



Joon. 61. Leegi-suitsutorukatel «Kiviõli»:

1 – katla kere; 2 – leegitoru; 3 – suitsutorud; 4 – tagasein; 5 – katlatugi; 6 – eesmine suitsukamber; 7 – tagumine suitsukamber; 8 – puhastusava; 9 – plahvatusklapp; 10 – kolde vooderdus; 11 – esikilp; 12 – pihusti; 13 – kaitsvõre; 14 – sekundaarõhu klapp.

sid mööda tagant ettepoole eesmissesse suitsukambrisse 6 ja sealt ülemisi suitsutorusid mööda eest tahapoole tagumisesse suitsukambrisse 7. Eesmine suitsukamber on varustatud luukidega torude puhastamiseks, järelevaatamiseks ja korrastamiseks. Tagumises suitsukambris on pööratav klapp tõmbe reguleerimiseks.

Täieliku põlemise saavutamiseks paigaldatakse vedelkütusega töötavate katelde leegitoru esi- ja tagaossa poole kivi paksune šamottkivist vooderdus. Leegitoru põhi kaetakse $\frac{1}{4}$ kivi paksuse šamottkivist voodriga, mis kindlustab leegitoru põhjale sattunud õliosakeste ärapõlemise.

Katla keres on luukidega suletavad puhastusavad.

Leegi-suitsutorukatlaid «Kiviõli» ehitatakse küttepinna 18—80 m² ja neid kasutatakse nii madalrõhu-aurukateldena kui ka veekateldena.

Veekatlaid võib kasutada vee temperatuuril kuni 115° ja veesamba rõhul kuni 3 atü.

Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on vedel- ja gaasikütteil 10 000—11 000 kcal/m²h. «Kiviõli» katelde ehituslikke andmeid on toodud tabelis 17.

Tabel 17

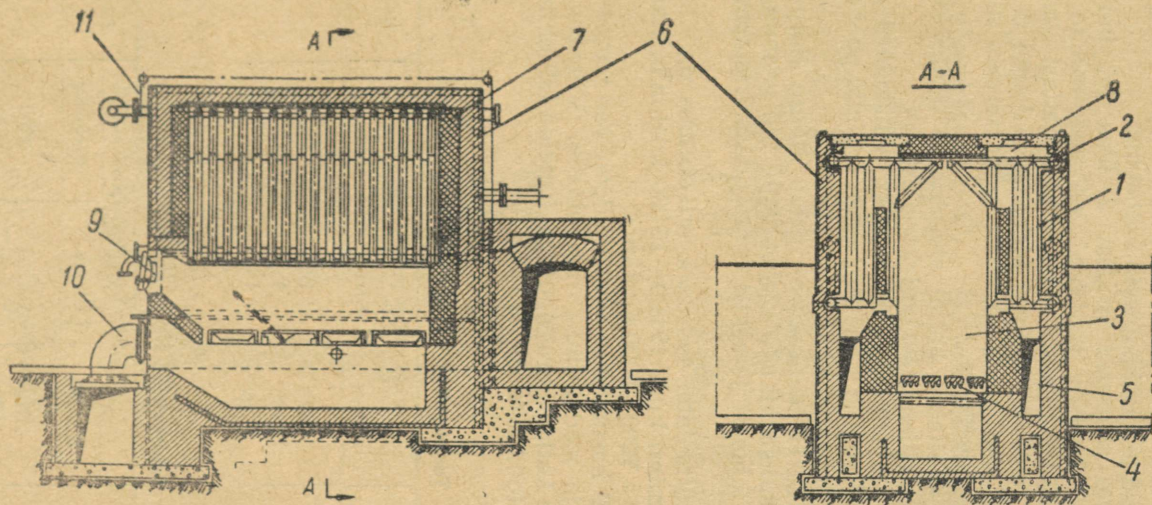
Leegi-suitsutorukatelde «Kiviõli» ehituslikke andmeid

Küttepind m ²	Soojus- tootlikkus ¹ tuh. kcal/h	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
18	180	2500	1500	1650	1500
25	270	3000	1550	1800	2000
35	400	3000	1700	1950	2100
50	550	3700	1750	2000	2900
80	720	3900	2200	2500	3000

¹ Vedel- ja gaasilisel kütusel.

Teraskatlad HP-17 ja HP-18. Teraskatlad HP (joon. 62) koosnevad üksikutest sektsioonidest, mis on kokku keevitatud terastorudest läbimõõduga 82,5/89 mm; katla HP-17 torude pikkuseks on 1450 mm, katlal HP-18 — 1300 mm.

Katla iga sektsioon koosneb kolmest vertikaalsest torust 1, mis on üleval ja all keevitatud horisontaalsetele torudele. Küttepinna suurendamiseks on sisemise püsttoru ja ülemise horisontaaloru külge keevitatud veel kaldtoru. Horisontaalsed torud on keevitatud kollektorite 2 külge.



Joon. 62. Teraskatel HP-18:

1 - vertikaaltoru; 2 - kollektor; 3 - kalle; 4 - rest; 5 - suitsulõõr; 6 - katla müüritis; 7 - šamottvooder; 8 - punastusruuk; 9 - koideuks; 10 - õhutoru; 11 - siibri kävitusseade.

Kollektorid, asetsedes piki katelt üleval ja all, ühendavad parempoolseid ja vasakpoolseid sektsioone.

Suitsugaasid tõusevad koldest 3 üles ja, hargnedes kolde lae all kaheks, voolavad sektsioonitorude vahelt alla, soojendades nendes olevat vett. Katlast lahkuvad suitsugaasid mõlemal poolel oleva suitsukäigu 5 kaudu. Katel on varustatud tahkekütuste põletamiseks restiga 4 ja õhupuhumiseadmega.

Toitevesi juhitakse katla alumistesse kollektoritesse, soe vesi lahkub ülemistest kollektoritest.

Katel on väljastpoolt ümbritsetud tellismüüritisega 6; kolle on vooderdatud šamottkividega 7. Katla peal on luugid 8 torude puhastamiseks.

Teraskatelde HP eeliseks on nende lihtne ehitus; puudusteks on suitsukäikude raskendatud puhastamine lendtuhest ning tahmast ja sektsioonitorude puhastamine katlakivist.

Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on õhupuhumise kasutamisel kuni 12 000—15 000 kcal/m²h, ilma õhupuhumiseta — 7000—8000 kcal/m²h.

Katlaid HP kasutatakse veekateldena vee temperatuuril kuni 115° ja madalrõhu-aurukateldena. Viimasel juhul varustatakse katlad aurukogujaga. Katelde HP ehituslikke andmeid on toodud tabelites 18 ja 19.

Tabel 18

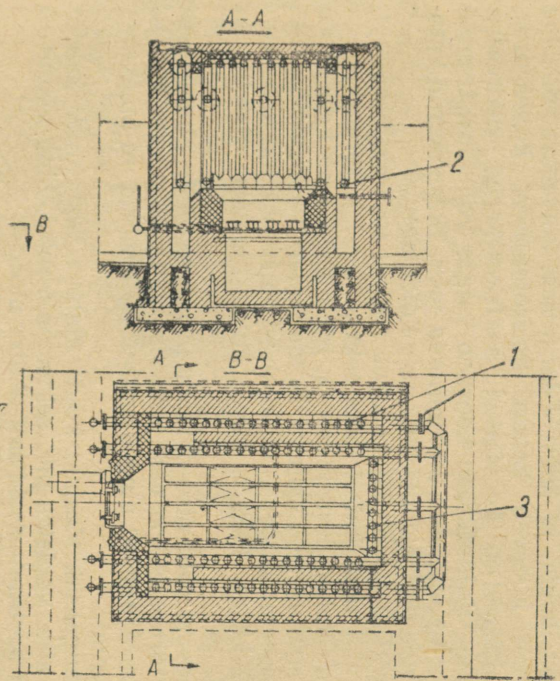
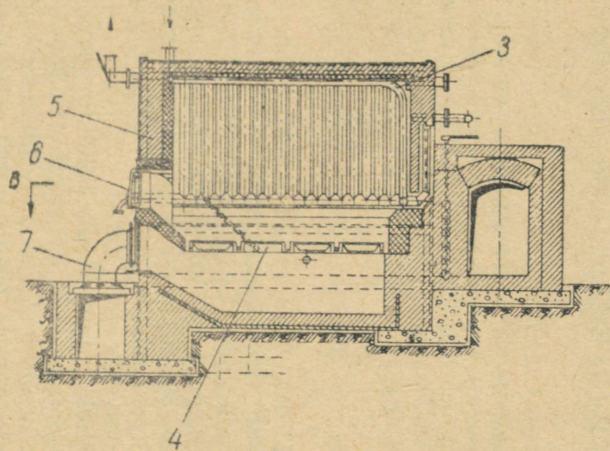
Teraskatelde HP-17 ehituslikke andmeid

Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
	pikkus	laius	kõrgus	
10	1570	1680	2220	330
15	1980	1680	2220	495
20	2390	1680	2220	660

Tabel 19

Teraskatelde HP-18 ehituslikke andmeid

Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
	pikkus	laius	kõrgus	
26	2020	2385	2600	890
38	2580	2385	2600	1300
50	3140	2385	2600	1715



Joon. 63. Teraskatel B-2:

1 - torusektsioon; 2 - kollektor; 3 - koldeekraan; 4 - rest; 5 - müütris; 6 - koldeuks; 7 - õhutoru.

Teraskatlad Б-1 ja Б-2. Teraskatel Б-1 koosneb kolmest torusektsioonist ja ühest Г-kujulisest koldeekraanist. Iga sektsioon koosneb kahest horisontaalsest kollektorist, mille külge on keevitatud sektsioonitorud pikkusega 1000 mm. Koldeekraan koosneb kahest kollektorist, mille külge on keevitatud 6 painutatud toru. Ekraanitorud katab kolde tagumist otsseina ning koldelage.

Katel Б-2 (joon. 63) koosneb neljast torusektsioonist 1, kummalgi pool katelt kaks sektsiooni. Iga torusektsioon koosneb kahest kollektorist 2, mille vahele on keevitatud torud pikkusega 1300 mm. Koldeekraan 3 koosneb kaheksast painutatud torust, mille otsad on keevitatud kahe kollektori külge. Ekraan katab kolde tagumist otsseina ja koldelage.

Toitevesi juhitakse ekraani ja sektsioonide alumistesse kollektoritesse, soe vesi juhitakse välja ülemistest kollektoritest. Alumised ning ülemised kollektorid on omavahel ühendatud.

Suitsugaasid, tõusnud kolde ülaossa, pöörduvad kahele poole alla, voolates piki sektsioonitorusid, ning lahkuvad katlast horisontaalseid suitsukäike mööda.

Teraskatelde Б-1 ja Б-2 ehituslikke andmeid on toodud tabelis 20.

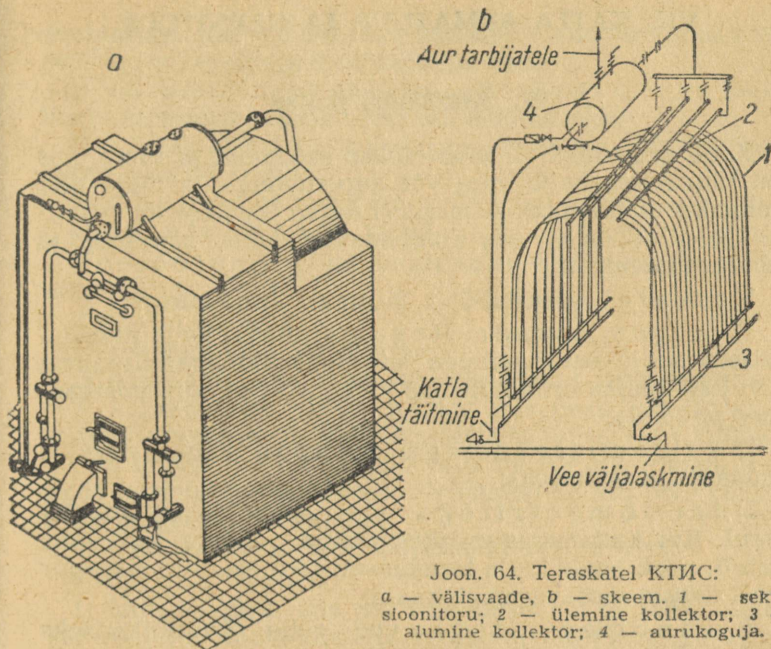
Tabel 20

Teraskatelde Б-1 ja Б-2 ehituslikke andmeid

Katla tüüp	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		pikkus	laius	kõrgus	
Б-1	17	2505	1910	1900	505
Б-2	38	3105	2435	2250	1660

Teraskatel КТИС. Teraskatlad КТИС (joon. 64) koosnevad üksikutest torusektsioonidest 1. Sektsioonitorude otsad on keevitatud üleval ja all kollektorite 2 ja 3 külge. Katlad küttepinnaga 11 m² koosnevad kahest sektsioonist, küttepinnaga 20, 30, 40 ja 50 m² — neljast sektsioonist. Igal sektsioonil on kaks kollektorit. Alumised ja ülemised kollektorid on omavahel ühendatud.

Toitevesi juhitakse alumistesse kollektoritesse, soe vesi katlast välja aga ülemistest kollektoritest. Katel on ümbritsetud tellismüüritisega. Kolle on tahkekütuste põletamiseks varustatud restiga ning õhupuhumise seadmega.



Joon. 64. Teraskatel KTIC:
 a – välisvaade, b – skeem. 1 – sektsioonitoru; 2 – ülemine kollektor; 3 – alumine kollektor; 4 – aurukoguja.

Suitsugaasid, tõustes koldest üles, hargnevad kolde lae all kahele poole, suunduvad sektsioonitorude vahelt alla ning lahkuvad suitsukäike mööda korstnasse.

Katlaid KTIC võib kasutada veekateldena vee temperatuuril kuni 115° ja madalrõhu-aurukateldena. Viimasel juhul varustatakse katlad aurukogujaga ja vastava armatuuriga.

Katelde KTIC ehituslikke andmeid on toodud tabelis 21.

Tabel 21
 Teraskatelde KTIC ehituslikke andmeid

Sektsoonide arv	Küttepind m ²	Ehituslikud mõõtmed mm				Auru- tootl kkus t/h
		pikkus	laius	kõrgus		
				veekatlal	aurukatlal	
2	11	1845	2030	2500	3130	0,22
4	20	1897	2350	2540	3850	0,4
4	30	2422	2350	2540	3250	0,6
4	40	2947	2350	2540	3250	0,8
4	50	2947	2350	3040	3790	1

27. Armatuuri jaotus

Katla armatuuri all mõistetakse seadmeid ja riistu, mis on ühenduses katla vee- või aururuumiga ja mille abil juhitakse katla tööd. Armatuuri hulka loetakse ka põhilised kontrollriistad, mis kindlustavad katla häireteta ja ohutut töötamist.

Veekatel varustatakse järgmise armatuuriga:

1) sulgemisseadmetega (siibritega) katla ühendamiseks soojaveetorustikuga ja tagasivoolumagistraaliga. Kui katlamajas on ainult üks katel, võivad sulgemisseadmed puududa;

2) sulgemisseadmega (kraaniga) katlast vee ja muda väljalaskmiseks;

3) termomeetritega vee sisse- ja väljavoolutorul. Kui katlamajas on üles seatud rohkem kui kaks katelt, peab peale katla termomeetrite olema termomeeter veel üldisel soojaveemagistraalil;

4) manomeetritega vee rõhu kontrollimiseks katlas, küttesüsteemis või soojaveevarustuse süsteemis. Kui katel töötab loomuliku tsirkulatsiooniga, tuleb manomeeter asetada vahetult katlale või soojaveetorule katla ja sulgemisseadme vahel, samuti ka tagasivoolumagistraali üldtorule. Kui katel töötab sundtsirkulatsiooniga süsteemis, tuleb manomeeter asetada katlale ja peale selle veel kaks manomeetrit ühesugusele kõrgusele — üks pumba imitorule ja teine pumba taha; üks manomeeter tuleb asetada külmaveetorustikust lähtuvale toiteveetorule;

5) kaitseseadmetega — kaitseklappidega või möödaviikudega (vt. p. 28);

6) proovikraaniga katla trumli ülaosas või trumli puudumisel vee väljavoolutorul katlast enne sulgemisseadet.

Madalrõhu-aurukatel varustatakse järgmise armatuuriga:

1) sulgemisseadmega (siibriga, ventiiliga) katla ja aurutorustiku vahel;

2) toiteliini sulgventiiliga (kraaniga) ja tagasilöögiklapiga. Juhul kui katelt toidetakse kon-

densaadiga, mis voolab otse katlasse tagasi isevoolu teel, pole tagasilöögiklapi ülesseadmine nõutav;

3) väljalaskekraaniga või -ventiiliga katla läbipuhumiseks ja selle veest tühjendamiseks;

4) veeseisunäitajatega veeseisu kontrollimiseks katlas (vt. p. 30);

5) manomeetriga (vt. p. 29);

6) torulukuga (vt. p. 28).

Veesoojendid (boilerid) tuleb varustada järgmise armatuuriga.

Kütval poolel

1) sulgventiiliga või siibriga;

2) kolmekäigulise kraaniga varustatud manomeetriga;

3) kaitseklapiga või torulukuga, mis peab kindlustama, et rõhk veesoojendis ei saaks ületada lubatavat töörõhku üle 10%. Kui soojuskandjaks on kuni 0,7 atü rõhuga aur, mida toodetakse torulukuga varustatud katlas, pole kaitseklapi paigaldamine vajalik;

4) termomeetriga, kui soojuskandjaks on vesi.

Köetaval poolel

1) kaitseklapiga, mis peab kindlustama, et rõhk köetaval poolel ei saaks ületada lubatavat töörõhku üle 10%;

2) termomeetriga;

3) kolmekäigulise kraaniga varustatud manomeetriga.

Kui soojuskandjaks on aur rõhuga üle 0,7 atü, tuleb katla ja veesoojendi vahelisele aurutorustikule asetada reduktsiooniklapp (survevähendusklapp) ja kaitseklapp või toruluk ning aurutorustiku madalrõhu- ja kõrgrõhu-polele reduktsiooniklapi juurde kaks kolmekäigulise kraaniga manomeetrit.

28. Kaitseesadmed

Igal vee- ja aurukatlal peavad olema kaitseesadmed, et vältida rõhu tõusmist katlas üle lubatava töörõhu.

Veekateldele soojusjõudlusega kuni 350 000 kcal/h tuleb asetada üks kaitseklapp, soojusjõudlusega üle 350 000 kcal/h, samuti kõikidele trumliga (suure veemahuga) veekateldele aga kaks kaitseklappi.

Kõikidel veekatelidel lubatakse üks kaitseklapp asendada sooja vee väljavoolu sulgemisseadmest mööda viiguga (baipassiga), millel on tagasilöögi-

klapp. Katla kütmisel soojaveetoru suletud siibri puhul võimaldab möödaviik veel katlas paisuda, juhtides lisamahu süsteemi torustikku.

Möödaviiguga varustatud kateldel ei tohi katla ja paisumispaagi vahel olla teisi sulgemisseadmeid.

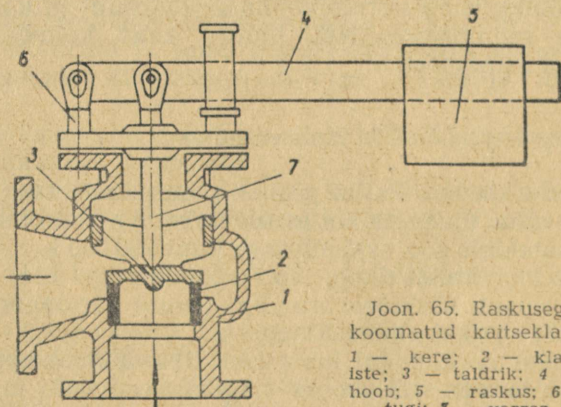
Juhtumil kui veekatlad on lülitatud küttesüsteemi, mis ei oma paisumispaaki, pole kaitseklappide asendamine möödaviikudega lubatud.

Et vältida vee rõhu ja temperatuuri järsku tõusu katlas, kui sundtsirkulatsiooniga süsteemis tsirkulatsioonipump juhuslikult seisma jääb, asetatakse kuuma vee väljavooluliinil katla ja sulgemisseadme vahele torustik, mille kaudu vesi saab voolata äravoolutorustikku (kanalisatsiooni).

Iga tüüpi soojavee varustuse kateldel lubatakse kaitseklappide asemel üles seada eraldi väljalöögitoru, mis ühendab katla ülaosa veepaagi ülaosaga. Sel juhul ei tohi väljalöögitorul katla ja paagi vahel olla sulgemisseadet, paak ise peab aga olema ühendatud atmosfääriga.

Joonisel 65 kujutatud raskusega koormatud kaitseklapp koosneb kerest 1 ja sellesse pressitud istmest 2, taldrikust 3 ja surveseadmest. Viimane koosneb hoovast 4 raskusega 5, hoova liikumatust toest 6 ja vardast 7 surve üleandmiseks hoovalt klapitaldrikule.

Kaitseklapid reguleeritakse nii, et rõhu tõusmisel katlas 0,2 atmosfääri võrra üle normaalrõhu nad avanevad, kusjuures liigne vesi voolab kaitseklapi äravoolutoru kaudu valamusse. Klapi raskus kinnitatakse pärast reguleeri-



Joon. 65. Raskusega koormatud kaitseklapp:
1 — kere; 2 — klapi-
iste; 3 — taldrik; 4 —
hoov; 5 — raskus; 6 —
tugi; 7 — varras.

mist hoovale stopperkruvi abil. Üks kaitseklappidest, nn. kontrollkaitseklapp peab olema sellise ehitusega (tavaliselt lukustatava kattega), et katelt teenindav personal ei saaks muuta selle klapi koormust. Kontrollkaitseklapi võti hoitakse katlamaja eest vastutava isiku juures või majavalitsuses. Kütjal ei ole õigust iseseisvalt ümber asetada kaitseklappide raskusi ega klappe reguleerida. Seda võib teha ainult katlamaja eest vastutava isiku juuresolekul.

Kaitseklappide kinnikiilumine on rangelt keelatud.

Kaitseklappe tuleb kontrollida läbipuhumisega (raskuse kergitamise teel) mitte harvem kui kord nädalas.

Mittekorras või reguleerimata kaitseklappidega katelde ja veesoojendite eksploateerimine on keelatud.

Madalrõhu-aurukatlad tuleb varustada torulukkudega. Torulukk peab tagama, et aururõhk katlas ei ületaks kõige kõrgemat lubatavat rõhku rohkem kui 0,1 atmosfääri võrra. Laialt on levinud ülemise paagiga torulukud (joon. 66), mida pole pärast auru igakordset väljalöömist vaja veega täita. Paagi paigutuskõrgus H (meetrites) arvutatakse valemiga

$$H = 10p \pm 1,$$

kus p on katla lubatav töö rõhk atü.

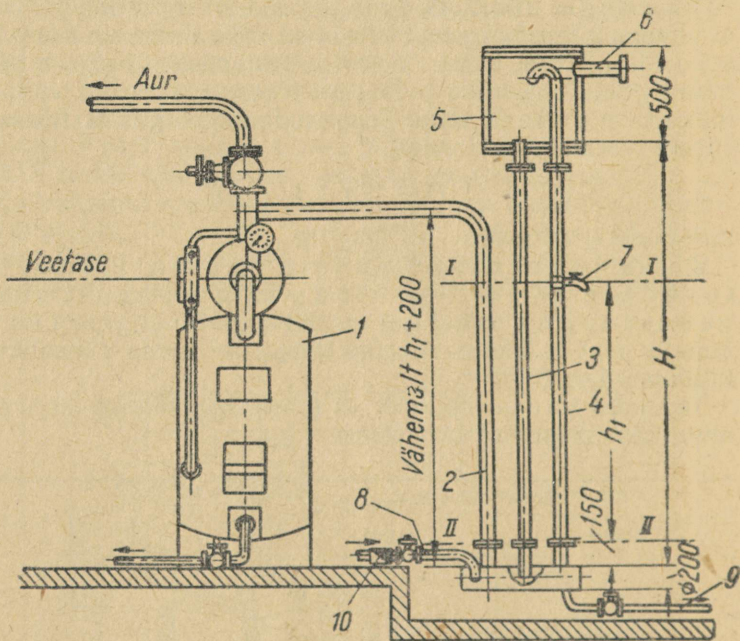
Katla ja toruluku vahele ega väljalöögitorudele ei tohi asetada mingisugust sulgemisseadet. Juhul kui torulukk asub väljaspool katlamaja, peab ta olema kaitstud temas oleva vee võimaliku külmumise eest.

Toruluku torude läbimõõt ei tohi olla väiksem alljärgnevas tabelis toodud väärtustest.

Katla soojusjõudlus kcal/h		Toru läbimõõt mm
alates	kuni	
—	15 000	25
15 000	40 000	38
40 000	80 000	50
80 000	150 000	65
150 000	240 000	75
240 000	450 000	100
450 000	800 000	125
800 000	1 300 000	150

Torulukk täidetakse veega proovikraani 7 kõrguseni. Katla töötamisel veetase torus 2, mis on ühendatud katla aururuumiga, langeb aururõhu toimel tasemelt I—I tasemeni II—II, mille kõrguste vahe vastab auru tööõhu poolele väärtusele. Aururõhu edasisel tõusmisel surutakse veesammas torus 2 veelgi madalamale; seejuures veepind torudes 3 ja 4 tõuseb kõrgemale. Kui aururõhk katlas ületab 0,1 atmosfääri võrra lubatavat tööõhku, siis surutakse vesi torust 2 täielikult välja, aur paiskab torudes 3 ja 4 oleva vee paaki 5 ning väljub toru 6 kaudu atmosfääri. Seejärel rõhk katlas langeb ja vesi voolab paagist toru 3 kaudu torudesse 2 ja 4 tagasi.

Madala katlaruumi ja kõrge põhjavee puhul, mis takistab toruluku paigaldamist süvendisse, kasutatakse silmu-

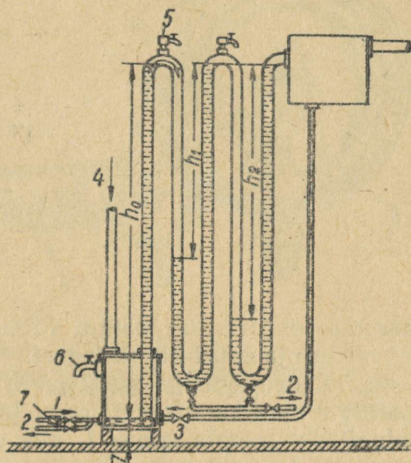


Joon. 66. Torulukk:

- 1 — aurukatel; 2, 3, 4 — torud; 5 — paak; 6 — toru atmosfääri;
7 — proovikraan; 8 — toitetoru; 9 — tühjendamistoru; 10 — tagasilöögi-
klapp.

Joon. 67. Silmusekujuline torulukk:

1 – veevõrgust; 2 – vee väljavool; 3 – tagasilöögi-klapp; 4 – katla aururuumist; 5 – õhukraan; 6 – proovikraan; 7 – tagasilöögi-klapp.

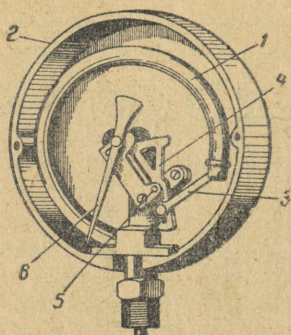


sekujulist torulukku (joon. 67). Silmuste arv valitakse vastavalt katla tööõhule.

Ühe silmusega torulukus tasakaalustatakse auru rõhk katlas esimese püsttoru veesambaga h_0 ning kolmanda ja viienda püsttoru veesammastega, mille kõrgused on h_1 ja h_2 . Silmusekujulise toruluku puuduseks on selle igakordne veega täitmise vajadus pärast töötamist. Õhu väljalaskmiseks veega täitmisel asetatakse silmuste ülemistele kõverustele kraanid või torud.

29. Manomeeter

Manomeetrit kasutatakse katlas või süsteemis valitseva rõhu kontrollimiseks. Joonisel 68 kujutatud toruvedruga manomeeter koosneb ovaalse ristlõikega valgevasest torust 1, mis on paigutatud klaasiga varustatud metallkesta 2. Toru lahtine ots on ühendatud katla või süsteemiga, kinnine ots aga tõmmitsa 3 abil hammassektoriga 4, mis võib pöörelda teljel 5. Hammassektor on hambumises osuti 6 teljel oleva hammasrattaga. Rõhu tõusmisel katlas või süsteemis toruvedru sirgeneb ja pöörab



Joon. 68. Toruvedruga manomeeter:

1 — toruvedru; 2 — metall-kest; 3 — tõmmits; 4 — hammassektor; 5 — hammassektori telg; 6 — osuti.

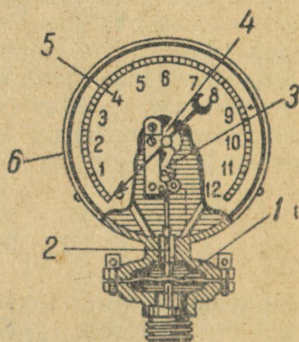
hammassektori abil osutit. Rõhu vähenemisel toruvedru kõverdub ja osuti liigub tagasi.

Peale toruvedruga manomeetrite kasutatakse ka membraaniga manomeetreid (joon. 69). Aururõhk mõjub siin lainelisele membraanile 1, mis on tehtud õhukesest lehtterasest, ja painutab selle ülespoole, pöörates sektorit ja selle kaudu manomeetri osutit.

Madalrõhu-aurukatla manomeetri mõõtepiirkond ei tohi olla üle 3 atü ning ta skaala jaotused esimese atmosfääri ulatuses peavad olema kümnendikes atmosfäärides.

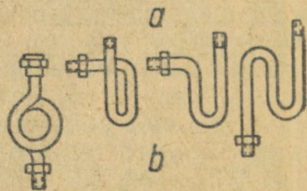
Manomeetri läbimõõt peab olema asetuskõrgusel kuni 2 m — 100 mm, kõrgusel 2—4 m — 150 mm ja üle 4 m — 200 mm.

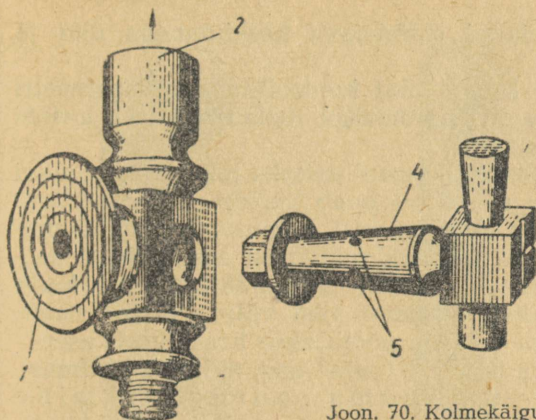
Aurukatelde juures tuleb kasutada manomeetreid täpsusklassiga mitte alla 2,5. Täpsusklass väljendab mõõteriista lubatava vea suurust protsentides skaala piirväärtusest.



Joon. 69. Membraaniga manomeeter:

a — manomeeter; b — silmus-torud. 1 — membraan; 2 — varras; 3 — hammassektor; 4 — hammasratas osutiga; 5 — skaala; 6 — manomeetri kest.



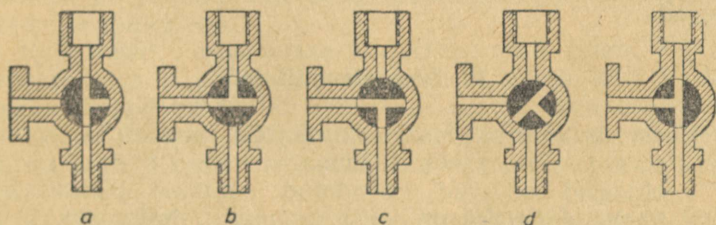


3 ↓

Joon. 70. Kolmekäiguline kraan:
 1 — äärik kontrollmanomeetri kinnitamiseks; 2 — tuts manomeetri kinnitamiseks; 3 — n'ppel ühendamiseks silmustoruga; 4 — kraani kork; 5 — avad korgis.

Manomeetri skaalal peab lubatava töörohu või süsteemi kõrgeima veeseisu kohal olema nähtav punane joon või tihedalt klaasile liibuv punaseks värvitud metallplaadike.

Katelde manomeetrid varustatakse silmustoruga (joon. 69, *b*), mis, moodustades veeluku, takistab auru või kuuma vee tungimist toruvedrusse. Silmustoru ja manomeetri vahele asetatakse kolmekäiguline kraan (joon. 70), millel on äärik kontrollmanomeetri kinnitamiseks. Viimane kujutab endast suure täpsusega mõõteriista (täpsusklassiga 0,5—1,0), mis omab kaksikmehhanismi kahe osuti ja kahe skaalaga. Mõlema mehhanismi toru-



Joon. 71. Kolmekäigulise kraani asendid:

a — tööasend; b — manomeetri nullseisu kontrollimine; c — sifoontoru läbipuhumine; d — vee kogumine sifoontorusse; e — manomeetri kontrollimine kontrollmanomeetriga.

vedrud on ühendatud mõõdetava keskkonnaga ühe ja sama nipli kaudu.

Kolmekäigulise kraani abil kontrollitakse manomeetri töötamist. Manomeetri normaalsel töötamisel asub kraani kork asendis *a* (joon. 71).

Manomeetri nullseisu kontrollimiseks pööratakse kraani kork asendisse *b*; seejuures peab manomeetri osuti langetama nulljaotusele. Manomeetri silmustoru läbipuhumiseks pööratakse kraani kork pikkamisi asendisse *c*; seejuures ühendatakse silmustoru atmosfääriga ning katla rõhu toimel puhutakse temast vesi välja. Enne manomeetri ühendamist katlaga pööratakse kraanikork asendisse *d*, milles teda hoitakse teatud aeg, et koguda silmustorusse kondensaati. Kuuma auru laskmine manomeetri toruvedrusse pole lubatav, kuna see võib viimast kahjustada. Alles seejärel pööratakse kraanikork uuesti tööasendisse *a*. Manomeetri näitamise kontrollimiseks kontrollmanomeetri abil pööratakse kraanikork asendisse *e*.

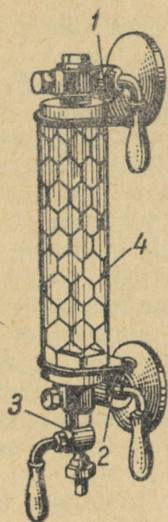
Manomeeter peab olema kontrollitud ja plommitud või märgistatud Standardite, Mõõtude ja Mõöduriistade Komitee poolt, hästi valgustatud ja kütjale hästi nähtav tema töökohast. Iga manomeetrit tuleb lasta kontrollida ja plommida vähemalt üks kord aastas.

Manomeetri kasutamine pole lubatav, kui puudub sellel plomm või kontrollimise märk; on möödunud kontrollimise tähtaeg; manomeetri väljalülitamisel ei pöördu selle osuti skaala nullseisu tagasi, vaid jääb sellest eemale rohkem kui poole antud manomeetri klassile lubatava vea võrra; on purunenud manomeetri klaas või esinevad muud vigastused, mis võivad manomeetri õiget näitamist segada.

30. Veeseisunäitajad

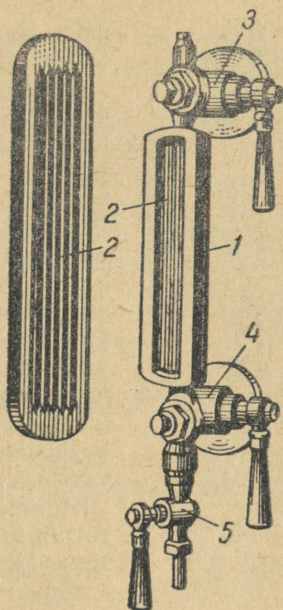
Veeseisu kontrollimiseks aurukatlas kasutatakse veeklaase ja proovikraane.

Veeklaasid töötavad ühendatud anumate põhimõttel, kus üheks anumaks on katlatrummel, teiseks aga veeklaas, mis torude abil on ühendatud katla vee- ja aururuumiga. Veepind katlas ja veeklaasis asub samal kõrgusel. Veeklaasid on kas ümmargused (joon. 72) või lame-
dad (joon. 73). Ümmargused klaasid purunevad kergemini



Joon. 72.
Ummargune vee-
klaas:

- 1 — aurukraan;
2 — veekraan;
3 — läbipuhumise-
kraan; 4 — võrk-
klaasist kate.



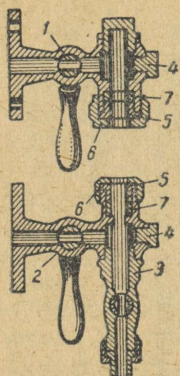
Joon. 73. Lame veeklaas:

- 1 — metallraam; 2 — klaas;
3 — aurukraan; 4 — vee-
kraan; 5 — läbipuhumis-
kraan.

ja võivad vigastada juuresolijat. Selle vältimiseks peavad nad olema kaitstud metallvõrguga või kattega. Lamedad klaasid on ohutud, sest purunemisel nad ainult pragunevad ega anna kilde.

Veeklaasid varustatakse aurukraaniga 1 (joon. 74) ja veekraaniga 2, mille abil on neid vajaduse korral võimalik katlast eraldada. Veekraani juures asub läbipuhumiskraan 3 klaasi läbipuhumiseks. Kraani keres on keermega kork 4 kraani ava puhastamiseks selle ummistumisel.

Veeklaasidel asetatakse kõige madalama lubatava vee-seisu kohale liikumatu metallnäitaja pealkirjaga «Madalaim lubatav veeseis». See nivoo peab asuma klaasi alumisest nähtavast äärest vähemalt 25 mm kõrgemal. Samasugune metallnäitaja pealkirjaga «Kõrgeim lubatav vee-



Joon. 74. Vee-
klaasi armatuur:
1 — aurukraan;
2 — veekraan; 3 —
läbipuhumiskraan;
4 — puhastuskork;
5 — vajutispuks;
6 — tihenduspuksi mut-
ter; 7 — tihend.

seis» peab asuma klaasi ülemisest nähtavast äärest 25 mm madalamal.

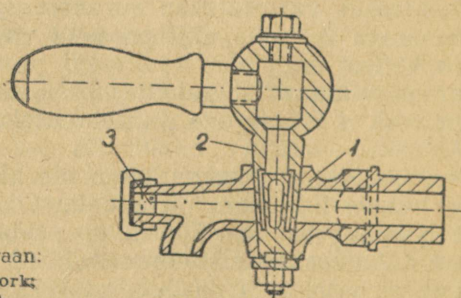
Veeklaasi normaalsel töötamisel peab veepind selles kergelt kõikumama, tingituna vee liikumisest katlas. Sellele tuleb pöörata erilist tähelepanu. Veekraani või tema kere ja katla veeruumi vahelise toru ummistumisel või kraani kinniolekul veepind klaasis ei liigu, vaid ainult pikkamööda tõuseb, tingituna auru kondenseerumisest, mis aurukraani kaudu tungib klaasi. Aurukraani ummistumisel või tema kinniolekul täidab vesi kogu klaasi. Veeklaasi lekkimisel auru osas on veeseis temas kõrgem kui katlas, lekkimisel vee osas aga madalam kui katlas.

Veeklaasi normaalse töötamise kontrollimiseks tuleb teda 1—2 korda vahetuses läbi puhuda (vt. p. 61).

Enne veeklaasi töölerakendamist tuleb teda veidi soojendada, milleks avada aurukraan ja läbipuhumiskraan.

Kui klaas on niivõrd soojenenud, et tema seintelt kaovad viimased veetilgad, tuleb pikkamööda avada veekraan ja sulgeda läbipuhumiskraan.

Veeseisu kontrollimiseks peab igal aurukatlal olema vähemalt kaks veeklaasi. Ühe neist võib asendada kahe proovikraaniga. Malm- ja teraskateldel, mille küttepind ei ületa 25 m², võib olla ainult üks veeklaas.



Joon. 75. Proovikraan:
1 — kere; 2 — kork;
3 — puhastusava.

Alumine proovikraan asetatakse kõige madalama lubatava veeseisu kohale ja ülemine proovikraan kõige kõrgema lubatava veeseisu kohale.

Proovikraan (joon. 75) koosneb kerest 1 ja koonilisest korgist 2, mille tihenduspinnad on hoolikalt lihvitud. Kraani korgis on läbivooluava. Korgi alumine ots on varustatud keermetatud osaga ja mutriga, mis takistavad korgi väljatulekut pesast. Kere otsas on korgiga suletud ava 3 kraani puhastamiseks tema ummistumisel. Kraan kinnitatakse katla külge keermega või äärikuga.

Proovikraane kontrollitakse samuti 1—2 korda vahetuses. Et jõuda selgusele, kas kraanist väljub aur või vesi, asetatakse kraanist tuleva joa ette kas metallplaat, lauakükk, kinnas või muu ese. Auru väljumise puhul jääb ese kuivaks, vee puhul aga märgub.

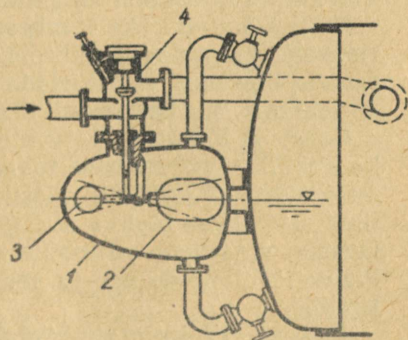
Normaalse veeseisu puhul katlas peab alumisest proovikraanist väljuma vesi, ülemisest proovikraanist — aur.

31. Toiteregulaatorid

Aurukatla toitmise käsitsi reguleerimisel toitmine ei toimu ühtlaselt, mille tõttu veeseis katlas muutub, mis omakorda põhjustab aururõhu kõikumist. Mitteküllaldaste kogemuste omamisel või hooletu järelevalve korral võib katel jääda kuivaks, mis tekitab raske avarii.

Katla pideva ning ühtlase toitmise kindlustab toitmise automaatne reguleerimine.

Väikese võimsusega aurukatlad omavad suhteliselt suurt



Joon. 76. Ujukiga toiteregulaator:

1 — ujuki kamber; 2 — ujuk;
3 — vastukaal; 4 — regu.eerimis-toiteklapp.

veeruumi ja väikest aururuumi aurutuspeegli peal. Seetõttu veetaseme automaatseks reguleerimiseks auru-veetrumlis võib kasutada kõige lihtsamaid üheimpulsilisi otsese tegevusega regulaatoreid. Selliseks regulaatoriks on joonisel 76 näidatud *ujuk-regulaator*. Viimane koosneb *ujukikambrist 1*, mis on ühendatud katla auru- ja veeruumiga. Veetase *ujukikambris* on samal kõrgusel veetasemega katla trumlis. *Ujuki* hoob *2* kinnitub toele ja on varustatud vastukaaluga *3*. *Ujuki* hoovaga on ühendatud reguleer-toiteklapi varras.

Katla koormuse suurenemisel veetase auru-veetrumlis langeb. *Ujuk* vajub alla ja avab toiteklapi, mille tagajärjel katlasse juhitakse rohkem vett. Katla koormuse vähenemisel veetase auru-veetrumlis tõuseb ja toiteklapp suletakse.

32. Katla garnituur. Põlemisregulaatorid

Garnituuri moodustavad seadmed, mis võimaldavad katla kolde, gaasikäikude ja nendes asuvate osade seisukorra kontrollimist ja töötamise reguleerimist.

Garnituuri hulka kuuluvad koldeuksed, siibrid, plahvatusklapid, õhuuksed, puhastusluugid ja vaateavad. Viimaste kaudu on võimalik jälgida katla- ja koldeosade seisukorda katla töötamisel ning põlemisprotsessi koldes.

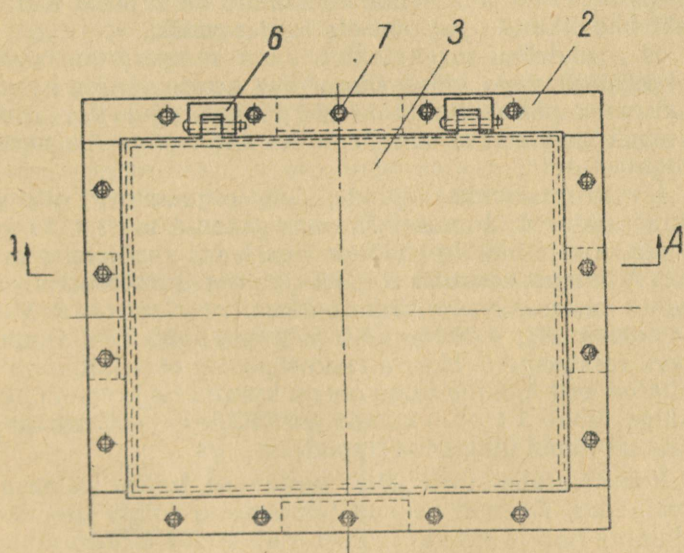
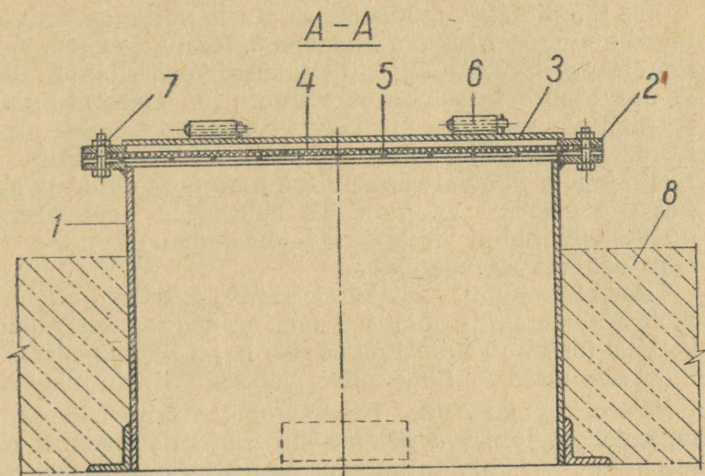
Koldeuksed valmistatakse malmist ja varustatakse seemise kaitseplaadiga, mis väldib uste kaardumist ja ärapõlemist, ning lingiga sulgemiseks.

Puhastusluugid peavad sulguma tihedalt, et vältida vääriõhu sissepääsu gaasikäikudesse, mille tagajärjel suurenevad katla soojuskaod ning kütuse kulu.

Katla lahutamiseks tõmbeseadmetest ja tõmbe reguleerimiseks kasutatakse siibreid. Viimased peavad liikuma raamis tihedasti, et takistada vääriõhu sissepääsu suitsukanalitesse, mis halvendab tõmmet.

Gaasi- ja õliküttel töötavate katelde, samuti šahtkoldega katelde (kus põletatakse turvast, saepuru, laaste või muid peenjäätmeid) kolde ja gaasikäikude voodrisse või müüritisse asetatakse plahvatusklapid, mille ülesandeks on katlaosade vigastuste vältimine võimalikel gaasiplahvatustel. Plahvatusklappide arv ja suurus valitakse vastavalt katla tüübile.

Joonisel 77 kujutatud plahvatusklapp koosneb teras-



Joon. 77. Plahvatusklapp:

- 1 - karp; 2 - äärik; 3 - kaas; 4 - asbesti hend; 5 - traatvõrk;
 6 - hing; 7 - kruvipolt; 8 - müüritis.

plekist kokkukeevitatud ning äärikuga varustatud karbist 1, mis kinnitatakse müüritisesse. Karbi välimine ots varustatakse hingedel liikuva kaanega 3. Kaane ja karbi vahele asetatakse ligikaudu 3 mm paksusest asbestlehest tihend 4, mis toetub terastraadist võrgule 5. Gaasiplahvatuste tekkimisel asbestleht puruneb ja gaas paisatakse karbi-kaane vahelt välja, mille tagajärjel rõhk gaasikäigus kiiresti langeb. Plahvatusklapid tuleb asetada kolde ja gaasikäikude ülaossa (vt. joon. 61) sellistesse kohtadesse, et plahvatuste puhul väljapaiskuvad kuumad gaasid ei ohustaks teenindavat personali.

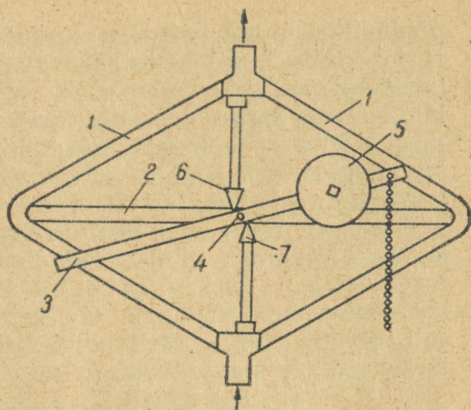
Gaasikütte puhul peab katelde siibrite ülaosas olema ava läbimõõduga mitte alla 100 mm, et vältida mittetöötava katla koldesse ja suitsikäikudesse gaasi kogunemist armatuuri läbilaskmisel ning sellest tekkida võivaid plahvatusi.

Põlemisregulaatorid. Põlemisregulaatorite ülesandeks on koldesse juhitava põlemisõhu hulga automaatne reguleerimine. Veekatelde põlemisregulaatorid töötavad neid läbiva või nendega kokkupuutuva katlavee temperatuuri muutumise toimel. Nende töötamine on rajatud metallide või vedelikkude paisumisele soojenemisel.

Et madalrõhu-aurukateldes auru temperatuur muutub praktiliselt väga vähe, siis ei saa nende juures kasutada paisumise põhimõttel töötavaid põlemisregulaatoreid. Selle asemel kasutatakse siin aururõhu muutustele reageerivaid regulaatoreid.

Konstruksioonilt võivad põlemisregulaatorid olla väga mitmesugused. Joonisel 78 on kujutatud metalli paisumise põhimõttel töötav veekatla põlemisregulaator. Viimane koosneb rombikujulisest terastorust 1, mille kahte vastasasuvasse tippu on kinnitatud varras 2. Viimases oleva telje 4 ümber võib pöörelda hoob 3 sellel nihutatava raskusega 5. Hoova raskusepoolse otsa külge on kinnitatud kett 6, mille teine ots on kinnitatud kolde õhuklapi külge. Hoob 3 toetub kahele teravikule 6 ja 7, mis on kinnitatud rombi ülejäänud tippudesse.

Rombikujulist toru läbib katlaveesi. Mida külmem on vesi, seda lähemal asuvad teineteisele rombi ülemine ja alumine tipp ja seda kõrgemal asub hoova 3 raskusepoolne ots. Sel puhul on kolde õhuklapp avatud. Vee soojenemisel toru paisub, teravikud 6 ja 7 kaugenevad teineteisest ja hoova 3 parempoolne ots langeb allapoole, mille tagajärjel õhuklapp läheb koomale ja koldesse voolab vähem



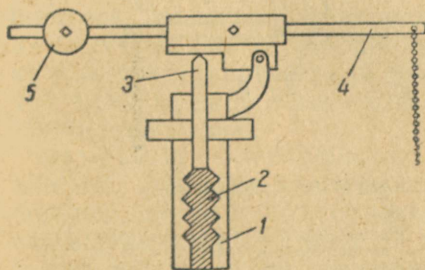
Joon. 78. Veekatla põlemisregulaator:

1 — terastoru; 2 — varras;
3 — hoob; 4 — telg; 5 — raskus;
6, 7 — terav.kud.

õhku. Kütuse põlemine koldes pidurdatakse ja vee temperatuur lakkab tõusmast.

Põlemisregulaatori keti pikkust saab muuta vastava luku abil. Mida lühem on kett, seda kõrgemale temperatuurile reguleerib põlemisregulaator väljuva katlavee. Põlemisregulaatori seadmine antud temperatuurile toimub järgmiselt. Kui vesi on katlas saavutanud vajaliku temperatuuri, reguleeritakse keti pikkus selliseks, et õhuklapp on peaaegu suletud (jääb 1—2 mm õhuvahe). Sel puhul satub koldesse vähem õhku ja vee temperatuur katlas hakkab langema. Tulemusena liginevad regulaatori teravikud teineteisele, hoova raskusega koormatud ots tõuseb, õhuklapp avatakse rohkem, põlemine elavneb ja vee temperatuur katlas lakkab langemast. Raskuse 5 nihutamisega hooval 3 muudetakse regulaatori tundlikkust.

Joonisel 79 on kujutatud vedeliku paisumise



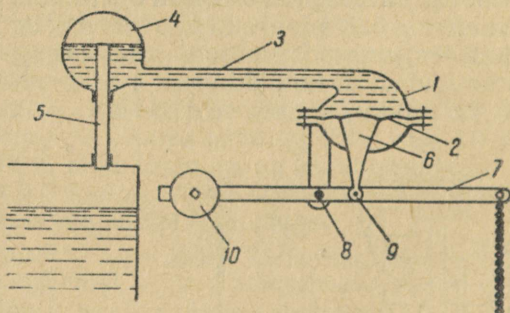
Joon. 79. Veekatla põlemisregulaator:

1 — silindriline kere; 2 — lainjas keha; 3 — t'lv; 4 — hoob;
5 — raskus.

põhimõttel töötav vee katla põlemisregulaator. Silindrilises keros 1, mis asetatakse katlast väljuvasse vette, on tugevasti paisuva vedelikuga (petrooleum jne.) täidetud lainjas keha 2, mis lõpeb tihvtiga 3. Vee temperatuuri tõusmisel katlas vedelik lainjas kehas paisub, tihvti 3 ots tõuseb kõrgemale ja regulaatori hoova 4 parempoolne ots langeb allapoole, mille tagajärjel õhuklapp mõnevõrra sulgub. Vee temperatuuri langemisel katlas vedeliku maht lainjas kehas 2 väheneb, viimane tõmbub kokku, tihvt 3 vajub madalamale ja raskus 5 tõstab hoova 4 parempoolse otsa kõrgemale. Selle tagajärjel õhuklapp avaneb, koldesse pääseb rohkem õhku, põlemine elavneb ja vee temperatuur katlas hakkab uuesti tõusma.

Madalrõhu-aurukatla põlemisregulaator on näidatud joonisel 80. Regulaator koosneb metallkerest 1, millesse on asetatud kummist membraan 2. Membraanipealne ruum on toru 3, kuul 4 ja toru 5 kaudu ühenduses katla aururuumiga. Membraani kaitsmiseks kuumenemise eest on membraanipealne ruum, toru 3 ja kuul 4 kuni toru 5 otsani täidetud veega. Alt toetab membraani seenekujuline alus 6, mis on telje 9 abil kinnitatud liikuvale hoovale 7. Viimane võib pöörelda telje 8 ümber. Hoovale kinnitatud nihutatava raskuse 10 mõjul surutakse alus 6 vastu membraani. Hoova parempoolse otsa külge kinnitatud kett on ühenduses kolde õhuklapiga.

Katlas mõjuv aururõhk kandub kuulis 4 ning torus 3 oleva vee kaudu membraanile 2. Aururõhu teatud väär-



Joon. 80. Madalrõhu-aurukatla põlemisregulaator:

1 — metallkere; 2 — membraan; 3 — toru; 4 — kuul; 5 — toru; 6 — seenekujuline alus; 7 — hoov; 8, 9 — teljed; 10 — raskus.

tuse juures, mil rõhujõud membraani ülemisele pinnale ületab raskuse 10 poolt tekitatud surve membraani alumisele pinnale, surutakse membraan koos seenekujulise alusega 6 allapoole. Selle tagajärjel vajub ka hoova 7 parempoolne ots alla ning ketiga ühenduses olev õhuklapp läheb koomale. Et koldesse pääseb nüüd vähem õhku, siis põlemine muutub aeglasemaks ja auru rõhk katlas langeb. Selle tagajärjel väheneb rõhujõud membraani ülemisele pinnale, raskuse 10 mõjul tõuseb hoova parempoolne ots ülespoole ning avab õhuklapi. Auru rõhk katlas hakkab uuesti tõusma.

Põlemisregulaatori seadmine nõutud rõhule toimub järgmiselt. Raskus 10 nihutatakse hoova 7 vasakpoolsele otsale ja reguleeritakse keti pikkus selliseks, et õhuklapp oleks täiesti avatud. Kui katlas on saavutatud nõutav töö rõhk, nihutatakse raskust 10 paremale, kuni hoova parempoolne ots hakkab langema ja õhuklapp hakkab vajuma koomale. Seejärel reguleeritakse keti pikkus selliseks, et õhuklapp oleks avatud ainult 1—2 mm. Tarviduse korral tuleb raskust 10 nihutada täiendavalt veel vähesel määral ühele või teisele poole.

Ülalkirjeldatud põlemisregulaatoreid kasutatakse restiküttel. Õli- ja gaasiküttel kasutatavad regulaatorid on oma ehituselt eeltoodud regulaatoritest erinevad.

VIII. KOLLETE EHITUS JA TEENINDAMINE

33. Kollete liigitus ja iseloomustus

Koldes toimub kütuse põlemine ja soojuse üleandmine kuumade gaasidega kokkupuutuvatele küttepindadele. Kolle varustatakse tahkekütuste puhul restiga, vedelkütuste puhul pihustitega ja gaasiküttel põletitega. Vastavalt kolde asendile katla suhtes liigitatakse kolded sise-, all- ja eeskolleteks.

Sisekolle asub katla sees, näiteks Streli ja Strebeli kateldel. Sisekollet kasutatakse kõrgeväertuslike kütuste (kivisüsi, antratsiit, kütteõli, gaasiline kütus) põletamiseks. Madalaväärtuslike, niiskete ja tuharikaste kütuste (märg turvas, põlevkivi) kasutamine sisekoldeas on raskendatud.

Samuti on nendes raskendatud lendosaderikaste kütuste kasutamine, sest väikese põlemisruumi tõttu on lendosade põlemine puudulik. Läbipõlemata gaasid, puutudes kokku katla jahedate küttepindadega, jahtuvad, mille tagajärjel põlemine katkeb ja tekib palju tahma, mis saastab küttepindu.

Allkolle ehitatakse katla alla, näiteks HP, «Univer-saal» jt. katelde juures. Siin on võimalik kujundada kolde-ruum avaramana ja varustada kolle kütuse liigile sobiva restiga, mistõttu allkoldes on võimalik põletada ka mada-laväärtuslikke ning suure lendosadesisaldusega kütuseid.

Eeskolle ehitatakse katla ette, näiteks leegi-suitsu-torukatlal (vt. joon. 86). Siin on samuti võimalik kujun-dada kolderuumi vastavalt kütuse liigile ja valida kohane restitüüp, mis võimaldab eeskoldes põletada otstarbeka-malt ka madalaväärtuslikke kütuseid.

All- ja eeskolded ehitatakse tellistest ja vooderdatakse tulekindlate kividega. Kivid tuleb laduda võimalikult väi-keste vahedega, vuugiga mitte üle 2—2,5 mm. Harilikke telliseid on lubatud kasutada seal, kus temperatuur ei ületa 600°. Tulekindlate kividena kasutatakse šamottkive. Šamottkivide sidematerjalina tuleb kasutada šamottsavi. Ühe kuupmeetri müüritise ehitamiseks vajatakse 400—500 kivi, savi 10—20% kivide kaalust.

Keskküttekatald varustatakse tavaliselt käsitsi tee-nindatavate kolletega. Suuremate katelde juures kasutatakse ka poolmehaanilisi koldeid.

Peale ehituslike mõõtmete iseloomustavad kollet veel soojuslik erikoormus, mis näitab kütuse põlemi-sel vabanenud kilokalorite hulka tunnis kolderuumi ühe kuupmeetri kohta (kcal/m³h). Kolderuumi lubatud soojus-likud erikoormused on üksikutel kütustel järgmised:

põlevkivi	200 000	kcal/m ³ h
turvas	250 000	"
kivisüsi	250 000	"
antratsiit	300 000	"
kütteõli	350 000	"
gaasiline kütus	350 000	"

Liiga suurel kolderuumi koormamisel tekib puudulik põlemine ja suur tahmumine, sest põlevgaasid ei jõua enne kokkupuutumist katla jahedate küttepindadega täie-

likult põleda. Liiga väikesel koormusel on põlemine nõrk ja hõre ning temperatuur koldes langeb, mis põhjustab samuti puudulikku põlemist.

Resti jõudlust, s. o. restil põletatava kütuse hulka tunnis iseloomustab peegelpinna suurus, mille all mõistetakse sirgjooneliselt mõõdetud restipinda (m^2 -tes). Resti peegelpinna ja katla küttepinna suhe on ligikaudu $1/20$ — $1/40$. Resti õhupilude pinda nimetatakse elavpinnaks, mis moodustab tavaliselt 25—50% resti peegelpinnast.

Iga restitüübi kohta on kujunenud praktiliselt kindlad suurused, mis näitavad, kui palju võib restil põletada kütust ühe ruutmeetri restipinna kohta tunnis (kg/m^2h). Käsitsi teenindatavate restide koormused on:

	Loomulikul tõmbel	Õhupuhumisel
Kivisüsi	50—100 kg/m^2h	150—200 kg/m^2h
Antratsiit	80—100 "	100—180 "
Turvas	150—200 "	300—500 "
Põlevkivi	140—160 "	— "

34. Kütmise põhijooni

Kütuse säästlik kasutamine eeldab kütja poolt põlemis-seadmete, kasutatava kütuse omaduste ja tema otstarbeka põletamise juhtimise, s. o. kütmistehnika tundmist. Olulisteks teguriteks on siinjuures kütuse õige pealeandmine, kihipaksuse valik ja vajaliku hulga põlemisõhu juhtimine koldesse.

Kihipaksus sõltub kolde ning resti tüübist, kütuse liigist ja omadustest: kütteväärtusest, niiskusest, lendosadesisaldusest ja tükisuurusest. Sisekoldes, mille temperatuur on küttepindade jahutava mõju tõttu üldiselt madal, hoitakse kütusekiht paksem kui sama resti puhul ees- või allkoldes. Suuretükilist kütust põletatakse paksemas kihis kui peent kütust, mis võimaldab kütusetükkide paremat läbisoojenemist ja ühtlasemat õhujaootust kihis. Kütuse paremaks läbisoojenemiseks hoitakse samuti kiht seda paksem, mida niiskem on kütus. Madala kütteväärtusega kütuste puhul hoitakse kihipaksus üldiselt suurem kui kõrge kütteväärtusega kütustel. Üht ning sama liiki kütust põletatakse seda paksemas kihis, mida vähem ta sisaldab lendosi.

Kihipaksus mitmesuguste kütuste puhul valitakse:

kivisöe küttel	50—150 mm
antratsiidi küttel	100—200 „
turba küttel	400—600 „
tükkpõlevkivi küttel	300—400 „

Kütusekihi paksus ja koldesse antava põlemisõhu hulk peavad olema kooskõlas katla koormusega. Mida suurem on katla koormus, seda paksema kihiga ja seda suurema tõmbega (õhuhulgaga) tuleb töötada. Kui korstna tõmme on väike, tuleb töötada õhema kihiga, et vältida puudulikku põlemist. Kihi õige kõrgus tuleb leida praktiliste katsetega ja sellest kinni pidada.

Kütuse igakordsel pealeviskamisel käsitsi teenindatavates kolletes on soovitatav vähendada tõmme korstna siibri sulgemisega niivõrd, et suits ei tungiks veel katlaruumi. Avatud siibri puhul voolab läbi ukse koldesse palju külma õhku, mis põhjustab kolde temperatuuri langemist, suurt soojuskadu ning suitsutorukatelde juures ka toru valtsimiskohtade lekkimist. Kütust tuleb visata koldesse kiiresti ja ühtlaselt üle kogu resti, sulgeda seejärel koldeuks ja avada kohe siiber. Värske kütuse pealeviskamisel eraldub ohtralt lendosi, mille põlemine nõuab rohkem õhku. Uut kütust võib peale visata pärast lendosade eraldumist ja põlemist, kui restile on jäänud põlev koks.

Ebaühtlasel kütuse jaotamisel tekib ebaühtlane õhu läbi-vool: kihi paksemates kohtades tekib õhu puudus ja selle tagajärjel puudulik põlemine, kihi õhemates kohtades suur õhu liigsus. Kütusekiht tuleb hoida võimalikult ühtlane, mitte lasta seda põleda liiga madalaks ja siis korraga palju värsket kütust peale anda. Madalaks põlenud kihi puhul läbib kollet liiga palju õhku, sest kihi takistus on väike; kogu õhku ei kasutata põlemiseks ja tekib suur korstna-kadu. Õhukesele põlevale kihile paksu värsket kihi pealeviskamisel jahutatakse kiht ja summutatakse tuli: tekib puudulik põlemine ja selle tagajärjel suur keemiline kadu. Kui osutub vajalikuks kütta madala kihiga, näiteks küt-mise lõpul, siis tuleb siibrit vastavalt kihi kahanemisele järk-järgult sulgeda.

Põlemisõhu hulka reguleeritakse tõmbega ja õhupuhumise-ga resti alla. Altõhu rõhku tuleb reguleerida nii, et see ületaks ainult kihi takistuse. Õhupuhumise puudumisel reguleeritakse õhuhulka suurtes piirides tõmbe muutmi-

sega, s. o. korstnasiibri abil, ja täpsemini — õhuluukidega. Täielikult avatud korstnasiibri puhul imetakse suure tõmbe mõjul koldesse ja gaasikäikudesse läbi ebatiheduste palju väärdõhku, mistõttu suureneb liigõhutegur ja sellest tingituna korstnakadu.

Alarõhk koldes tuleb hoida võimalikult väike — 1—2 mm vs, ainult nii suur, et leek ja gaasid kütuse pealeviskamisel ei lööks koldest välja. Mida väiksema tõmbega suudetakse hoida katla tarvilikku koormust, seda suurem on kütmise efekt.

Koldes mõjuvat alarõhku võib hinnata vaateava ette asetatud paberilehekese abil. Kui paber ei lange alla ega imeta seda vaateava kaudu koldesse, on alarõhu suurus küllaldane.

Põlemine koldes peab normaalselt lõppema enne, kui leek pöördub gaasikäikudesse, torude vahele või suitsutorudesse. Lendosaderikaste kütuste puhul (põlevkivi, pikaleegilised söed), mille põlemine toimub ülekaalukalt kolde ruumis, tuleb juhtida koldesse lisaõhku kas erikanalite või koldeukses oleva roseti kaudu, tarbekorral aga avada vähesel määral koldeuks. Lisaõhku tuleb anda eriti pärast värsket kütuse sisseviskamist. Lisaõhust on kasu vaid siis, kui koldes valitseb küllaldane temperatuur põlemisprotsessi jätkamiseks. Lisaõhku ei tule anda ka väga suurel määral, mis põhjustab kolde temperatuuri langust, põlemisprotsessi halvenemist ja selle tagajärjel keemilist kadu; ka suurenevad seejuures korstnakaod.

Liikumatu resti puhul kattub rest pikemaajalise töötamise järel tuha ja räbuga, mis takistab õhu läbivoolu kihist. Selle tagajärjel muutub põlemine ebatäielikuks ning langeb katla tootlikkus. Ummistunud kohad restil paistavad tuharuumi uksest vaadatuna tumedatena. Puhta resti puhul on näha ühtlane tulekuma. Ummistused tuleb kõrvaldada ora või restinoaga. Kui tuhka ja räbu on kogunenud restile palju, siis tuleb viimane puhastada.

Kütusekihti tuleb aeg-ajalt pealt tasandada ja paljaks põlenud kohad restil täita, mis väldib külma õhu läbivoolu neist kohtadest. Kihti kohendada pole soovitatav kohe pärast värsket kütuse sisseviskamist, kuna see segab põlemist. Samuti pole otstarbekas kohendada tuld ja puhastada resti liiga sageli; seda tuleb teha ainult vajaduse korral.

Põlemisprotsessi headust võib orienteeruvalt hinnata leegi ja suitsu värvuse järgi. Normaalsel põlemisel on leek kollakas. Valge, hele leek näitab, et koldesse voolab ülemäära palju õhku. Tõmme on sel juhul kas liiga suur või kütusekiht liiga õhuke. Tumepunane leek ja suitsukeerised kütusetükkide peal või vahel märgivad õhu puudust. Tõmme on sel juhul kas liiga väike, õhuluugid liiga suletud, kütusekiht liiga paks või rest kaetud räbu või tuha paksu korruga. Üksikud heledad kohad restil märgivad paljakspõlenud kohti, kust toimub intensiivne õhu läbivool.

Korstnast väljuv suits peab normaalsel põlemisel tahkekütuste puhul olema kergelt hallikas. Värvitu suits näitab õhu liigsust, tihe, must suits — õhu puudust. Vedel- ja gaasiliste kütuste põletamisel peab suits olema läbi-
paistev.

35. Kütja tööriistad

Keskküttekatelde ja abiseadmete teenindamiseks ning korrashoiuks vajab kütja mitmesuguseid tööriistu. Eeskirjade kohaselt keskküttekatalamajale ettenähtud tööriistade loetelu on toodud lisas 6. Üksikute tööriistade arv sõltub teenindatavate seadmete arvust ja määratakse kindlaks katlamaja administratsiooni (valdaja) poolt.

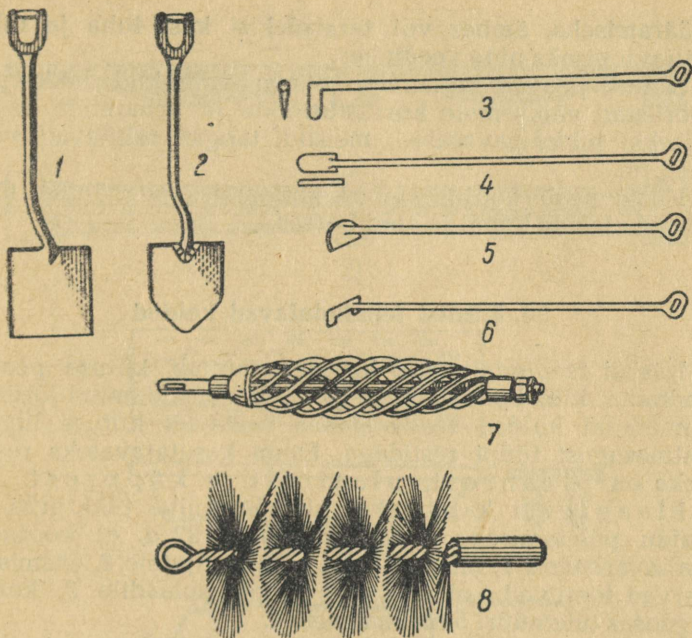
Kõige suuremat füüsilist tööd nõuab kütjalt restiga kollete teenindamine. Seejuures vajalikud põhilised tööriistad on toodud joonisel 81.

Laia otsaga kühvli 1 kasutatakse kütuse viskamiseks koldesse, ümmarguse otsaga labidat (kühvli) 2 kütuse võtmiseks laost või virnadest.

Restinoga (lõikekangiga) 3 lõigatakse resti alt läbi räbukiht, mis ummistab restipiide vahed ja takistab õhu voolamist läbi kütusekihi. Restinuga kujutab endast ligikaudu 0,5 m võrra restist pikema varrega teravat roopi. Ummistunud restivahede läbitorkimiseks kasutatakse ka terava otsaga varrast (ora).

Kangi 4 kasutatakse paakunud kütusekihi lahtimurdmiseks ja kergitamiseks, samuti räbu lahtimurdmiseks restilt selle puhastamisel. Kangi ots on tehtud lamedaks, mis võimaldab tema kergemat lükkamist kokkusulanud räbukihi alla.

Roopi 5 kasutatakse põleva kütuse ning räbu välja-



Joon. 81. Kütja tööriistad:

1 — laia otsaga kühvel; 2 — ümmarguse otsaga kühvel; 3 — restinuga; 4 — kang; 5 — roop; 6 — tasandusraud; 7 — teraslinthari; 8 — terastraathari.

tõmbamiseks koldest, põleva kütuse laialiajamiseks (kihi tasandamiseks) ja tuha väljatõmbamiseks tuharuumist.

Tasandusrauda 6 kasutatakse põleva kütusekihi tasandamiseks.

Pikkade restide puhul kasutatakse kahes suuruses roope, kange ja restinuge — pikki ja lühikesi: esimesed on kolde tagumise otsa teenindamiseks, teised — eesotsa jaoks.

Malmkatelde suitsukäikude ja teraskatelde suitsutorude puhastamiseks lendtuha ja tahmast kasutatakse harju, mis kujutavad endast varre külge kinnitatud terastraadist või teraslindist kimpe.

Peale nimetatud abinõude peab katlamajas olema veel kirves puude lõhkumiseks, vasar suurte söe- või põlevkivitükkide purustamiseks, kaalud või mõõtekast kütuse kulu

määramiseks, ämber või terasplekist kast tuha ja räbu väljaviimiseks ning veeämber.

Samuti peavad katlamajas olema vajalikud lukksepatööriistad väiksemate korrastustööde ja remontide tegemiseks: lukkseparvasarad, meislid, tangid, tellitavad võtmed jm.

Kütja peab hoolitsema, et katlamajas ettenähtud tööriistad oleksid kohal ja alati korras.

36. Käsitsi teenindatavad kolded

Käsitsi teenindatavates kolletes toimub kütuse pealeandmine, kihi kohendamine ja tuha eemaldamine käsitsi. Nimetatud kolded seadistatakse vastavalt kütuse liigile mitmesugust tüüpi restidega. Enam kasutatavateks restideks on plaanrest, plaatrest ja käpprest.

Plaanresti kasutatakse kivisöe, kuiva tükkturba ja puidu põletamiseks. Plaanrest (joon. 82, a, c) koosneb malmvarbadest 1, mis toetuvad põikkandjatele 2. Otsmised varvad toetuvad kolde esiosas roopimisplaadile 3, kolde tagaosas tulemüüri 5 malmalusele 4.

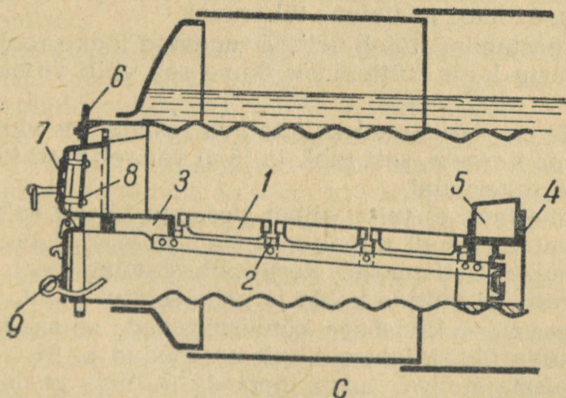
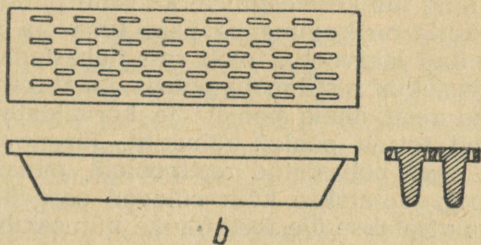
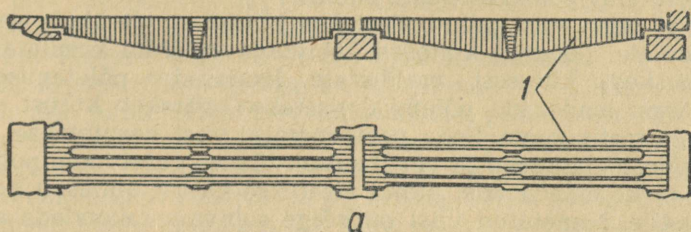
Restivarvad tuleb asetada koldesse vahedega, mis võimaldavad varbade paisumist soojenemisel. Restivarbadevaheliste õhupilude laius valitakse mittepaakuva kivisöe puhul 10—15 mm, paakuva kivisöe puhul 15—20 mm, tükkturba puhul 20 mm, puidu puhul 10—20 mm.

Rest asetatakse koldesse kas horisontaalselt või väikese kaldega (pikem rest), et kütjal oleks kergem visata kütust resti lõpposale.

Kihi paksus peene, lendosaderohke kivisöe puhul hoitakse 50—80 mm, suuretükilise lendosadevaese söe puhul 100—150 mm. Peent mittepaakuvat sütt on läbivarisemiskao vähendamiseks soovitatav segada paakuva söega; samal eesmärgil niisutatakse peent paakuvat sütt veega.

Kütust tuleb visata koldesse ühtlaselt üle kogu resti. Leegiliste süte pealeviskamine võib toimuda kolmel viisil:

a) esimese viisi puhul, mida kasutatakse horisontaalse gaasivooluga kateldes (leegitorukatlad), lükatakse tulised söed roobiga tahapoole ning visatakse siis resti esiosale värsket kütust. Õhukese tulise kihi tõttu eralduvad lendosad värskest kütusest pikkamööda, segunevad tahapoole liikudes restist läbivoolava õhuga ning põlevad



Joon. 82. Plaanrestiga sisekolle:

a - plaanrest; b - plaatrest; c - plaanrestiga sisekolle. 1 - restivarb; 2 - põkkandja; 3 - roop m sp.aat; 4 - tulemüri a.us; 5 - tulemüür; 6 - kolde esiplaat; 7 - koldeuks; 8 - uksekaitseplaat; 9 - tuharuumi uks.

tuliste süte piirkonnas täielikult ära. Nimetatud viis pole kasutatav paakuvate süte puhul;

b) teise viisi puhul visatakse kütust ainult ühele restipoolle. Põlenud kihiosast läbivoolavat õhku kasutatakse värsket kütusest eralduvate lendosade põletamiseks. Pärast lendosade põlemist visatakse värsket kütust teisele restipoolle. Seda pealeandmise viisi kasutatakse allkolletes, laia resti ja vertikaalselt tõusva gaasivoolu puhul;

c) kolmanda viisi puhul visatakse kütust ühtlaselt kogu restile. Nimetatud viisi on kõige sobivam rakendada väikeste mõõtmetega sisekolletes, kus gaaside vool on vertikaalne, ning lühikeseleegiliste kivisüte puhul.

Kui restile on kogunenud paks tuha- ja räbukiht, mis takistab õhu läbivoolu, tuleb rest puhastada. Selleks lastakse kütusekiht restil maha põleda, lükatakse kütuse põlevad osad resti ühele poolle ja kõrvaldatakse kangi ja roobi abil teiselt poolelt räbukiht. Järgnevalt lükatakse põlevad osad puhastatud restipoolle, puhastatakse resti teine pool, jaotatakse kõik põlevad osad ühtlaselt kogu restile ja visatakse üle resti õhuke kütusekiht. Kui see on süttinud, visatakse kütust täiendavalt juurde. Seejärel puhastatakse tuhasta restialune tuharuum.

Resti puhastamisel tuleb vältida tugevaid lööke roobi ja kangiga vastu katla küttepindu, kuna see võib viimaseid vigastada.

Kui kolle on varustatud kallutatava restiga, on viimase puhastamine kergem, sest tuhk ja räbu variseb resti kallutamisel ise tuharuumi.

Resti puhastamisel tuleb siiber peaaegu täiesti sulgeda ja jätta avatuks ainult niipalju, et suits ja leek ei tungiks läbi koldeukse katlamajja. Resti puhastamine peab toimuma kiiresti, et vältida kolde ja katla asjatut jahutamist.

Muus osas tuleb kivisöega kütmisel pidada silmas kõiki kütmistehnika üldisi juhiseid, mis on toodud p. 34.

Katla seismajätmisel tuleb lõpetada kütuse pealeandmine ja lasta kütusekiht maha põleda, vähendades ühtlasi koldesse antavat õhu hulka.

Tükkturba põletamisel plaanrestil on kihi paksus 400—600 mm sõltuvalt kütuse niiskusest. Värske kütus visatakse ühtlaselt kogu restile. Põlevat kihti tuleb aeg-ajalt roobitseda ja tasandada. Resti sagedane puhastamine pole tarvilik, kuna turba põlemisel tekib räbu väga vähe. Tuhk variseb kihi kohendamisel ise läbi resti.

Puudega kütmisel hoitakse kihi paksus vähemalt 500—600 mm. Jämedad halud tuleb lõhkuda peenemaks ja koldesse visata nii, et õhk pääseks neile juurde kõikidelt külgedelt. Põlevat kihti tuleb aeg-ajalt kohendada.

Plaanrestil võib vajaduse korral põletada ka tükkpõlevkivi. Sel juhul tuleb rest harvendada pilulaiuseni 25—30 mm. Kolle tuleb sisse kütta puude või kuiva turbaga. Põlevkiviga sissekütmisel kattuvad katla küttepinnad raskesti eemaldatava tahma- ja pigikorruga. Kihi paksus tuleb kütmisel hoida ligikaudu 200 mm; sobivaks tükisuuruseks on 40—100 mm. Põlevkivi tuleb visata koldesse 3—4 kühvliitait korraga.

Kütmisel tuleb jälgida, et kiht restil oleks ühtlase paksusega ja põlemine haaraks kogu resti pinda. Kihi pealtroobitsemine pole soovitatav; seda kasutada ainult kihi tasandamiseks ja tule ettepoole tõmbamiseks. Peamine kohendamine peab toimuma restinoaga altpoolt tuharuumi luugi kaudu. Sel teel hoitakse resti õhupilud puhtad ja tagatakse vajalik õhu juurdevool kütusekihile. Lisaks öeldule on kihi altroobitsemisel ka põlemata kütuseosakeste läbivarisemine restist väiksem kui pealtroobitsemisel.

Põlevkiviga kütmisel tekib rohkesti lendtuhka ja tahma, mis sadenevad katla küttepindadele. Seepärast peab katla küttepindu puhastama iga 4—5 tunni tagant.

Plaatrest. Lendosadevaeste süte ja antratsiidi puhul toimub põlemine peamiselt kihis, mistõttu viimase temperatuur on tunduvalt kõrgem kui lendosaderikaste kütuste puhul. Kihi kõrge temperatuuri tõttu kütuse tuhk resti vahetus läheduses pehmeneb ja osaliselt sulab ning ummistab allapoole vajudes kiiresti resti õhupilud. Seetõttu pole ülalnimetatud kütuste põletamine plaanrestil otstarbekas. Antratsiidi, samuti ka lendosadevaeste, kergesti sulava tuhaga kivisüte puhul kasutatakse plaatrest (joon. 82, b). Viimane kujutab kooniliselt allapoole laienevate aukude või piludega malmplaati paksusega ligikaudu 20 mm. Põlemisõhk läbib plaadi avasid kitsaste, ülespoole laienevate jugadena, mis teatud kaugusel restipinnast üksteist lõikavad. Aukude või pilude vahed resti vahetus läheduses jäävad ilma õhuta, mistõttu neis kohtades põlemist ei toimu. Põlemine algab alles seal, kus õhujoad üksteist lõikavad, seega restist teatud kaugusel. Pehmenenud või osaliselt sulanud tuhk, vajudes allapoole, jahtub ning

moodustab poorse, õhku läbilaskva õhupadja ilma resti ummistamata.

Antratsiidiga kütmisel köetakse kolle sisse puude, kuiva turba või kivisöega, mille järel minnakse üle antratsiidiga kütmisele. Antratsiiti põletatakse paksemas kihis (kihi paksus 100—200 mm) kui kivisütt. Kütuse pealeviskamine toimub ühtlaselt kogu restile ja suhteliselt suuremates kogustes.

Antratsiidi normaalsel põlemisel on leek valge ja lühike. Kui põlevale antratsiidikihile ilmuvad sinised keelekesed, siis märgib see õhu vähesust ning puudulikku põlemist. Parandamiseks tuleb kihti kohendada ja suurendada tõmmet (õhupuhumist). Rübukiht tuleb hoida paksem, mis väldib resti põlemist. Antratsiit nõuab põlemisel tugevat tõmmet. Otstarbekas on kasutada altõhu puhumist, mille rõhk reguleeritakse nii, et see ületab ainult kihi takistuse. Altõhu suurema rõhu puhul viiakse õhuga kaasa katla suitsukäikudesse palju lendtuhka, samuti peeneid kütuseosakesi.

Peene antratsiidi põletamiseks tuleb teda segada pakuva kivisöega.

Resti puhastatakse nagu kivisöe puhul, ainult selle erinevusega, et restile jäetakse osaliselt räbu ja jaotatakse sellele ülejäänud põlevosa. See väldib ka resti võimalikku räbutumist värske kütuse põlemisel.

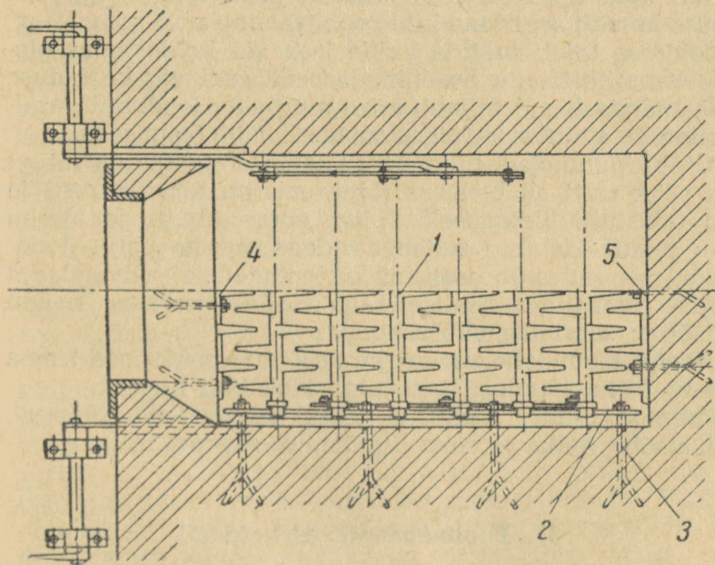
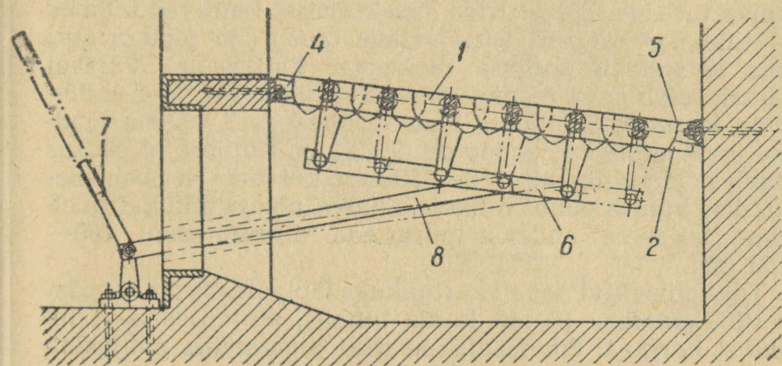
K ä p p r e s t i kasutatakse suuretükilise põlevkivi põletamiseks. Käpprest (joon. 83) koosneb kahele poole suunatud käppadega varustatud restilülidest 1, mis oma tapidega toetuvad külgekandjates 2 olevatesse õnarustesse. Külgekandjad on kinnitatud ankurpoltide 3 abil kolde mõlemale külgeinalale. Otsmised restilülid 4 ja 5 on ankurpoltidega kinnitatud koldeseintele liikumatult.

Keskmissi restilülisid on võimalik pöörata längu nii etteku kui ka tahapoole; pööramisel liiguvad ühe restilüli käpad teise lüli käppade vahelt läbi.

Restilülidel on all hoovad, mis on kinnitatud liikuvalt ühenduslatile 6.

Resti liigutamine toimub käsitsi liigutamishoovaga 7, mis ülekandelati 8 abil on liikuvalt ühendatud ühenduslatiga. Restilülide liigutamisel raputatakse tuhk põlevalt põlevkivitükilt lahti ning see variseb läbi resti tuharuumi. Restilülide käppadevaheliste pilude laius on 20—30 mm.

Käpprestid paigutatakse koldesse horisontaalselt või



Joon. 83. Käpprestiga kolle:

1 – restilülil; 2 – külgakandja; 3 – ankurpolt; 4 – eesmine kinnislülil;
 5 – tagumine kinnislülil; 6 – ühenduslaet; 7 – liigutamiskoob; 8 – üle-
 kandelatt.

väikese kaldega, et kütjal oleks kergem visata põlevkivi ühtlaselt restile.

Põlevkiviga kütmisel tuleb kolle sisse kütta puude või kuiva turbaga. Põlevkiviga sissekütmisel kattuvad külmad küttepinnad raskesti eemaldatava tahma- ja pigikorraga, mis halvendab soojuse ülekannet katlaveele. Värsket kütust tuleb anda restile võimalikult ühtlaselt, 4—5 kühvilitäit korraga. Seejuures eraldub üheaegselt vähem lendosi ja nende läbipõlemine on täielikum. Kütusekihi paksus tuleb hoida ligikaudu 250—350 mm, kuivema ja peenematükilise kütuse puhul rohkem. Suured põlevkivitükid tuleb enne koldesse andmist purustada tükisuuruseni 100—150 mm.

Tükkpõlevkivi nõuab korralikuks läbipõlemiseks sagedat resti liigutamist (8—10 korda tunnis), seejuures 2—4 liigutust korraga. Pikemaajaline resti liigutamine põhjustab põlemata kütuse hulgalist läbivarisemist.

Paakunud kihti tuleb roobitseda pealt ning ainult tarviduse korral; sagedane kihi roobitsemine pole soovitatav.

Koldesse tuleb juhtida kolde laes või koldekaelas olevate kanalite kaudu lisaõhku ja seda eriti värske kütuse pealeandmisel, mil toimub kiire ning elav lendosade eraldumine ja altõhust ei jätku viimaste läbipõlemiseks.

Altõhu puhumisel tuleb õhu andmist reguleerida nii, et õhu rõhk resti all oleks piirides, mis on tarvilik resti ja kihi takistuse ületamiseks. Liiga suure tõmbe ja altõhu rõhu puhul kistakse suitsugaasidega kaasa palju lendtuhka, mis sadestub osaliselt küttepindadele, halvendades soojuse ülekannet, osaliselt aga lendub korstna kaudu välisõhku, saastates ümbruskonda.

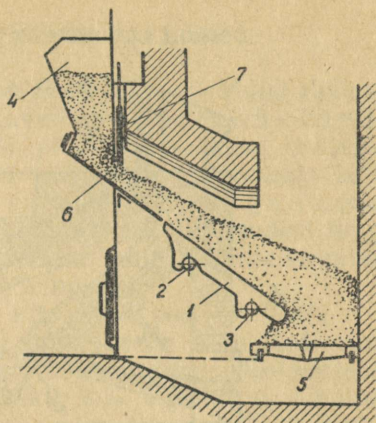
Leegi tumepunane värvus ja mustad tahmajooned leegis näitavad õhu puudust, helevalge leek õhu liigsust.

Katla koormuse tõstmisel tuleb suurendada tõmmet, põlemisõhu hulka ja resti liigutamise sagedust.

37. Poolmehaanilised kolded

Poolmehaanilistes kolletes liigub kütusekiht restil raskusjõu mõjul. Kolde puhastamine tuhast ja rübust on seetõttu mõnevõrra kergem. Kihi käsitsi kohendamine pole tavaliselt tarvilik. Kolded tükkturba ning saepuru põletamiseks varustatakse kas kald- või liikumatu trepprestiga.

Joon. 84. Kaldrestiga kolle:
 1 — restivarb; 2 — ülemine
 kandja; 3 — alumine kandja;
 4 — täitekolu; 5 — räburest;
 6 — roopimisplaat; 7 — kihisiiber.

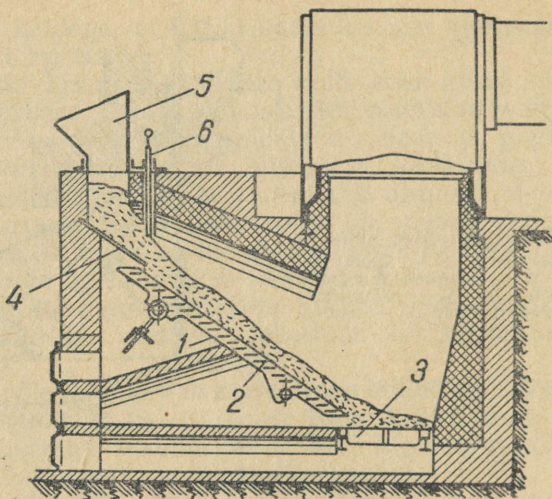


Kaldrest (joon. 84) koosneb malmvarbadest 1, mis asetatakse koldesse ligikaudu kütuse loomuliku varisemisnurga all. Viimane on õhukuival tükktribal ja saepurul $32\text{--}36^\circ$. Restivarvad toetuvad üleval ja all torukandjatele 2 ja 3. Joonisel kujutatud kolle on varustatud täitekoluga 4, mis võimaldab kütuse ühtlasemat pealeandmist ja väldib kolde jahutamist külma õhu poolt. Kütus variseb koldest malmist roopimisplaadile 6 ja sealt restivarbadele. Kaldresti alumise osa jätkuna kasutatakse tavaliselt horisontaalset räburesti 5. Viimase ja kaldresti otsa vahele jäetakse ligikaudu 100 mm laiune vahe tuha ja räbu maharoobitsemiseks. Kolle varustatakse kihisiiberiga 7, mis võimaldab reguleerida kihi paksust restil.

Liikumatu trepprest (joon. 85) koosneb kahest külgakandjast 1, mille väljaulatuvatele astmetele toetuvad restiplaadid 2. Resti kalle valitakse kütuse loomulikust varisemisnurgast väiksem ja ulatub saepurul 40° -ni, tükktribal 30° -ni. Trepprestil on nagu kaldrestilgi alumises osas plaatidest või varbadest koosnev räburest 3. Viimane ehitatakse sageli kallutatavana, mis kergendab resti puhastamist sellele kogunenud tuhast ning räbust.

Et kütus jääb treppresti astmetele peatuma, siis tekib igal astmel põlemispesa, mis soodustab kütuse kuivamist ning süttimist. Seetõttu võib trepprestil põletada ka suure niiskusesisaldusega kütuseid.

Kolde sissekütmiseks asetatakse kaldrestile ja räbures-



Joon. 85. Liikumatu trepprestiga kolle:
 1 — külgakandja; 2 — restiplaat; 3 — räburest; 4 — roop-
 misplaat; 5 — täitekolu; 6 — kihisiiber.

tile kuiva, kergesti süttivat kütust, mis süüdatakse mit-
 mest kohast. Kui kolde müüritis on seestpoolt küllalt soo-
 jenenud, minnakse üle harilikule kütusele. Kihi paksus
 valitakse samasugune nagu plaanresti puhul.

Puhta resti korral peab restialusest ruumist paistma üht-
 lane punakas tulekuma. Tumedad kohad restil märgivad
 ummistumisi, heledad kohad aga paljakspõlenud kohti,
 kust voolab intensiivselt õhku läbi.

Kui kütus resti kaldosal korralikult ei libise, tuleb kihti
 täite- või roobitsemisava kaudu roobitseda ning restivar-
 bade vahed restinoaga läbi lõigata; põlenud kihti tuleb
 aeg-ajalt tasandada ja kohendada.

Treppresti puhul tuleb tuhka mitu korda vahetuses ast-
 metelt ettevaatlikult maha roobitseda, jälgides, et põle-
 mispesad jääksid terveks. Samuti tuleb tuhka aeg-ajalt
 eemaldada räburestilt, jättes osa sellest kald- ja räburesti
 vahelisse pilusse, et vältida sealtkaudu hulgalist õhu
 sisseimemist.

38. Kaheastmelise põlemisega kolded

Kaheastmeliste kolletena on Eesti NSV-s leidnud rakedamist põlevkiviküttel töötavad poolgaaskolded. Säärastes kolletes põletatakse põlevkivi tavalise koldega võrreldes paksemas kihis ja väiksema õhuvooluga läbi kütusekihi. Selle tulemusena eraldub nn. poolgaas, mis sisaldab veel suurel määral põlemisvõimelisi lendosi ning vingugaasi, sest läbi resti koldesse juhitud õhust ei piisa põlevikivigaaside täielikuks põlemiseks.

Poolgaas juhitakse kolde kitseneva osa — kaela — kaudu kolde esimesest osast müüritisega eraldatud teise ossa või kambrisse, kus see põleb lõplikult. Koldekaela juhitakse avasid mööda lisaõhku, mis seguneb seal kolde esimesest astmest tuleva poolgaasiga. Poolgaasi hea segunemine põlemisõhuga kitsas kanalis tagab põlevkivigaaside täieliku ja tahmavaba põlemise. Selliste kolletega varustatud katelde korstnatest väljub hõre, läbipaistev suits.

Häid tulemusi annab lisaõhu ettesoojendamine kolde müüritise kanalites. Mida kõrgem on lisaõhu temperatuur, seda täielikum on põlemine.

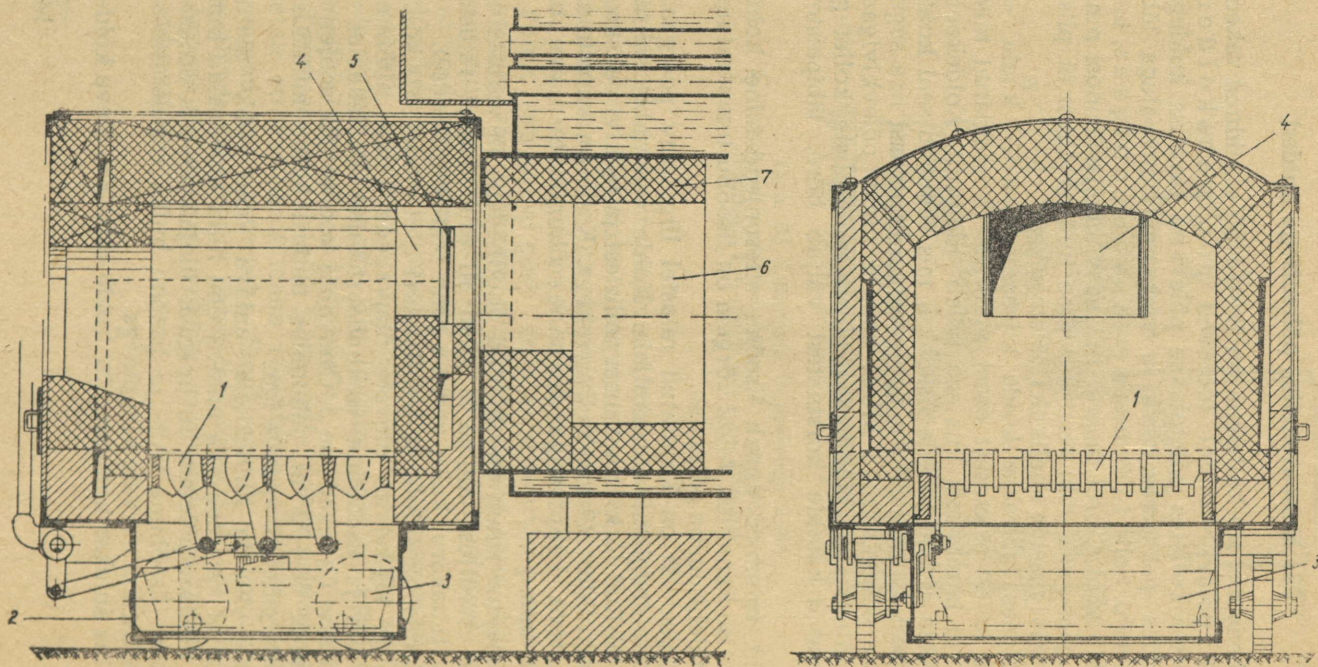
Joonisel 86 on kujutatud ratastel liigutatav poolgaas-eeskolle leegi-suitsutorukatlale. Kolde esikambri seinad on müüritud $\frac{1}{4}$ kivi paksuses tellistest ja $\frac{1}{2}$ kivi paksuses šamottkividest 40 mm-se õhuvahega. Kolle on varustatud liigutatava käpprestiga 1, mille õhupilude laius on 20—25 mm.

Restialune ruum on ehitatud õhutihedana ja varustatud kolde esiküljes luugiga 2. Resti all asub madal, ratastel liikuv tuhakäru, kuhu variseb tuhk resti liigutamisel.

Põlemisõhk juhitakse ventilaatori abil (joon. 87) kolde külj- ja tagaseinas olevate õhuvahede kaudu altõhuna resti alla ja lisaõhuna (sekundaarõhuna) koldekaelas 4 asuvatesse õhuavadesse 5. Õhuvahes voolav õhk soojeneb ligikaudu 60—70°-ni, jahutades ühtlasi kolde müüritist, mistõttu pikeneb viimase iga.

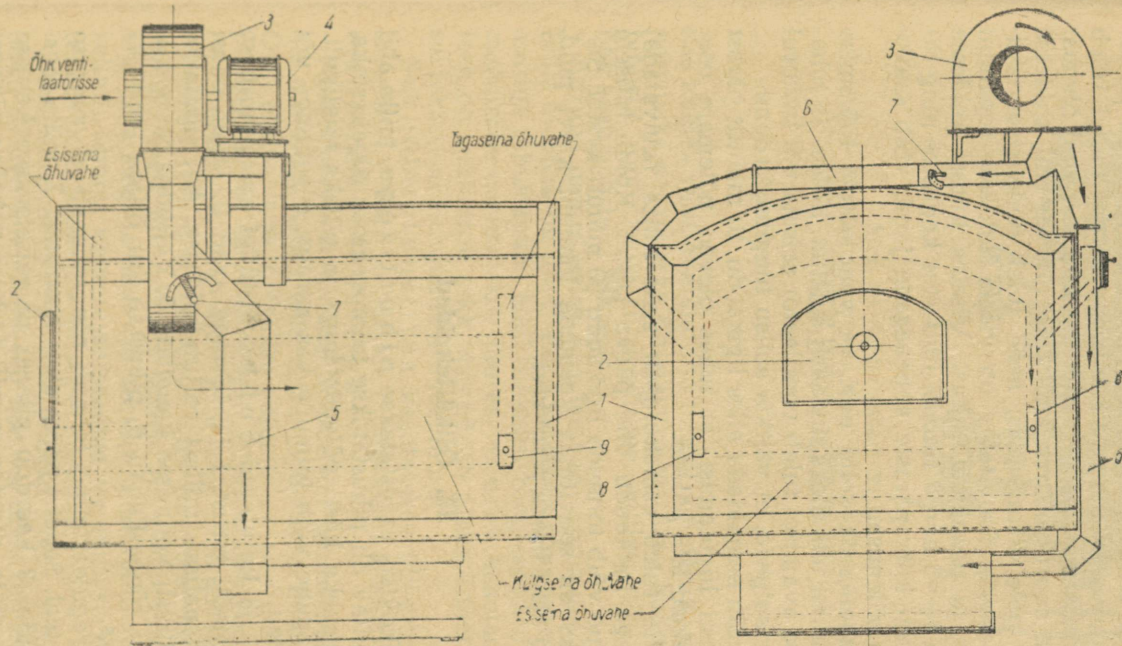
Resti alla ja koldekaela antava õhu rõhk ulatub 40 mm-ni vs; resti alla antava õhu hulk moodustab kuni 50% üldisest põlemisõhu hulgast; ülejäänud õhk antakse koldesse lisaõhuna. Alt- ja lisaõhu hulka reguleeritakse õhutorustikul asuvate klappidega.

Kütus antakse koldesse läbi kolde esiseinas oleva kolde-



Joon. 86. Poolgaaskolle leegi-suitsutorukatla:

1 — kääprest; 2 — tuharuumi luuk; 3 — tuhakäru; 4 — koldekael; 5 — õhuava; 6 — põlemisruum; 7 — šamottvooder.



Joon. 87. Poolgaaskoldesse õhu juhtimise skeem:

- 1 — kolle; 2 — koldeuks; 3 — ventilaator; 4 — elektrimootor; 5 — altõhutorustik; 6 — sekundaarõhutorustik;
 7 — õhuklapp; 8 — sekundaarõhuava (avatakse, kui kolle töötab ventilaatorita); 9 — kolde tagaseina õhuvähe puhastusiuk.

ukse. Kütusena kasutatakse tükkpõlevkivi. Kütusekihi paksus tuleb hoida piirides 250—350 mm, vastavalt põlevkivi tükisuurusele. Jämedamatükilise kütuse puhul tuleb kasutada paksemat, peenematükilise kütuse puhul õhemat kihti. Liiga suurte põlevkivitükkide (üle 20 cm) koldesse viskamine pole otstarbekas; need tuleb enne sisseviskamist peenestada. Soovitatav on visata koldesse segamini jämedamat ja peenemat kütust. Visates kütust koldesse tihedamini (4—5 korda tunnis) ühtlastes kogustes ning liigutades resti korrapäraste vaheaegade järel, võib saavutada puhta põlemise.

Tuleb hoolitseda selle eest, et ventilaatori töötamise ajal tuharuumi uks oleks tihedasti suletud. Kolde- ja tuharuumi ukse avamisel tuleb ventilaator seisata või imitorul olev siiber sulgeda, et vältida suitsu tungimist ruumi.

Tuhka võib eemaldada alles ligikaudu 10 minutit pärast viimast resti liigutamist, et tuhas olevad põlemata osakesed jõuaksid läbi põleda.

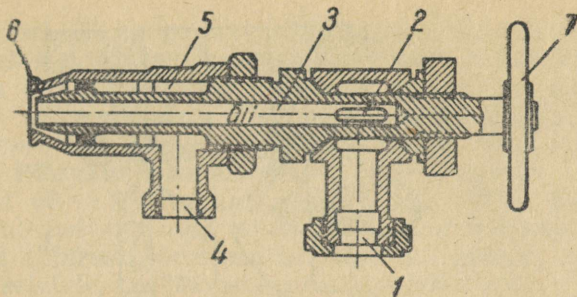
Uus kolle tuleb esmakordselt sisse kütta (kuivatada) kerge tulega ligikaudu ühe päeva kestel. Kolde hilisem sissekütmine võib toimuda ligikaudu 20 minuti kestel. Sissekütmiseks on soovitatav kasutada lõhutud kuivi puid, millele aeg-ajalt lisada põlevkivi.

39. Õliküttekolded

Õliküttekolded varustatakse pihustitega, mille abil koldesse antav õli pihustatakse tolmpenteks tilgakesteks, et see seguneks hästi põlemisõhuga ja põleks täielikult. Õli pihustamine võib toimuda kas auruga, suruõhuga või mehaaniliselt.

Joonisel 88 kujutatud Š u h h o v i-tüüpi aurupihustisse voolab kütteõli torust 1 ja läbinud avad 2, liigub edasi spindli 3 kanalis, millest väljub koldesse. Aur juhitakse torust 4 pihusti välimisse kanalis 5. Väljudes suure kiirusega läbi rõngaskanali 6, pihustab aur õlijoa peenteks tilgakesteks.

Pihusti reguleerimine toimub rõngaskanali 6 suuruse muutmise teel. Selleks pööratakse käsiratast 7, mille tagajärjel spindel 3 keerdub pihusti paigalseisvasse kerele või sellest välja, muutes spindli ja kere vahelise rõngaskanali laiust. Põlemisõhk juhitakse koldesse leegi alguses



Joon. 88. Suhhovi-tüüpi õlipihusti:

- 1 — kütteõli juurdevoolu toru; 2 — ava; 3 — spindel;
 4 — auru juurdevoolu toru; 5 — välimine kanal; 6 — rõn-
 gaskanal; 7 — käsiratas.

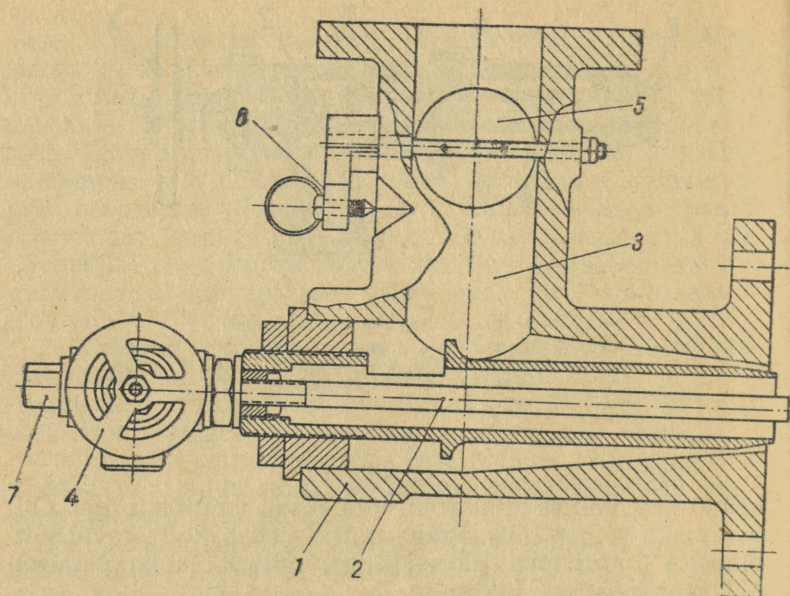
kas koldes valitseva alarõhu toimel või ventilaatoriga. Õli paremaks segamiseks õhuga varustatakse kolle tavaliselt pihustit ümbritseva tiibseadisega, millest läbivoolamisel õhk saab pöörleva liikumise.

Auruga pihustamist kasutatakse aurukatelde juures, mille tööõhk on üle 2 atü. Madalama rõhu korral ei anna auruga pihustamine häid tulemusi ning seetõttu pole seda madalarõhu-aurukatelde juures võimalik kasutada. Pihusti leek on suhteliselt pikk, mis nõuab pikka kollet. Töötamisel tekitavad aurupihustid suurt müra.

Suruõhupihustites kasutatakse õli pihustamiseks suruõhku. Need pihustid liigitatakse kõrgrõhu- ja madalarõhupihustiteks.

Kõrgrõhupihustites kasutatakse õli pihustamiseks suruõhku rõhuga üle 4 atü, mida toodetakse kompressoriga. Oma ehituselt ja töötamise põhimõttelt ei erine kõrgrõhupihustid palju aurupihustitest. Pihustist läbivoolava suruõhu hulk moodustab kuni 25% kogu põlemisõhu hulgest. Põlemiseks vajalik ülejäänud õhk juhatakse koldesse niisamuti nagu aurupihusti puhul. Kõrgrõhupihustid annavad pika leegi ja nõuavad seetõttu pikka kollet. Tingituna sellest, samuti kompressorseadme vajadusest, neid pihusteid keskküttekatelde juures ei kasutata.

Madalarõhupihustites kasutatakse õli pihustamiseks õhku rõhuga kuni 300—400 mm vs, mida toodetakse ventilaatoriga. Võrreldes kõrgrõhupihustitega on madalarõhu-



Joon. 89. Madalrõhupihusti:

1 — kere; 2 — õlitoru; 3 — õhu juurdevoolu toru; 4 — reguleeriventil;
5 — õhuklapp; 6 — käepide; 7 — kork.

pihustite leek lühem ja ühtlasi laiem, mis võimaldab nende kasutamist ka keskküttekatelde juures.

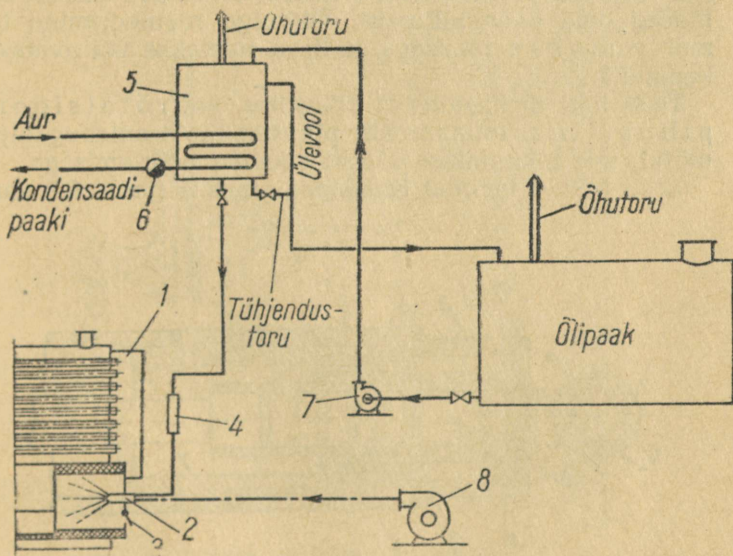
Joonisel 89 kujutatud madalrõhupihusti koosneb valatud kerest 1, millesse on asetatud õhutoruga ümbritsetud õlitoru 2. Pihustist läbivoolavat õli hulka reguleeritakse ventiiliga 4. Pihustusõhk rõhuga ligikaudu 250 mm vs antakse pihustisse ventilaatori abil. Õhu hulka, vastavalt katla koormusele, reguleeritakse pööratava õhuklapiga 5, mida on võimalik asetada soovitavasse asendisse käepideme 6 abil. Osa pihustusõhku voolab läbi õhutoru, osa aga läbi õhutoru ümbritseva kanali. Õhuvool, lõigates õlitorust väljuvat õlijuga, pihustab viimase peenteks tilgakesteks, mis õhuga hästi segunedes põlevad kolderuumis täielikult. Õlitoru puhastamiseks on pihusti varustatud keermetatud korgiga 7.

Pihusti kinnitatakse kolde esiplaadile kruvipoltide abil.

Joonisel 90 on kujutatud madalrõhupihustamisega õlikütte skeem. Kütteõli pumbatakse hammasratas- või käsi-
 pumba abil varupaagist katlamaja seinale lae alla üles-
 seatud tööpaaki, millest ta oma raskuse mõjul voolab
 pihustisse. Õli korralikuks pihustamiseks teda soojenda-
 takse. Põlevkivi-kütteõli nõuab eelsoojendust $60-80^{\circ}$,
 masuut $60-100^{\circ}$ (mõned sordid kuni 130°). Külma õli
 pihustub halvasti ning põleb seetõttu mittetäielikult, sest
 suured õlipiisad, jõudmata hõljudes ära põleda, langevad
 kolde seintele, kus jäävad suures osas põlemata.

Soojendamiseks juhitakse õli läbi eelsojendi, mida
 kõetakse kuuma vee või auruga. Kasutatakse ka õli soo-
 jendamist tööpaagis. Sel juhul asetatakse viimasesse
 siugtorustik, millest juhitakse läbi kuuma vett või auru.

Õhk juhitakse pihustisse ventilaatori abil, mis võib mit-
 mele katlale olla ühine. Pihustisse voolavat õhuhulka
 reguleeritakse pööratavate klappidega. Õli pihustamiseks



Joon. 90. Madalrõhupihustamisega õlikütte skeem:

1 — aurukatel; 2 — õlipihusti; 3 — sekundaarõhu luuk; 4 — õlieelsoo-
 jendi; 5 — tööpaak; 6 — kondenspott; 7 — õlipump; 8 — õhuventilaator.

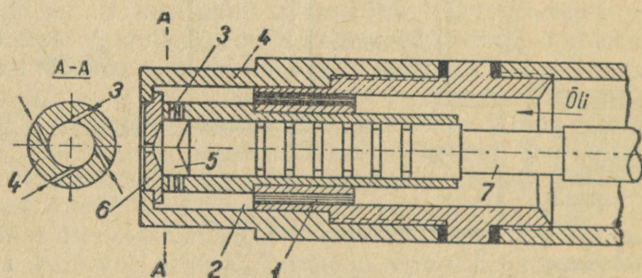
kuluv õhuhulk moodustab 60—75% üldisest põlemisõhu hulgast. Ülejäänud õhk juhitakse koldesse läbi õhuavade.

Töötamise kindlustamiseks ehitatakse õliküttekolded tavaliselt süütemüritisega, mis kolde töötamisel kuumeleb ja võimaldab õli kiiret ning häireteta süütamist leegi võimalikel kustumistel.

Mehaanilised pihustid jagunevad oma pihustamisviisilt kahte liiki. Esimestes toimub pihustamine sel teel, et õlipumba tugeva surve abil (5—15 atü) juhitakse õli läbi pihusti suudmes asuvate kitsaste avade või soonekeste, mis oma kuju ja asetusega annavad õliosakestele pöörleva liikumise. Pihusti suudmest väljumisel kaotab õli kohe surve ning pihustub peeneks uduks, mille viib kaasa koldesse suunduv õhuvool. Üks selline nn. Kalatševi-tüüpi pihusti on näidatud joonisel 91. Õli satub pihusti peas olevate avade 1 kaudu rõngaskambrisse 2 ja sealt viimase seina viltu puuritud kanalite 3 kaudu kambritesse 5. Seejuures antakse õlile keerisliikumine. Õliosakesed väljuvad pihustusseibi 6 keskel oleva ava kaudu, säilitades oma keerisliikumist. Õlihulga reguleerimine toimub varda 7 keeramisega, millega suletakse või avatakse kanalid 3.

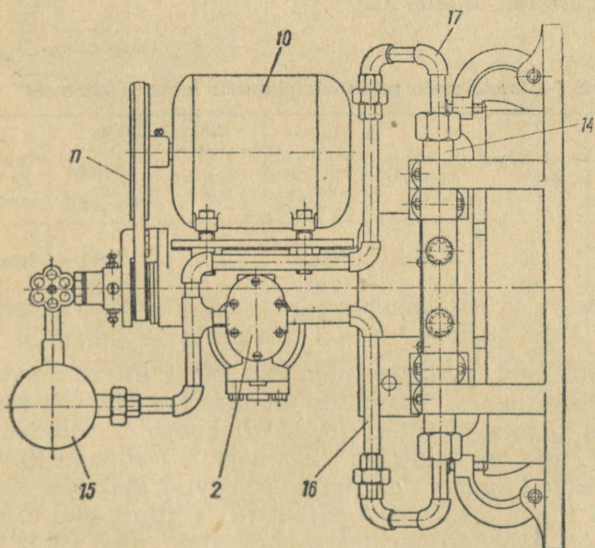
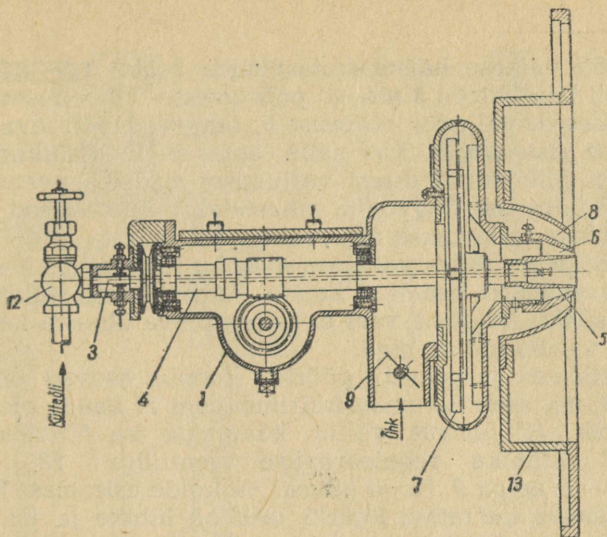
Teist liiki mehaanilistes pihustites, nn. rotatsioonipihustites toimub õli pihustamine tsentrifugaaljõu mõjul, mis tekitatakse pihusti suudme pöörlemisega.

Eesti NSV-s levinud rotatsioonipihustis (joon. 92) suru-



Joon. 91. Kalatševi-tüüpi mehaaniline pihusti:

- 1 — avad pihusti peas; 2 — rõngaskamber; 3 — keeriskanaliid;
4 — pihustipea; 5 — kamber; 6 — pihustusseib; 7 — reguleerimisvarras.



Joon. 92. Rotatsioonipihusti:

1 — kere; 2 — hammasrataspump; 3 — õlitoru; 4 — õõnesvõll; 5 — õlikoonus; 6 — õhukoonus; 7 — õhuventilaator; 8 — õhukanal; 9 — õhuklapp; 10 — elektrimootor; 11 — kilrihmaajam; 12 — õli reguleerimise ventiil; 13 — koldeuks; 14 — kandetelg; 15 — õlieelsoojendi; 16 — õli juurdevoolitoru; 17 — ülevooutoru.

takse õli väikese hammasrataspumba 2 abil 1,5—2,5 atü rõhu all läbi õlitoru 3 pihusti pöörlevasse õlikoonusesse 5. Õliosakesed, väljudes õlitorust 3, langevad pöörleva õlikoonuse sisepinnale, kus neile antakse keerisliikumine. Sattudes õlikoonuse otsast väljumisel madalrõhuventilaa- torist 7 tulevasse õhuvoolu, pihustatakse õliosakesed pee- neks uduks ja kistakse õhuvooluga kaasa. Osa õhku ime- takse koldesse selles valitseva alarõhu tõttu pihustit ümb- ritseva välimise kanali 8 kaudu. Tarbe korral juhitakse põlemisõhku koldesse veel esiseinas oleva õhuava kaudu, mis on varustatud luugiga.

Ventilaator ja pihusti pöörlev koonus asuvad õõnes- võllil 4, mis saab liikumise kiilrihmajami 11 kaudu elektri- mootorilt 10. Samalt võllilt käitatakse ka õlietteande- pump. Õlihulka reguleeritakse ventiiliga 12, õhu- hulka — klapiga 9. Kogu pihusti on kolde esiseinast hõlp- sasti eemale keeratav. Pihusti leek on lühike ja lai.

ENSV-s toodetavate rotatsioonipihustite tehnilisi and- meid on toodud tabelis 22.

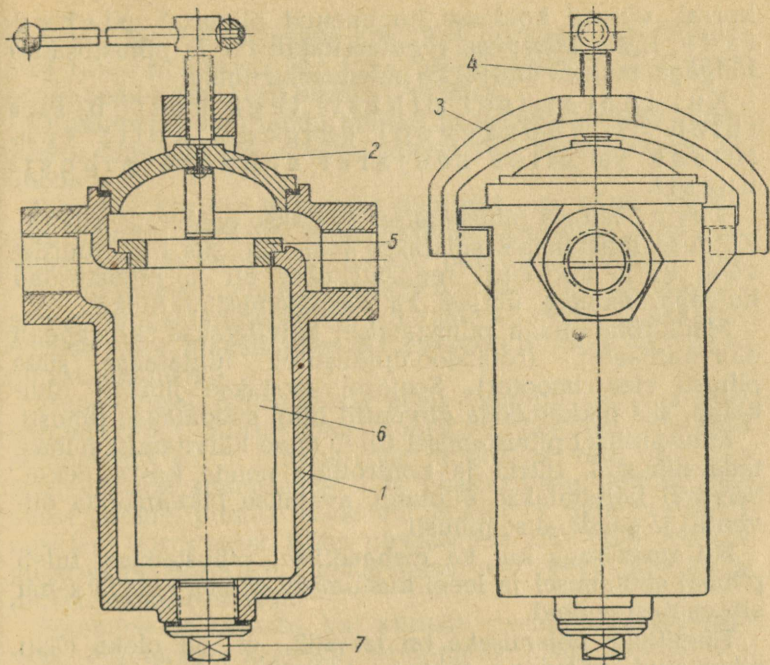
Tabel 22

ENSV-s toodetavate rotatsioonipihustite tehnilisi andmeid

Pihusti tüüp	Tootlikkus kg/h	Õli rõhk kg/cm ²	Pihusti koonuse pöörete arv minutis	Elektrimootori		Valmistaja tehas
				võimsus kW	pöörete arv minutis	
P-1-150	150	1,5—2,5	4600	1,7	2880	«Ilmarine»
P-2	40	1,5—2,5	3300	0,6	2830	„
P-3	50	1,5—2,5	3300	0,6	2830	„

Mehaanilised pihustid nõuavad hästi ettesoojendatud ning mehaanilistest lisanditest puhastatud õli. Õli puhas- tamiseks kasutatav filter (joon. 93) koosneb silindrilisest kerest 1, mis on varustatud kaanega 2. Viimane kinnita- takse kerele klambri 3 ja pingutuskrüvi 4 abil. Kerre 1 on asetatud rõnga 5 külge joodetud traatvõrgust sõel 6, mida läbides õli vabaneb mustusest. Aeg-ajalt tuleb filter lahti võtta ja sõel petrooleumiga pesta. Sõela ummistumisel ei voola pihustisse õli küllaldaselt määral, samuti näitab õli- torustikul olev manomeeter tavalisest kõrgemat rõhku.

Filtri kerel on põhjas kork 7, mis võimaldab filtri tüh- jendamist õlist.



Joon. 93. Ölifilter:

1 — kere; 2 — kaas; 3 — klamber; 4 — pingutuskrugi; 5 — rõngas;
6 — sõel; 7 — kork.

Öliküttekollete töösse rakendamisel tuleb enne pihustite süütamist kolle hoolikalt tuulutada, milleks avatakse korstnasiiber täielikult 10—15 minutiks. Seejärel tehakse koldesse puutuli ja alles pärast kolde küllaldast soojenemist minnakse üle öliküttele.

Auruga pihustamisel puhutakse läbi aurutorustik ja pihustid. Seejärel avatakse pihustusaur ja pärast seda vähesel määral õli; seiskamisel suletakse enne õli, siis aur. Pihusti leek süüdatakse harilikult õlise kaltsuga või takkudega, kusjuures tuleb seista kõrval, et koldest välja paiskuda võib leek ei tekitaks põletusi. Kui õli süütamine ei õnnestunud ja koldesse voolas õli, ei tohi süütamiskatset kohe korrata, vaid kolle tuleb enne tuulutada. Vastasel

korral võivad koldesse kogunenud õliaurud plahvata. Katla koormust reguleeritakse õli ja pihustusauru hulga, muutes ühtlasi ka põlemisõhu hulka.

Kui töötamisel pihusti leek kustub, siis tuleb õli juurdevool sulgeda, kolle tuulutada ja alles seejärel süüdata pihusti uuesti.

Suruõhuga pihustamisel avatakse enne õhk, siis õli. Kütmise lõpetamisel suletakse enne õli, siis õhu juurdevool. Katla koormust reguleeritakse õli ja pihustusõhu hulga, muutes ühtlasi ka lisapõlemisõhu hulka.

Madalrõhu-õhuga pihustamisel käivitatakse kõigepealt õhuventilaator (rotatsioonipihustitel lülitatakse sisse pihusti elektrimootor). Seejärel avatakse pihusti õhuklapp, siis pikkamööda õliventil ja süüdatakse pihusti.

Mehaanilisel pihustamisel tuleb enne käivitamist puhastada pihustid, filtrid ja kontrollida nende korrasolekut. Seejärel käivitatakse õlipump, avatakse pikkamööda õliventil ja süüdatakse pihusti.

Nii suruõhuga kui ka mehaanilisel pihustamisel tuleb pihusti süütamisel ja leegi kustumisel silmas pidada samu ettevaatusreegleid.

Täielikuks põlemiseks on tarvilik, et õli oleks hästi pihustatud, põlemine toimuks küllaldase õhuhulga juures, oleks kindlustatud õliosakeste hea segunemine õhuga ja segu põlemine enne kokkupuutumist suhteliselt jahedate küttepindadega. Samuti on tarvilik veel kolde kõrge temperatuur.

Õige õhuhulga puhul on pihusti leek oranžkollast värvi. Hele, sätendav leek märgib õhu liigsust, tume, mustade joontega leek ning tihe suits — õhu puudust.

Õli sattumisel pihustist müüritise kuumadele pindadele õli krakkub ja selle tagajärjel tekib müüritisele kõva koksi kiht, mida on raske eemaldada. Koksi tekkimist põhjustab samuti õli lekkimine pihustitest ning selle valgumine koldesse.

Pihustite seiskamisel tuleb nad pöörata koldest välja, et ebatihedustest väljatilkuv õli ei satuks kuuma koldesse ega moodustaks seal plahvatusohtlikke gaase.

Rotatsioonipihusti seiskamisel jätta ta mootor pärast õliventili sulgemist veel 1—2 minutiks töötama, et õlitorustik ja pihusti jõuaksid õlist tühjeneda. Enne pihusti mootori seismajätmist puhastada pihusti pöörlev koonus kalt-

sude või puuvillanarmaste abil õlist ja mustusest. Õlikoonust tuleb puhastada iga kord pärast kütmise lõpetamist või vähemalt üks kord ööpäeva jooksul.

Õlipihustid tuleb hoida puhtad ja jälgida, et kõik ühendused, topendid jne. oleksid korralikult kinnitatud ja õlitihedad.

Pihustite korratu töötamise põhjuseks on kõige sagedamini nende kanalite ummistumine kütteõlis olevatest mehaanilistest lisanditest. Samuti põhjustab pihustite korratu töötamist nende ülekuumenemine, mis on tingitud pihusti paigaldamisest liiga sügavale koldesse. Ülekuumenemise tõttu pihusti peas õli kokseerub, mille tagajärjel pihusti ummistub.

Mehaanilisel pihustamisel peab õlipump töötama ettenähtud rõhul. Kütja peab hoolikalt jälgima õlipumba manomeetri näitu. Pumba rõhu langemine võib olla põhjustatud õhu sissepääsust läbi ebatiheduste pumba imevasse poolde, pumba osade kulumisest ja rõhu reguleerimisklapi korratusest. Rõhu ülemäärane tõus võib olla tingitud peale õlifiltrite ummistumise veel survetorustiku ja pihusti ummistumisest.

Põlemine on korratu, kui kütteõli sisaldab ülemääraselt vett. Põlemisele kaasneb iseloomulik sisin koldes, mis tekib õlis oleva vee aurumisest. Suure veesisalduse puhul tekib leegi «puhvimine» ning leek võib isegi kustuda, mille tagajärjel õli valgub koldesse, kus ta aurustub ja võib põhjustada plahvatust.

Kui puudub küllaldane välisõhu juurdevool katlaruumi, siis pihustid hakkavad «suitsema» ning põlemine toimub suure keemilise kaoga.

Tõmbe vähenemine suitsukäikude ummistumisest, väärõhu sisseimemisest jm. võib põhjustada leegi võnkumist (pulseerimist) koldes. Küllalt suure pulseerimise korral tekib kolde uste ja katla teiste liikuvate osade vibreerimine, mis põhjustab tunduvat müra.

40. Gaasiküttekolded

Gaaspõletid. Gaasiküttekolded varustatakse põletitega, mille ülesandeks on gaasi ja õhu juhtimine koldesse. Gaasi täielikuks põlemiseks peavad põletid kindlustama gaasi ja õhu hea segunemise. Põleti tüüp

tuleb valida vastavalt gaasi rõhule ja kolde konstruktsioonile.

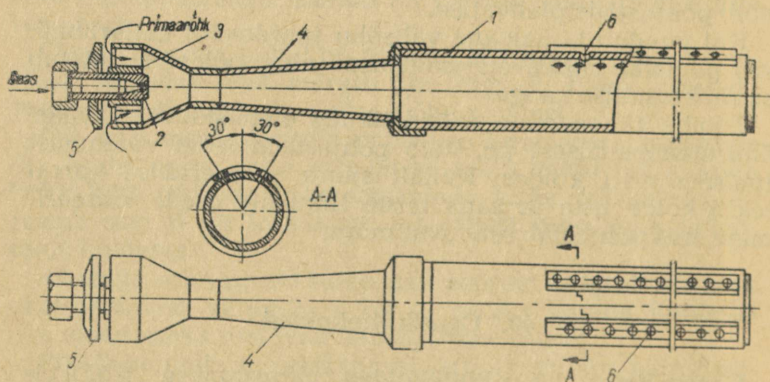
Gaasitorustike juures tehakse vahet madala (kuni 500 mm vs), keskmise (500 mm vs kuni 3 kg/cm²) ja kõrge (üle 3 kg/cm²) gaasi rõhu vahel. Keskküttekatalamajad töötavad madalal ja keskmisel gaasi rõhul.

Gasifitseeritud keskküttekatalamajades kasutatakse peamiselt madal- ning keskrõhu inžektsioonpõleteid ja segamispõleteid.

Inžektsioonpõletites imetakse õhk põletisse gaasivoolu poolt. Õhk ja gaas segunevad põleti sees. Juurdeimeta õhuhulk võib olla gaasi täielikuks põlemiseks kas küllaldane või mitteküllaldane.

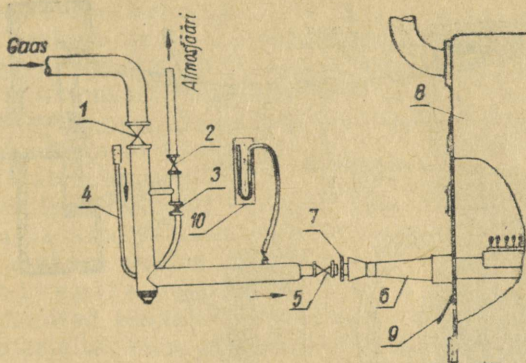
Madalrõhu inžektsioonpõletis (joon. 94) imetakse osa põlemisõhku kaasa gaasijoa poolt, kuna puudujääv osa voolab koldesse läbi õhuavadega koldes valitseva alarõhu toimel. Neid põleteid kasutatakse sageli sisekoldega malmkatelde juures gaasirõhu puhul kuni 50—60 mm vs.

Gaas juhitakse torustikust koonilisse düüsi 2, mis on kinnitatud ühenduspuksile 3. Suure kiirusega düüsi suudmest väljuv gaas tekitab põleti inžektsioon-segamiskambri 4 alarõhu, mille toimel imetakse sinna õhku (nn. primaarõhk). Õhu hulka reguleeritakse reguleerimis-



Joon. 94. Madalrõhu inžektsioonpõletis:

1 — kere; 2 — düüs; 3 — ühenduspuks; 4 — inžektsioon-segamiskamber;
5 — reguleerimisrib; 6 — gaasi-õhusegu väljavooluavad.



Joon. 95. Madalrõhu inžektsioonpõletiga katla gaasiseadmete skeem:

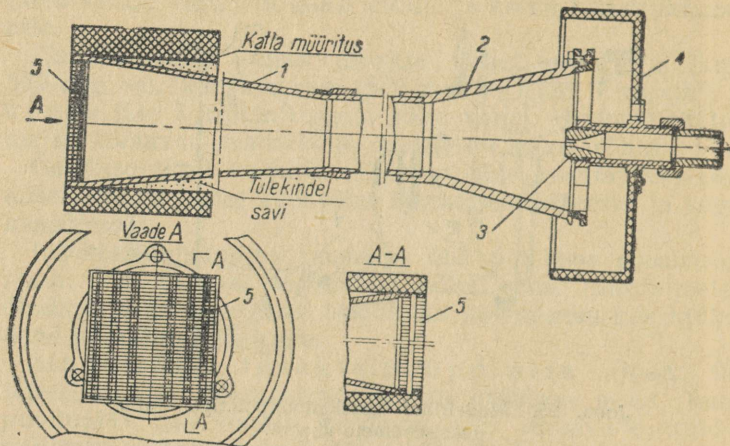
- 1 — gaasisiiber, 2 — läbipuhumisküünla kraan;
 3 — süütepõleti kraan; 4 — süütepõleti; 5 — põleti
 kraan; 6 — gaasipõleti; 7 — primaarõhu regulaator;
 8 — katel; 9 — sekundaarõhu luuk; 10 — manomeeter.

biga 5. Viimase pööramisega muudetakse põleti otsa ja seibi vahelise pilu suurust, mille kaudu voolab põletisse õhk. Inžektsioon-segamiskambris gaas ja õhk seguneb. Gaasi ja õhu segu väljub põleti 1 puuritud avadest 6 ning seguneb läbi õhuavade koldesse imetud lisaõhuga. Leegi kõrgus ulatub 300—600 mm. Põleti töötab tasase müraga.

Joonisel 95 on toodud madalrõhu inžektsioonpõletiga varustatud katla gaasiseadmete skeem.

Keskrõhu inžektsioonpõletis imetakse põlemiseks vajalik õhk juurde täielikult. Põleti on isereguleeriv, kuna ta kindlustab gaasi ja õhu hulga kindla vahekorra katla mistahes koormusel, samuti gaasirõhu muutumisel.

Joonisel 96 kujutatud inžektsioonpõleti koosneb malmist valatud või terasplekist kokku keevitatud kerest 1 ja inžektsioon-segamiskambrist 2, millesse on kinnitatud kooniline düüs 3. Suure kiirusega düüsiist väljuv gaas imeb inžektsioon-segamiskambrisse õhku, mille hulka on võimalik reguleerida pööratava regulaatoriga 4. Viimane on ka ühtlasi mürasummuti. Küllaldase põlemisõhu korral on inžektsioonpõletite leek lühike ja läbipaistev.

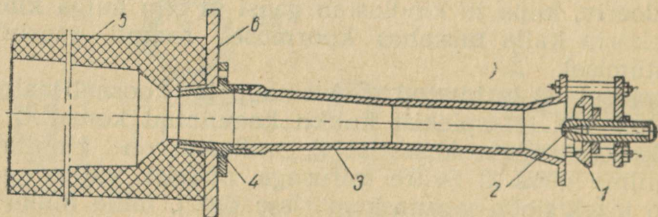


Joon. 96. Keskrõhu inžeksioonpõleti:

1 — kere; 2 — inžeksioon-segamiskamber; 3 — düüs; 4 — regulaator (mürasummuti); 5 — stabilisaator.

Keskrõhu inžeksioonpõletid varustatakse sageli plaat- või rõngasstabilisaatoriga või tulekindla keraamilise tunneliga (joon. 97). Stabilisaator asetatakse põleti väljumisavale. Plaatstabilisaator koosneb varrastele kinnitatud terasplekist ribadest laiusga 16 mm ja paksusega 0,5 mm. Üksikute ribad vahel on 1,5 mm vahemaa gaasi-õhusegu läbivoolamiseks.

Stabilisaator kindlustab gaasi-õhusegu korraliku süttimise ning väldib leegi sisselöömise põletisse. Põleti mon-



Joon. 97. Keraamilise tunneliga keskrõhu inžeksioonpõleti:

1 — õhu regulaator; 2 — düüs; 3 — inžeksioon-segamiskamber; 4 — suudmetükk; 5 — keraamiline tunnel; 6 — kolde es.p.aat.

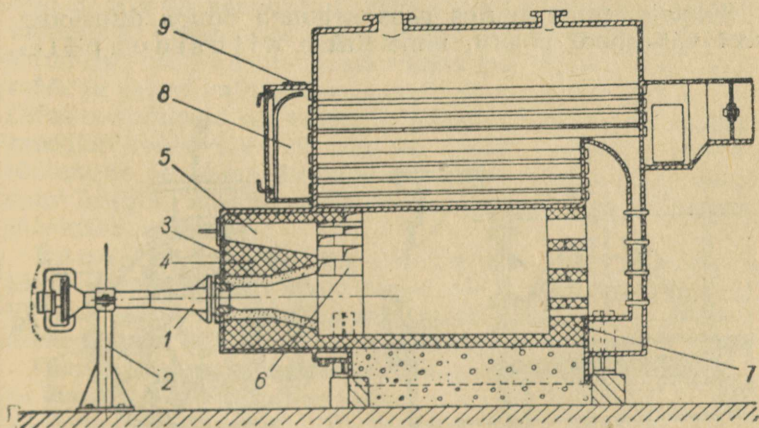
teeritakse koldesse selliselt, et tema väljumisava ristlõige oleks ühel joonel koldemüüritise siseseinaga.

Stabilisaatorit tuleb kaitsta ülekuumenemise eest — kiirgussoojusest. Kui katlal on mitu põletit, siis osa põletite väljalülitamisel tuleb viimaste primaarõhu regulaatorid jätta avatuks. Kõigi põletite väljalülitamisel tuleb neist teatud aja jooksul lasta veel läbi voolata õhku, mis jahutab stabilisaatorit.

Keraamilised tunnelid kuumendavad intensiivselt gaasiõhusegu ja kindlustavad stabiilse põlemise leegi minimaalse pikkuse juures. Seetõttu sellist põlemist nimetatakse ka leegita põlemiseks.

Keraamilised tunnelid valmistatakse kõrge tulekindlusega materjalist, kuna nad peavad taluma kõrget temperatuuri — kuni 1500—1600°.

Keskrõhu inžeksioonpõletiga varustatud leegisuitsutorukatel on näidatud joonisel 98. Põleti 1 on toetatud toele 2 ja kinnitatud kolde esiplaadile 3. Kolde esiosas on šamottkividest müüritis 4, mis moodustab soojusakumulaatori ja kindlustab gaasi korralikku süttimist. Leegitoru



Joon. 98. Keskrõhu inžeksioonpõletiga varustatud leegi-suitsutorukatel:

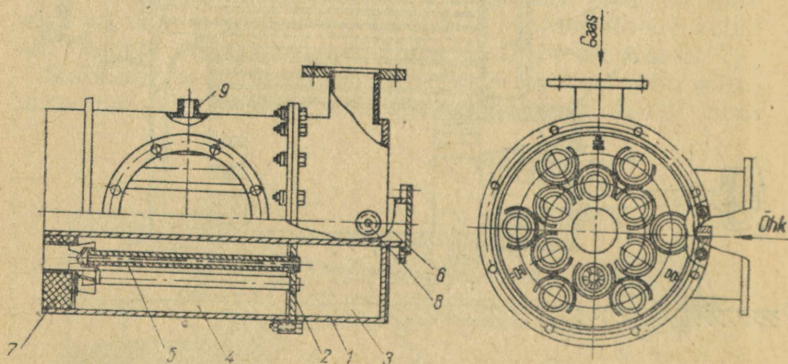
- 1 — põleti; 2 — tugi; 3 — kolde esiplaat; 4 — müüritis; 5 — vaateava;
6 — leegitoru voorderdis; 7 — järelpõlemisvõre; 8 — suitsukamber;
9 — plahvatusklapp.

esiosas on 60 mm paksune šamottvooder 6; leegitoru lõpus on ühe kivi paksune šamottkivist järelpõlemisvõre 7, mis kindlustab täieliku põlemise. Kolle on varustatud vaateavaga 5 ja suitsukambris 8 asuva plahvatusklapiga 9, mis väldib katla vigastumist gaasi võimalikel plahvatustel.

Madalarõhulise gaasi puhul kasutatakse ka segamispõletit (joon. 99), mille juures gaasi ja õhu segunemine toimub kolderuumis. Põleti koosneb silindrilisest kerest 1, mis on ühes otsas varustatud põhjaga. Põleti ruum on jagatud vaheseinaga 2 osaks. Väiksemasse ossa, nn. gaasikambrisse 3 juhatakse gaas, suuremasse ossa — õhukambrisse 4 — ventilaatori abil õhk rõhuga 50—300 mm vs. Gaas väljub gaasikambrit väikese läbimõõduga gaasitorusid 5 mööda. Õhk väljub gaasitorude ümber olevatest piludest, kusjuures õhu ja gaasi paremaks segamiseks õhuvool suunatakse gaasijugadesse nurga all. Põleti keskel asetseb toru 6 põlemise jälgimiseks ning gaasi süütamiseks. Õhu ja gaasi hulka reguleeritakse vastavate siibritega või kraanidega. Ärapõlemise vältimiseks on põleti suudmeosa ümbritsetud tulekindla vooderdisega 7.

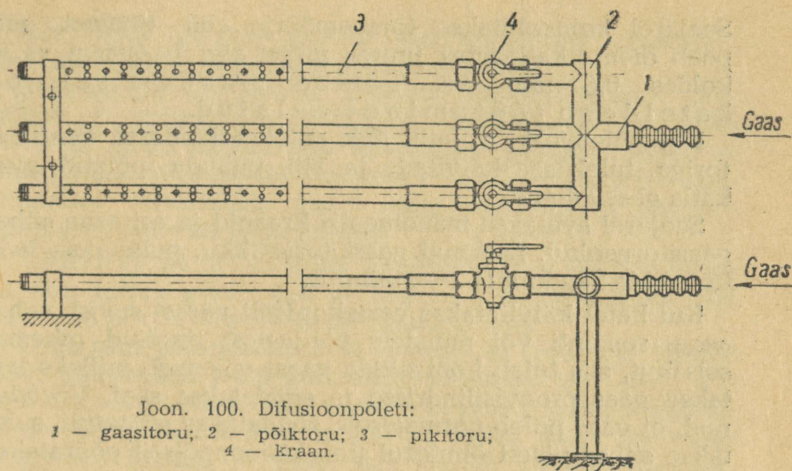
Leegi pikkus ulatub segamispõletite juures 0,5—3 m. Põletid töötavad praktiliselt mürata.

Põleteid, mille juures gaas seguneb õhuga difusiooni teel väljaspool põletit, nimetatakse difusioonpõle-



Joon. 99. Segamispõletit:

- 1 — kere; 2 — vahesein; 3 — gaasikamber; 4 — õhukamber; 5 — gaasitoru;
6 — vaatetoru; 7 — tulekindel vooderdis; 8 — tuts gaasirõhu mõõtmiseks;
9 — tuts õhurõhu mõõtmiseks.



Joon. 100. Difusioonpõleti:

1 — gaasitoru; 2 — põiktoru; 3 — pikitoru;
4 — kraan.

titeks. Kõige lihtsamat tüüpi difusioonpõleti kujutab endast toru, millesse on puuritud gaasi väljavooluavad.

Joonisel 100 toodud difusioonpõleti koosneb pikitorudest 3, mis on keevitatud põiktoru 2 külge. Pikitorud on varustatud kraanidega 4 gaasihulga reguleerimiseks. Pikitorudesse on puuritud gaasi väljavoolu avad, mille läbimõõt ja samm valitakse vastavalt gaasi rõhule ja hulgale. Difusioonpõleteid on võimalik kasutada ainult võrdlemisi madalarõhulise (10—20 mm vs) gaasi puhul. Nendega töötamine on lihtne. Difusioonpõletite puuduseks on leegi suur kõrgus, mistõttu nad nõuavad suuremat kollet kui injektioonpõletid.

Enne gaasiseadme kütmise alustamist tuleb veenduda, et katlamajas ei ole gaasi. Tundes gaasi lõhna, ei tohi alustada kütmist, vaid sellest tuleb viivitamata teatada katlaruumi eest vastutavale isikule.

Gaasi lõhna puudumisel tuleb katlaruum hästi tuulutada ja avada 10—15 minutiks katlasiiber ning koldeuks suitsukäikude tuulutamiseks. Tuulutamise võib lõpetada veidi aega pärast torustiku läbipuhumist küünalde kaudu. Seejärel kontrollida gaasitorustiku korrasolekut; torustiku kõik kraanid ja siibrid peavad olema kinni, läbipuhumistorustiku kraanid (küünlakraanid) lahti.

Töösse mittelülitatavate katelde siibrid tuleb sulgeda.

Seejärel kontrollitakse tõmbemõõtja abil tõmmet, mis peab olema katlasiibri juures mitte alla 1—2 mm vs ja koldes 0,5 mm vs. Tõmbe puudumisel on kateldegatöötamine keelatud.

Kui põlemiseks vajalik õhk antakse koldesse ventilatoriga, tuleb see käivitada ja läbi puhuda põletid ning katla gaasikäigud.

Seejärel avatakse manomeetri kraanid ja esimene siiber gaasitorustikul. Lasknud gaasi torustikku, puhutakse seda küünalde kaudu läbi 3—5 minutit.

Kui katel käivitatakse esmakordselt pärast suvist vaheaega, remonti või muudest põhjustest tingitud pikemat seisakut, siis tuleb kontrollida gaasi põlemist, milleks lastakse gaas proovisilindrisse ja süüdatakse seal. Veendunud, et gaas põleb normaalselt, süüdatakse süütetuli, suletakse siiber põleti õhutorul (inžeksioonpõletil pööratakse õhu reguleerimise seib paremale kuni lõpuni) ja viiakse süütetuli koldesse põletisuudme juurde, jälgides, et ta ei kustuks.

Juhtumil kui süütetuli koldesse viimisel kustus, tohib põleti uut süütamist alustada alles pärast 2—3 minutilist kolde tuulutamist. Kui põlevat süütetuld ei õnnestu koldesse viia, tuleb katlasiibri abil tõmmet veidi vähendada. Seejärel avatakse põleti gaasisiiber ja lastakse gaas põletisse. Kui gaas süttib valgustava leegiga, avatakse vähehaaval õhusiibrit (reguleerimiseibi). Leegi värvuse järgi reguleeritakse põletisse antav õhuhulk gaasi täielikuks põlemiseks parajaks. Küllaldase õhuhulga juures ning gaasi ja õhu korralikul segunemisel peab inžeksioonpõletitel leek olema lühike ja läbipaistev, difusioonpõletitel sinine. Pikk, läbipaistmatu ja helkiv leek näitab gaasi ning õhu halba segunemist ja mittetäielikku põlemist.

Mitteküllaldase põlemisõhu hulga juures leegi värvus on kollakaspunane ning leek suitsev. Põlemisel tekib vingugaasi ja tahma.

Pärast põleti süütamist eemaldatakse süütetuli koldest (kui see konstruktsioonist tingituna ei ole ette nähtud kolde alaliselt põlevana) ja asetatakse oma kohale, vähendatakse kraani abil süüteleeki ja jälgitakse viimase järgi gaasivoolu. Gaasitorustiku läbipuhumine lõpetatakse, kui küünlast ning süütepõletist väljub puhas gaas.

Kui katlal on mitu põletit, siis süüdatakse kõigepealt keskmine põleti ja seejärel äärmised põletid.

Esimese 20—30 minuti jooksul hoitakse gaasi rõhk põleti ees minimaalne (vastavalt instruksioonile antud katla ja põleti kohta). Kui kolderuumi vooderdis hakkab helendama, võib põleti koormuse tõsta normaalseks, suurendades vaheldumisi gaasi- ning õhuhulka ja jälgides seejuures pidevalt leeki koldes.

Töötamise ajal tuleb tähelepanelikult jälgida gaasi ja õhu rõhku põleti ees ja vältida rõhu kõikumist üle lubatava piiri. Põlemine peab olema rahulik.

Liiga suur põlemisõhu hulk, samuti ka liiga suur tõmme võib põhjustada leegi katkemist. Põlemine sel puhul toimub sisiseva heliga, leek väriseb ja püüab põletist eemalduda. Leegi täielik katkemine on ohtlik, kuna põlemine seejuures lakkab ja gaas, mis voolab kuuma koldesse, võib põhjustada plahvatust.

Korratu põlemise tunnuseks on ka leegi tagasilööök (sisselöömine põletisse), mille juures põlemine toimub põleti sees. Sel juhul on leegi levimiskiirus suurem gaasiõhusegu voolamiskiirusest põletis. Kõige sagedamini tekib leegi tagasilööök mitteküllaldase gaasihulga või rõhu puhul. Leegi tagasilöögil kuumeneb põleti tugevasti ja võib tööst välja langeda. Leegi sisselöömine põletisse esineb madal- ja keskrõhul inžektsioonpõletite juures. Põlemise stabilisaatoriga varustatud inžektsioonpõletitel, samuti korras segamispõletitel leegi tagasilööki ei teki.

Leegi katkemisel, samuti leegi tagasilöögil tuleb viivitamatult sulgeda põleti gaasikraan. Põletit võib süüdata uuesti alles pärast kolde tuulutamist vähemalt 10 minuti jooksul.

Põlemise stabilisaatoriga varustatud põletite juures tuleb vältida stabilisaatori ummistumist sellele sattunud paberitükikeste jt. võõrkehade poolt. Stabilisaatori ummistumise tunnuseks on suitsev leek koldes normaalse põlemisõhu hulga ja tõmbe korral.

Katla koormuse suurenemisel tuleb esialgu suurendada tõmmet, seejärel õhuhulka ja alles siis gaasihulka; koormuse vähendamisel tuleb algul vähendada gaasihulka ja alles seejärel põlemisõhku ning tõmmet. Inžektsioonpõleti puhul tuleb koormuse suurendamisel enne suurendada

gaasihulka, koormuse vähendamisel enne vähendada õhuhulka.

Koldes valitsevat tõmmet reguleeritakse korstnasiibriga. Tõmme kolde ülaosas tuleb hoida piirides 0,5—1 mm vs.

Kui tõmbemõõtja on rikkis, võib tõmmet ajutiselt kontrollida vaateava ette asetatud pabeririba abil. Normaalse tõmbe korral imetakse pabeririba vaateavasse sisse. Lah-tise tule (tiku-, küünlatuli jm.) kasutamine selleks ots-tarbeks on keelatud.

Pidevalt tuleb kontrollida gaasitorustiku ja armatuuri tihedust. Gaasiseadmed peavad olema hästi valgustatud.

Gaasikolde seiskamiseks tuleb viia põleti koormus miinimumini, vähendades vaheldumisi gaasi- ja õhuhulka. Seejärel tuleb kiiresti sulgeda põleti gaasiiber (kraan) ja veenduda, et leek kustus. Sel juhul võib olla kindel, et siiber või kraan on tihe. Kui leek ei kustu, tuleb siiber uuesti avada, jätta põleti töötama minimaalkoormu-sel ning sellest teatada katlaruumi eest vastu-tavale isikule. Kui see pole võimalik, kuid tööta-mine tuleb siiski lõpetada, suletakse ka järgmine siiber gaasitorustikul ja avatakse nende vahel olev küünla-kraan. Vahetuseraamatusse tuleb järgmisele kütjale tead-miseks teha märkus, et põletisiiber on ebatihe, ja siibrile kinnitada silt pealkirjaga «Siiber laseb läbi».

Pärast peasiibri sulgemist gaasitorustikul tuleb suitsu-käikude läbituulutamiseks jätta korstnasiiber 10—15 minutiks avatuks (õhuventilaatori olemasolul jätta see töötama).

Gaasiküttel töötavad kolded tuleb viivitamatult seisata järgmistel juhtudel:

- 1) gaasivoolu ootamatul ja täielikul katkemisel;
- 2) gaasirõhu langemisel põletite ees alla lubatud määra;
- 3) õhuvoolu katkemisel põletisse (õhuventilaatori seis-majäämisel);
- 4) gaasirõhu tugeval ja järsul tõusul põleti ees (põh-justatud regulaatori ja kaitseklapi korratustest);
- 5) gaasileegi kustumisel koldes;
- 6) tulekahju või selle ohu puhul katlaruumis;
- 7) kõikidel juhtudel, mis on ette nähtud katlainspekt-siooni «Eeskirjades katlamaja personalile».

Tugeva gaasilõhna ilmnemisel katlaruumis tuleb:

1) kustutada kõik lahtised tuled, nende hulgas ka põletid;

2) avada katlaruumi ukсед ja aknad;

3) kontrollida gaasitorustiku kõiki kraane, siibreid ja ühenduskohti;

4) teatada sellest katlaruumi eest vastutavale isikule või selle puudumisel linna gaasivõrgu avariiteenistusele;

5) otsida gaasi läbilaskekohti seebilahuse abil, hääle või lõhna järgi;

6) katlamaja juurde tuleb asetada valve möödaminejate hoiatamiseks. Jätta gaasi all olevat katlamaja järelevalveta on kategooriliselt keelatud.

Kuni gaasi väljavoolu likvideerimiseni on põletite süütamine ja kütmise jätkamine keelatud.

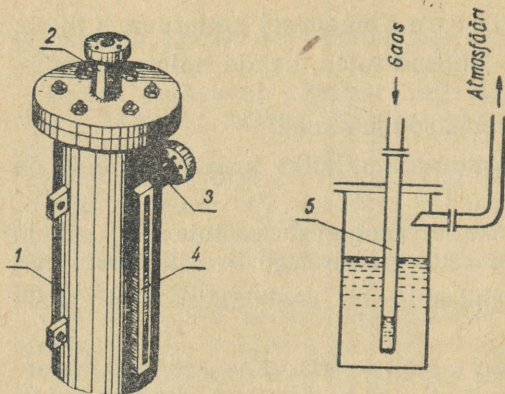
Kütjal tuleb meeles pidada, et gaasikütte eeskirjade rikkumine võib põhjustada gaasiplahvatusi. Ka tuleb arvestada, et suurem gaasikontsentratsioon õhus põhjustab vingugaasi (CO) mürgitust.

Katlamaja gaasiseadmed. Gaasipõletite korralikuks töötamiseks tuleb gaasirõhk nende ees hoida ettenähtud kõrgusel. Selle kindlustamiseks paigaldatakse gaasitorustikule hüdraulilised lukud, väljalaskeklapid ja kaitseklapid.

Kui gaasirõhk põleti ees kasvab ja hakkab ületama lubatavat piiri, rakendub töösse hüdrauliline lukk või väljalaskeklapp, mille tulemusena osa gaasi juhitakse atmosfääri ja taastatakse gaasitorustikus esialgne rõhk.

Juhtumil kui hüdraulilise luku või väljalaskeklapi töötamisele vaatamata gaasirõhk torustikus jätkab tõusmist, rakendub töösse kaitseklapp, mis katkestab gaasi juurdevoolu põletisse. Kaitseklapp suleb gaasivoolu põletisse ka sel juhul, kui rõhk põleti ees langeb alla lubatava piiri.

Hüdrauliline lukk (joon. 101) koosneb kerest 1, millele on kinnitatud gaasi juurdevoolututs 2 ja äravoolututs 3, sisemisest torust 5 ja mõõduklaasist 4. Kere täidetakse õliga või veega, mille tase valitakse vastavalt ettenähtud gaasirõhule. Rõhu tõusmisele üle lubatava piiri



Joon. 101. Hüdrauliline lukk:

1 — kere; 2 — juurdevoolutus; 3 — äravoolututs; 4 — mooduklaas; 5 — sisemine toru.

ületab gaasirõhk teda tasakaalustava vedeliku samba kõrguse ja gaas voolab atmosfääri. Vedeliku taset tuleb perioodiliselt kontrollida.

Hüdrauliline lukk rakendub töösse tavaliselt 20—30 mm vs madalamal rõhul kui kaitseklapp.

Väljalaskeklapp (joon. 102) koosneb kerest 1, millesse on asetatud painduv membraan 2. Viimasele mõjuv gaasirõhk tasakaalustatakse vedruga 3. Rõhu tõusmisel surutakse vedru kokku, klapp 4 avaneb ja gaas voolab atmosfääri, mille tagajärjel rõhk torustikus langeb. Vedru pinevust ja seega gaasi rõhku reguleeritakse poldi 6 abil.

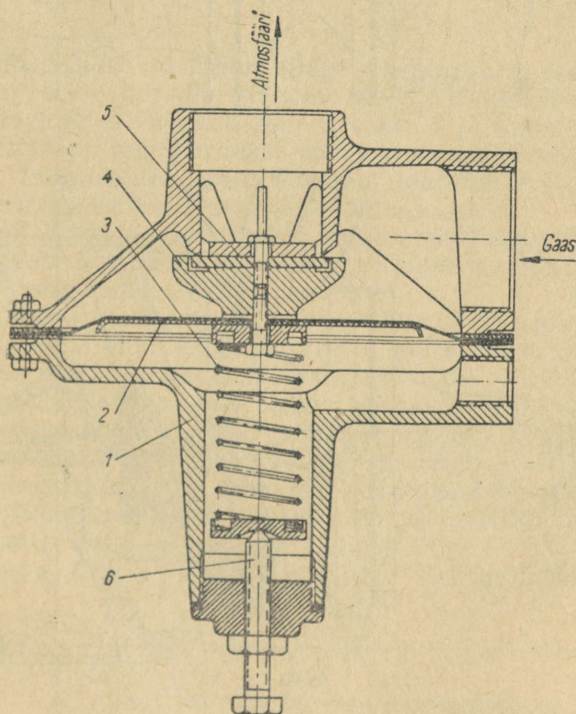
Väljalaskeklappi on võimalik kasutada nii madal- kui ka keskrõhulise gaasi puhul, valides vastava tugevusega vedru.

Joonisel 103 kujutatud kaitseklapp koosneb kerest 1, millele on kinnitatud membraanikarp 4. Rõhu regulaatori poolt vajaliku kõrguseni alandatud gaasirõhk mõjub impulsstoru 7 kaudu kaitseklapi membraani 19 alla. Membranivardaga 9 on ühenduses kahvel 17, mis on varustatud haakimisadmega 18 vasara 8 hoidmiseks ülestõstetud asendis. Klapitaldrik 2 hoitakse ülestõstetud asendis miinimumrõhu raskuse 6 abil, mis toetub hambaga tihvtile 5.

Töösasendis, nagu näidatud joonisel 103, voolab gaas vabalt läbi avatud kaitseklapi. Membraan asub keskasendis, kuna vedru 14 alumine taldrik 13 toetub membraanikarbi kaane sisemisele astmele ega avalda membraanile survet.

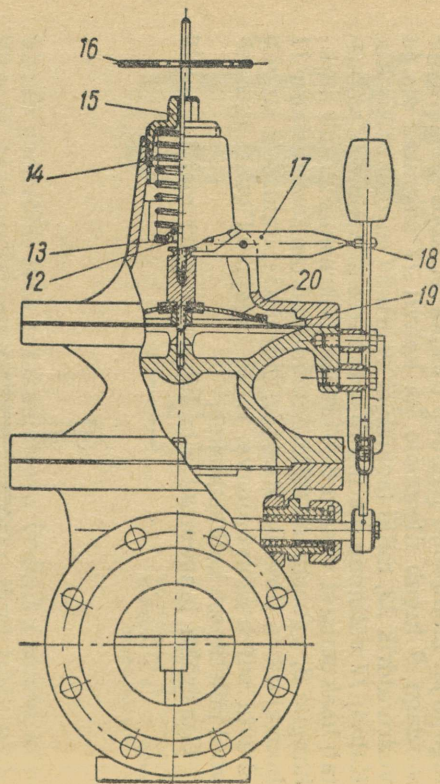
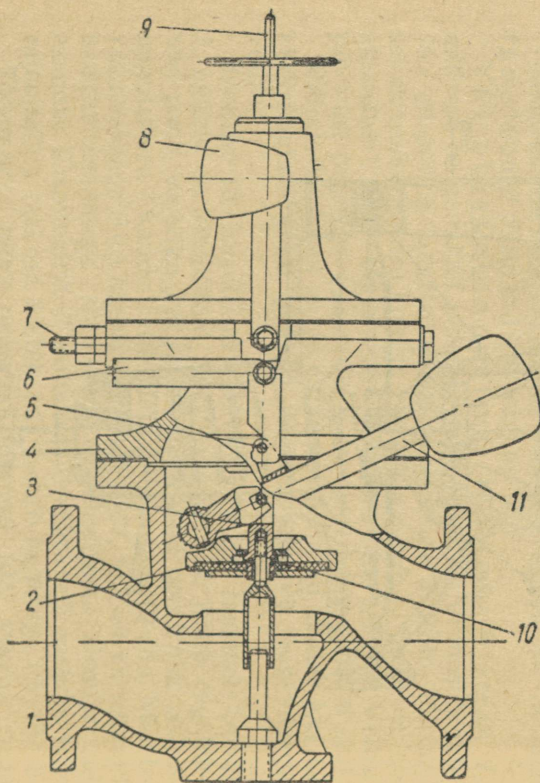
Gaasirõhu tõusmisel regulaatori taga üle lubatava piiri membraani alla mõjuv jõud ületab vedru pinevuse, mille tagajärjel membraan paindub ülespoole. Koos membraanivardaga 9 liigub ülespoole ka kahvli 17 sisemine ots ja vedrutaldrik 13, mille tagajärjel vedru 14 surutakse kokku. Kahvli 17 välimine ots liigub seejuures allapoole ja vabastab haakumisest vasara 8. Viimase löökraskus mõjub nurkangile 6, vabastades selle hamba haakumisest raskuse 11 hooval oleva tihvtiga. Raskuse mõjul klapitaldrik 2 langeb alla ja suleb läbivooluava, mille tagajärjel gaasi juurdevool põletitesse katkestatakse.

Gaasirõhu langemisel alla lubatava piiri membraan 19

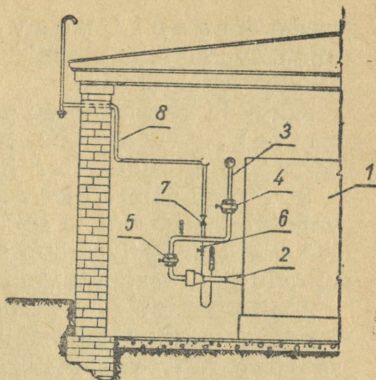


Joon. 102. Väljalaskeklapp:

1 — kere; 2 — membraan; 3 — vedru; 4 — klapp; 5 — kummitihend; 6 — reguleerimispolts.



Joon. 104. Läbipuhumisküünalde paigaldamise skeem:
 1 — katel; 2 — põleti; 3 — gaasitorustik;
 4 — gaasikraan; 5 — põletikraan;
 6 — süütepõletikraan; 7 — läbipuhumisküünla kraan; 8 — läbipuhumisküünal.



paindub raskuse 16 mõjul allapoole. Seejuures kahvli 17 sisemine ots vajub alla, välimine ots aga tõuseb ülespoole, mille tagajärjel vābaneb samuti vasar 8 ja klapp sulgub.

Kaitseklapp reguleeritakse soovitavale maksimaalrõhule vedru 14 pinevuse muutmise teel taldrikmuhvi 15 abil ning minimaalrõhule raskuse 16 valimise teel.

Klapitaldrikusse on ehitatud väike ülelaskeklapp 10, mis võimaldab rõhkude tasakaalustamist enne ja pärast kaitseklappi, kergendades viimase avamist.

Katlamaja gaasitorustik varustatakse läbipuhumistorudega ehk küünaldega, mille ülesandeks on vältida gaasi juhuslikku sattumist tööst väljalülitatud katelde kolletesse, samuti eemaldada gaasitorustikust atmosfääri gaasi-õhusegu enne põleti süütamist. Läbipuhumisküünlad (joon. 104) paigaldatakse jaotuskollektori lõppu ja gaasitorustikule enne viimast gaasi sulgemisseadet, s. o. enne põleti kraani või siibrit. Läbipuhumistoru ots juhitakse atmosfääri.

Mittetöötavate katelde läbipuhumisto-

Joon. 103. Väikesegabariidiline kaitseklapp:

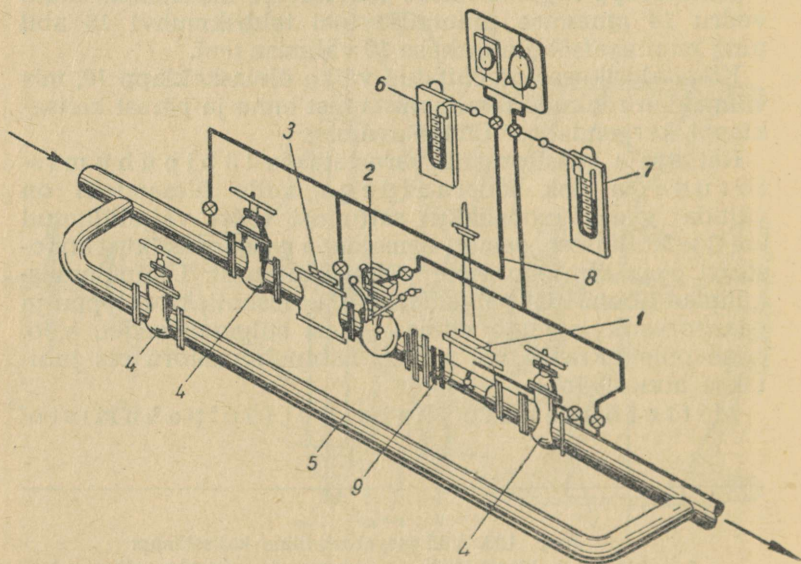
- 1 — kere; 2 — klapitaldrik; 3 — varras; 4 — membraanikarp; 5 — tiht; 6 — miinimumrõhu raskus; 7 — impulsstoru; 8 — vasar; 9 — membraanivarras; 10 — ülelaskeklapp; 11 — raskus; 12 — membraanivarda mutter; 13 — alumine vedrutaldrik; 14 — vedru; 15 — muhvitaldrik; 16 — raskus; 17 — kahvel; 18 — haakimisseade; 19 — membraan; 20 — membraantaldrik.

rude kraanid peavad olema avatud. Samuti tuleb avada läbipuhumistorude kraanid tööst väljalülitataval kateldel.

Kõrg- ja keskrõhuline gaas juhitakse põletitesse regulaatorjaama (joon. 105) kaudu, mille põhilisteks osadeks on rõhuregulaator, kaitseklapp ja filter.

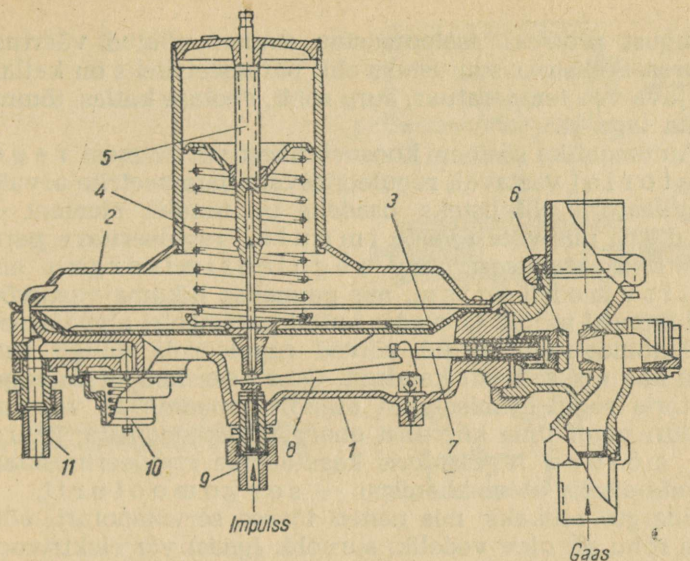
Rõhuregulaatori ülesandeks on gaasirõhu alandamine vajaliku kõrguseni ja selle hoidmine põletite ees ettenähtud piirides. Kaitseklapp suleb gaasivoolu põletisse gaasirõhu liigsel tõusmisel või langemisel.

Joonisel 106 on kujutatud rõhuregulaator PΔ-50M, mille membraanile 3 mõjub vedru 4 surve. Gaasi soovitatav rõhk regulaatorist väljumisel saadakse vedru pinevuse muutmise teel reguleerimiskruvi 5 abil. Rõhu tõusmisel regulaatori taga (põleti ees) kantakse selle mõju impulsstoru 9 kaudu membraani alumisele poolele, memb-



Joon. 105. Regulaatorjaama skeem:

- 1 — regulaator; 2 — kaitseklapp; 3 — filter; 4 — siiber; 5 — baipass;
6 — elavhõbemanomeeter; 7 — vesimanomeeter; 8 — impulsstorustik;
9 — kompensator.



Joon. 106. Rõhuregulaator:

- 1 — kere; 2 — kaas; 3 — membraan; 4 — vedru; 5 — reguleerimis-
 kruvi; 6 — klapp; 7 — klapivarras; 8 — nurkhoob; 9 — impulsstoru;
 10 — väljaviske-kaitseklapp; 11 — väljavisketoru.

raan paindub ülespoole ja nurkhoova 8 abil nihutatakse klapp 6 koomale. Selle tulemusena väheneb gaasi rõhk regulaatori taga. Kirjeldatud regulaatorit kasutatakse väiksemate tarbijate puhul, torustiku läbimõõdul 50 mm.

Gaasi puhastamiseks tolmust, õliaurudest jm. kasutatakse filtrit, mis asetatakse regulaatorseadme ette. Filtreeriva materjalina kasutatakse õliga niisutatud mererohtu, jõhvi, klaasvatti jm. Filtri takistuse suurenemisel tuleb filtreeriv materjal vahetada.

41. Keskküttekatelde töötamise automatiseerimine

Automatiseerimine võimaldab tõsta katelde töötamise ökonoomsust ja töökindlust ning vähendada teenindava personali arvu.

Automaatsel reguleerimisel hoitakse inimese abita min-

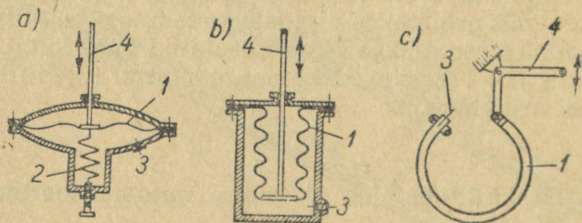
gisugust protsessi iseloomustav suurus nõutud väärtuse juures. Sellisteks suurusteks ehk parameetriteks on katlast väljuva vee temperatuur, auru rõhk, veetase katlas, tõmme katla taga jt.

Automaatika süsteem koosneb ühest või mitmest regulaatorist vastavalt reguleeritavate parameetrite arvule. Regulaatori põhilisteks osadeks on tundlik element — andur, mis võtab vastu impulsi reguleeritava parameetri muutumisest, ning reguleerimisorgan ehk täitev mehhanism, mis pannakse liikuma vastuvõetud impulsi mõjul, taastades antud parameetri algväärtuse.

Automaatregulaatorid võivad reguleerida mingit suurust kas otseselt või kaudselt. Otsese mõjuga regulaatoris reguleerimisorgani asendit muudetakse vahetult anduri poolt ilma kõrvalist energiat rakendamata; kaudse mõjuga regulaatoris kasutatakse reguleerimisklapi liigutamiseks abimehhanismi — servomootorit.

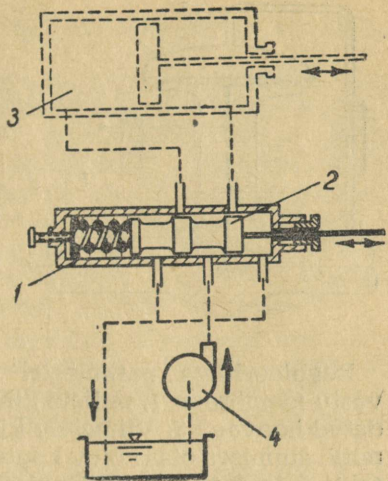
Energia allikaks, mis paneb töösse servomootori, võib olla rõhu all olev vedelik, suruõhk (gaas) või elektrivool. Vastavalt sellele, millise energia abil rakendatakse tegevusse automaatikaseadmed, tehakse vahet hüdrauliliste, pneumaatiliste, elektriliste ja kombineeritud süsteemide vahel.

Andurina rõhuimpulsside vastuvõtmiseks kasutatakse membraani, sülfooni, toruvedru (joon. 107); temperatuuriimpulsside vastuvõtmiseks — termopaari, vedelik- või gaastermomeetrit, takistustermomeetrit, termostaati; taseme muutuste vastuvõtmiseks — ujukseadist jt.



Joon. 107. Andurid rõhuimpulsside vastuvõtmiseks:

a — membraaniga; b — sülfooniga; c — toruvedruga.
 1 — tundlik element; 2 — vedru reguleeritava suuruse soovitava väärtuse seadmiseks; 3 — impulsi juurdeandmine; 4 — varras.



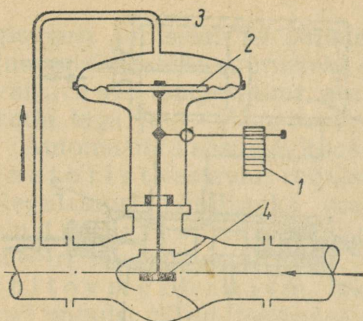
Joon. 108. Hüdrauliline võimendusrelee:

1 — silinder; 2 — reguleerimissiiber; 3 — servomootor; 4 — pump.

Abienergia juhtimiseks kaudse mõjuga regulaatorites kasutatakse võimendusseadmeid — releesid. Joonisel 108 toodud hüdrauliline võimendusrelee koosneb silindrist 1, milles olev reguleerimissiiber 2 pannakse liikuma anduri poolt vastuvõetud impulsi mõjul. Sõltuvalt siibri asendist juhitakse pumba 4 abil vedelik servomootori 3 silindri ühte või teise poolde, mille tagajärjel kolb liigub kas paremale või vasakule. Kolvivarrega on ühendatud reguleerimisklapp, mis kas suletakse või avatakse. Reguleerimissiibri keskasendi puhul servomootori kolb jääb liikumatuks.

Otsese mõjuga rõhuregulaator on näidatud joonisel 109. Regulaatori tundlikuks elemendiks — anduriks — on membraan 2. Keskkonna rõhu suurenemine või vähenemine torustikus kantakse impulsstoru 3 abil üle membraanile, mis selle tagajärjel paindub kas alla- või ülespoole ning suleb või avab temaga ühendatud klappi 4 seni, kuni rõhk klapi taga saavutab etteantud suuruse. Muutes raskuse 1 asendit hooval, võib muuta rõhku klapi taga soovitud piirides.

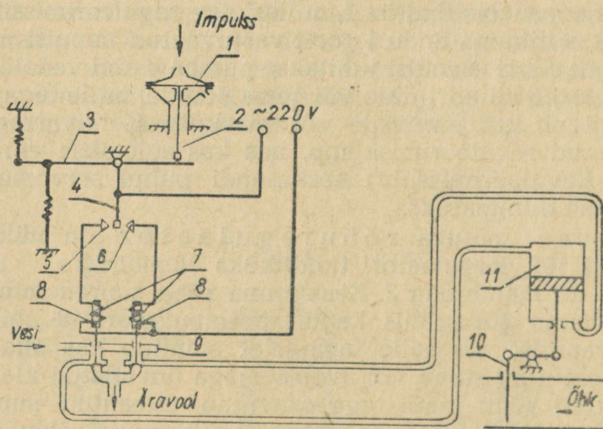
Kaudse mõjuga elektrohüdraulilise regulaatori skeem on toodud joonisel 110. Regulaator on ette nähtud põlemisõhu hulga reguleerimiseks.



Joon. 109. Otsese mõjuga rõhuregulaator:

- 1 — raskus; 2 — membraan;
3 — impulsstoru; 4 — klapp.

Reguleeritava parameetri (aururõhu) impulsi võtab vastu membraan 1, millele kinnitub varras 2, mis on ühendatud hoovaga 3. Viimasele kinnitub jäigalt elektrisiiber 4, mille alumises otsas olev kontakt asub kahe liikumatu kontakti 5 ja 6 vahel. Kui aururõhk vastab etteantud suuru-
sele, siis elektrisiiber 4 asub keskasendis ja elektrohüdrau-
lilise relee 7 mähiseid vool ei läbi. Relee ankrud 8 on äär-
mises alumises asendis ja vee väljavool torustikust 9 on
suletud. Selle tõttu vee rõhk servomootori 11 kolvi mõle-



Joon. 110. Elektrohüdraulilise regulaatori skeem:

- 1 — membraan; 2 — varras; 3 — hoob; 4 — elektrisiiber;
5, 6 — paigalseisvad kontaktid; 7 — elektrohüdrauliline
relee; 8 — ankur; 9 — veetorustik; 10 — reguleerimis-
organ (siiber); 11 — servomootor.

mal poolel on võrdne ning reguleeriv organ (siiber) õhutorustikul jääb liikumatuks.

Aururõhu tõusmisel membraan 1 liigub allapoole ning elektrisiibri 4 kontakt ühendub kontaktiga 5, mille tagajärjel vasakpoolse relee ahel sulgub. Relee mähist läbib elektrivool ning tekkiv magnetväli tõstab ankru üles. Selle tagajärjel vee rõhk servomootori silindri ülemises pooles väheneb (vesi saab välja voolata), servomootori kolb liigub ülespoole ja hakkab sulgema siibrit 10. Selle tulemusena juhitakse koldesse põlemisõhku vähem, põlemine pidurdub ning aururõhk taastub esialgse suuruseni.

Momendil, kui aururõhk saavutab ettenähtud väärtuse, relee ahel lahutatakse, ankur langeb alla, vee väljavool servomootori silindrist katkestatakse ning rõhk mõlemas silindripooles tasakaalustub, mille tagajärjel servomootori kolvi liikumine lakkab.

Kesküktekatelde automaatika koosneb tavaliselt kahest omavahel seotud süsteemist — reguleerimise automaatikast ja ohutusautomaatikast.

Katelde reguleerimise automaatika võimaldab ettenähtud tehnoloogilise režiimi hoidmist, ohutusa automaatika — katla tööst väljalülitamist töörežiimi rikkumisel (veeseisu langemine katlas, leegi kustumine koldes vedel- ja gaasiküttel, vajaliku tõmbe puudumine katla taga jne.), mis võib põhjustada avarii või õnnetusjuhtumi.

Joonisel 111 on toodud madalrõhulise gaasi küttel töötava inžektsioonpõletiga varustatud veekatla automaatika skeem. Kirjeldatav automaatika on pneumaatiline süsteem, kuna reguleerimisseadmete liikuma panemiseks kasutatakse gaasi rõhku.

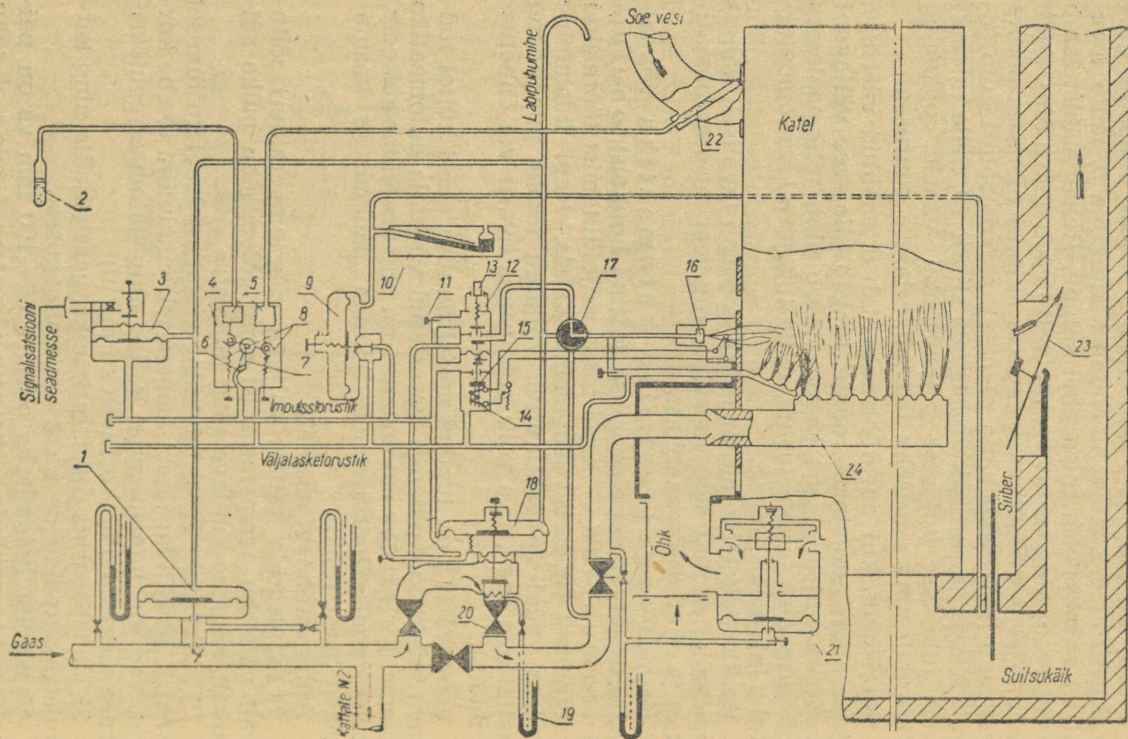
Automaatika võimaldab:

1) reguleerida katlast väljuva vee temperatuuri sõltuvalt välisõhu temperatuurist ning põlemisõhu hulka sõltuvalt koldesse juhitava gaasi hulgast;

2) katkestada gaasi juhtimine põletisse leegi kustumisel koldes, gaasirõhu järsul langemisel, puuduliku tõmbe korral, vee ülekuumenemisel katlas ning automaatreguleerimise süsteemi mittekorrasoleku puhul;

3) signaliseerida dispets'eripunkti gaasipõletite ning tsirkulatsioonipumpade tööst väljalangemisest.

Gaasirõhu hoidmiseks piirides 60—100 mm vs on paigaldatud torustikule rõhuregulaator 1, mis saab rõhu



impulsi gaasitorustikust peale regulaatorit. Rõhu suurenemisel regulaatori membraan kerkib ülespoole ja suleb temaga varda abil ühendatud reguleerimissiibri gaasitorustikul.

Pärast rõhuregulaatorit voolab gaas peaklappi 18, mille ülesandeks on põletisse antava gaasihulga reguleerimine, samuti gaasivoolu katkestamine põletisse. Peaklapp 18 on varustatud painduva membraaniga. Gaasirõhu muutumisel membraani all asetub viimane ümber ning paneb liikuma temaga varda abil ühendatud taldriklapi, mille tagajärjel põletisse juhitud gaasihulk kas suureneb või väheneb. Gaasirõhu langemisel alla 20 mm vs, samuti ohutusautomaatika töösse rakendumisel suleb peaklapp gaasivoolu katla põletisse täielikult.

Rõhu muutust peaklapi membraani all juhib temperatuuri suhte regulaator 4, mis on automaatika süsteemi peamine regulaator. Temperatuuri anduriteks nimetatud regulaatoris on manomeetrilised termomeetrid, millest üks (22) on katlast väljuva sooja vee temperatuuri mõõtmiseks, teine (2) välisõhu temperatuuri mõõtmiseks. Kummagi termomeetri termoballoon on ühendatud peene toru abil sülfooniga (gofreeritud toruga) 5. Manomeetrilise termomeetri 22 termoballoon on täidetud veega, termomeetri 2 oma klooretüüliga. Katlast väljuva sooja vee, samuti välisõhu temperatuuri muutumisel muutub termoballoon täitva vedeliku küllastunud auru rõhk. Rõhu muutus antakse edasi sülfoonidele 5, mis selle tagajärjel kas pikenevad või lühenevad. Üks sülfoonidest on tõmmita abil ühendatud liikuva väljavoolutoruga 6, teine klappiga 7, mis suleb väljavooluava.

Peaklapi 18 membraanialune ruum on temperatuuri suhte regulaatoriga ühendatud impulsstorustiku abil, mis on täidetud gaasiga. Gaas juhatakse impulsstoru elektromagnetilise klapi 12 ja drosseli 11 kaudu.

Sülfoonide pikenedmise või lühenemise tagajärjel gaasi

Joon. 111. Gaasikütel töötava veekatla automaatika skeem:
1 - rõhuregulaator; 2 - välisõhu temperatuuri andur; 3 - signaalelee; 4 - temperatuuri suhte regulaator; 5 - sülfoon; 6 - liikuv väljavoolutoru; 7 - klapp; 8 - vedru; 9 - tõmberelee; 10 - tõmbemõõtja; 11 - drossel; 12 - elektromagnetiline klapp; 13 - käivitusnupp; 14 - elektromagnetiline relee; 15 - relee ankur; 16 - süütepõleti termopaariga; 17 - kraan; 18 - peaklapp; 19 - manomeeter; 20 - kraan (siiber); 21 - õhu suhte reguleerimisklapp; 22 - sooja vee temperatuuri andur; 23 - tõmberegulaator; 24 - katlapõleti.

väljavoolamine impulsstorustikust läbi toru 6 väljalasketorru kas suureneb või väheneb, mille tagajärjel muutub gaasi rõhk impulsstorustikus ja järelkult ka peaklapi membraani all.

Täieliku põlemise saavutamiseks tuleb koldes hoida kindlat liigõhutegurit. Vajaliku gaasi ning põlemisõhu hulga suhte kindlustab õhu suhte reguleerimisklapp 21. Viimane koosneb kerest, mille alumisse ossa on asetatud membraan. See on varda abil ühendatud taldrikuga, mis reguleerib põlemisõhu läbivooluava suurust.

Klapi membraanialusesse ruumi antakse gaasi rõhuimpulss gaasitorustikust enne põletit. Põletisse antava gaasihulga suurenemisel suureneb gaasirõhk, membraan paindub ülespoole ja suurendab õhu läbivooluava, mille tagajärjel juhitakse koldesse rohkem põlemisõhku.

Katla taha suitsukäiku paigaldatakse otsese mõjuga tõmberegulaator 23. Viimane koosneb pöörlevast klapist, millele mõjub välisõhu ja suitsukäigus voolavate gaaside rõhkude vahe, samuti tasakaalustava raskuse moment. Kui tõmme gaasikäigus on suurem soovitud tõmbest, mille suurust reguleeritakse vastukaalu asetamisega hoovale, siis klapp pöördub suitsukäigu poole ja võimaldab välisõhul voolata suitsukäiku. Selle tagajärjel suureneb suitsugaaside erikaal ja väheneb nende temperatuur, mis toob kaasa tõmbe vähenemise. Pöördunud teatud nurga võrra, klapp peatub uues tasakaaluasendis.

Ohutusaautomaatika koosneb elektromagnetilisest klapist, tõmbereleest ning temperatuurireleest, mis on ehitatud temperatuuri suhte regulaatorisse.

Elektromagnetiline klapp 12 täidab kaitsereele ülesandeid süütepõleti leegi kustutamisel või selle termopaari tööst väljalangemisel, mis kontrollib põlemise olemasolu koldes. Selle klapi abil toimub ühtlasi katlapõleti süütamine ja automaatika töösse lülitamine.

Katla töösse lülitamiseks tuleb vajutada elektromagnetilise klapi nupule 13, surudes klapi varda alla. Seejuures surutakse ülemine klapp istmele, mis suleb gaasivoolu elektromagnetilise klapi kere ülemisse ruumi ning sealtkaudu impulsstorustikku; keskmine klapp avaneb ja laseb gaasi läbi kraani 17 termopaariga varustatud süütepõletisse 16; alumine klapp suleb läbikäigu impulsstorustikust väljavisketorustikku ning elektromagnetilise relee ankur 15 laskub südamikule.

Hoides nappu 13 all, süüdatakse kantava süütepõleti abil süütepõletist 16 väljavoolav gaas.

Pärast süütepõleti termopaari soojenemist 40—60 sekundi jooksul hakkab relee mähist läbima termovool, mis magnetiseerib elektromagneti. Seejärel napp 13 vabastatakse. Ülemine klapp avaneb ja gaas hakkab voolama läbi drosseli impulsstorru. Elektromagnetilise relee ankur hoitakse elektromagneti poolt paigal, mille tõttu alumine klapp jääb suletuks ning keskmine klapp avatuks.

Süütepõleti leegi kustumisel läbivoolav külm õhk jahutab intensiivselt termopaari, vool relee ahelas kaob ja ankur viiakse vedru mõjul algasendisse. Koos ankru liikumisega avatakse alumine klapp, mille tagajärjel impulsstorustik ühendatakse väljavisketorustikuga. Rõhk impulsstorustikus langeb nullini ja peaklapp 18 suletakse. Ühtlasi suletakse ka keskmine klapp, mis on ühendatud alumise klapiga varda abil.

Elektromagnetiline klapp rakendub pärast süütepõleti leegi kustumist 8—10 sekundi jooksul.

Puuduliku tõmbe korral katla taga rakendub tõmberlee 9, mille tagajärjel impulsstoru ühendatakse väljavisketoruga, mis toob kaasa peaklapi sulgemise.

Vee temperatuuri tõusmisel katlas üle lubatava piiri rakendub temperatuurirelee, mis põhjustab samuti rõhu langemist impulsstorustikus nullini ning peaklapi sulgemist.

Signaalrelee 3 signaliseerib dispetšeripunkti katla avariilisest väljalülitamisest ning tsirkulatsioonipumpade tööst väljalangemisest.

IX. KATLAEHITUSE MATERJALID

42. Metallid

Põhiliste metallidena kasutatakse keskküttekatelde ja -süsteemide ehitamisel malmi, terast, pronksi ja valgevaske.

Malm on raua sulam süsinikuga, misjuures viimase sisaldus on 1,7—6% piirides. Peale süsiniku sisaldab malm

veel vähesel määral väävlit, fosforit, räni jm., mis satuvad malmi kas otse rauamaagist või selle sulatamisel. Malmkatelde lülid, siibrite ning ventiilide kered, koldeuksed jne. valmistatakse hallmalmist, mis on hästi valatav ja löike-töödeldav. Kõvade ja tulekindlate restiosade saamiseks kasutatakse valgemalmi.

Malm sulab temperatuuril 1050—1275°, ei lase end tõmata, painutada ega taguda, kuid on hästi valatav, tulekindel ja tugev survele.

Valgemalmi kuumutamisel saadakse nn. tempermalm, mis on sitke, sepistatav ja kergesti töödeldav. Tempermalmist valmistatakse mitmesuguseid toruliitmikke.

Terast saadakse malmi ümbersulatamisel ning ta on samuti raua ja süsiniku sulam. Teras sisaldab süsinikku 0,05—1,7%, millest sõltuvalt ta jaguneb sortideks. Terasest valmistatakse plekki, torusid, polte, profiilmaterjali, traati jne. Katlaplekkide materjalina kasutatakse mittekarastuvat terast.

Kõrgrõhukatelde juures kasutatakse nn. legeritud teraseid, mis sisaldavad mitmesuguseid terase omadusi tõstevaid lisandeid, nagu kroomi, niklit, vanaadiumi, molübdeeni jne.

Pronks on valgevase ja tina sulam, hästi valatav, suure tugevusega ja omab väikest hõõrdetegurit. Teda kasutatakse mitmesuguse armatuuri, laagrite jne. valmistamiseks.

Valgevask (messing) on vase ja tsingi sulam, hästi valatav ja löiketöödeldav. Messingist valatakse õhukese-seinalisi ja peeni detaile, nagu auru- ja veearmatuuride kraane jne.

43. Müüritise materjalid

Katla müüritise väline osa laotakse tavaliselt tellistest. Müüritise sisemine osa, mis puutub kokku tulega või kuumade gaasidega, vooderdatakse tulekindlate kividega. Tulekindlate kivide lähtematerjaliks on tulekindel savi, mis peab taluma temperatuuri vähemalt 1600° ja mitte lahustuma vees. Tulekindlast savist ja šamotist (põletatud ja jahvatatud tulekindel savi) valmistatakse tulekindlaid šamottkive.

Tulekindla müüritise ladumiseks kasutatava segu oma-

dused peavad vastama kivi omadustele. Segu koosneb 20—40% tulekindlast savist ja 60—80% šamottpulbrist, mis segatakse puhtas kastis puhta veega nõutava paksusega taignaks.

Välismüüritise ladumiseks kasutatakse lubja, tsemendi ja liiva segu, vundamendi ladumisel, mis puutub kokku veega, tsemendisegu.

Tabel 22

Tulekindlate kivide omadused ja kasutamiskiirid katelde müüritises

Šamottkivi klass ja sort	Tulekindlus, mitte alla °C	Survetugevus kg/cm ²	Lubatav kõrgem seinatemperatuur eksploatatsioonis °C
A 1. sort 2. sort 3. sort	1730	100 100 80	1300
B 1. sort 2. sort 3. sort	1670	125 100 80	1259
B 1. sort 2. sort	1580	100 80	1150

Tabelis märgitud kivi klass näitab tema vastupidavust temperatuurile, sort tema mehaanilist tugevust.

Sõltuvalt SiO₂ või Al₂O₃ sisaldusest on kivid oma keemilistelt omadustelt kas happelised või aluselised. Happeline kivi sisaldab 75—85% SiO₂, aluseline 50—60% SiO₂ ja 30—44% Al₂O₃.

Põlevkivikutega kateldel tuleb kolde vooderdise materjalina kasutada aluselisi tulekindlaid kive, sest happelised kivid söövivad kiiresti põlevkivi vedela räbu keemilisel toimel.

44. Tihendusmaterjalid

Tihendusmaterjali kasutatakse paigalseisvate ühenduskohtade, nagu torustiku äärikute, katla luukide, pumba silindrikaante jne. tihendamiseks. Tihendusmaterjalid peavad olema elastsed, soojuskindlad ning pidama vastu kee-

milistele mõjutustele. Sagedamini kasutatakse järgmisi tihendusmaterjale.

Kartongi kasutatakse laialdaselt madalate rõhkude puhul õhu-, vee-, õli- ja gaasitorustike tihendamiseks. Kartong on kõige odavam tihendusmaterjal. Kartongtihendeid on soovitatav enne õhu- või veetorustikesse asetamist veega niisutada, kuivatada ning seejärel hoida 20—30 min. kuumas, kuid mitte keevas värnitsas (keevas värnitsas muutub kartong hapraks).

Lehtkummit kasutatakse tihendusmaterjalina vee või õhu puhul rõhkudel kuni 3 atü ja temperatuuridel kuni 30°. Puldankihtidega kummitihendit kasutatakse vee või õhu puhul rõhkudel kuni 6 atü ja temperatuuridel kuni 60°. Metallvõrguga kummitihendit kasutatakse samade keskkondade puhul rõhkudel kuni 10 atü ja temperatuuridel kuni 90°.

Vineertihendeid kasutatakse vee ja õhu puhul temperatuuridel kuni 70°. Mädanemisest hoidumiseks immutatakse vineer kuumas õlis või lakis.

Asbesti kasutatakse lehtedena paksusega 1—4 mm või nõörina läbimõõduga kuni 30 mm sooja vee puhul temperatuuridel kuni 70° ja auru puhul rõhkudel kuni 5 atü. Samuti kasutatakse asbesttihendeid kuumade gaaside puhul, kui nende rõhk ei ületa 1,5 atü ja temperatuur 650°. Kohtades, kus vesi ja aur mõjuvad vaheldumisi, kasutatakse värnitsaga immutatud asbesti.

Klingeriiti ja paraniiti kasutatakse lehtedena paksusega 0,5—3 mm vee puhul rõhkudel kuni 100 atü ja temperatuuridel kuni 275° ning auru puhul rõhkudel 60 atü ja temperatuuridel kuni 475°, samuti ka kohtades, kus vesi ja aur mõjuvad vaheldumisi. Korduvalt tarvitamiseks tuleb tihendid kohaleasetamisel määrada silindriõlis segatud grafiidiga.

Klingeriit ja paraniit koosnevad asbestist, mineraalsetest lisanditest ja kautšukist.

Tihendamiseks kasutatakse ka mitmesuguseid pastasid (vt. lisa 8).

45. Isoleermaterjalid

Välisõhuga kokkupuutuvad auru- ja veekatelde pinnad ning kuumad torustikud tuleb katta halvasti soojust juhtiva materjaliga, millega vähendatakse soojuskadusid

ümbritsevasse keskkonda. Isoleermaterjalid peavad olema poorsed ja moodustama kinnisi pesakesi õhu jaoks, kuna seisev õhk juhib väga halvasti soojust. Enam kasutatavad on järgmised isoleermaterjalid.

Diatomiit kujutab endast poorset mineraali. Isoleersegu valmistamiseks segatakse diatomiiti lubja ja asbestiga. Diatomiidist valmistatakse ka mitmesuguse kujuga detaile, mida kasutatakse torustike jm. isoleerimiseks. Diatomiit-tellis saadakse, kui diatomiiti segada saepuruga ja väikese osa saviga ning kuumutada siis kõrgel temperatuuril.

Asbest on mineraalne kiudaine. Teda kasutatakse pulbrina, lehtedena ja nõörina.

Asbosuriit koosneb 30% asbestist ja 70% diatomiitpulbrist.

Kiiselguur koosneb väikeste karploomade jäänustest.

Mineraalvatti saadakse vedelast põlevkivituhest või kõrgahju vedelast räbust auru läbipuhumise teel.

Isoleerkihi paksus võetakse tavaliselt mitte alla 40—50 mm. Torustike isolatsioon kaetakse pealt riidega, mis väldib isoleerkihi murenemist. Tuleb jälgida, et katelde ja torustike isolatsioon oleks korras, kuna vigastatud isolatsioon põhjustab kütuse ülekulu.

X. TÕMBE- JA ÕHUPUHUMISSEADMED

46. Korstnad ja suitsukäigud

Gaaside liikumisel läbi kütusekihi, katla gaasikäikude, siibri ja suitsukäikude tekivad hõõrde- ja kohalikud takistused, mille ületamiseks kasutatakse tõmbeseadmeid.

Loomuliku tõmbe seadmeks on korsten. Loomuliku tõmbe suurus sõltub korstna kõrgusest ja suitsugaaside temperatuurist. Tõmbe suuruse võib määrata avaldisega

$$H = h(\gamma_{\delta} - \gamma_{hg}) \text{ mm vs,}$$

kus h on korstna kõrgus m;

γ_0 — välisõhu mahukaal kg/m³;

γ_{hg} — heitegaaside mahukaal kg/m³.

Mida suurem on korstna kõrgus ja kõrgem heitegaaside temperatuur ning mida madalam on välisõhu temperatuur, seda parem on korstna tõmme. Samuti mõjutab tõmmet tuule tugevus ning suund.

Pikkade ja keerukate suitsukäikude puhul on suitsugaaside voolamistakistus suur ning sel puhul kasutatakse kunstlikku (mehaanilist) tõmmet, mis saadakse tõmbeventilaatori (suitsuimeja) abil.

Korstnen peab lähedal asetsevatest hoonetest, samuti katuseharjast olema vähemalt 1 m võrra kõrgem, kuid igal juhul ei tohi tema kõrgus olla alla 12 m. Korstnad võivad olla seinasse müüritud, seinajuurde ehitatud või eraldi seisvad.

Seinasse müüritud või nende juurde ehitatud korstnatel on täisnurkne, eraldi seisvatel korstnatel aga ümmargune ristlõige. Viimati nimetatud korstnad ehitatakse tellistest või terasplekist ja neid kasutatakse suurtes keskkatlamajades. Korstna pind peab seestpoolt olema võimalikult sile, et vähendada suitsugaaside hõõrdetakistust.

Korstna ava ristlõike suurus määratakse avaldisega

$$F = \frac{0,03 Q}{\sqrt{h}} \text{ cm}^2,$$

kus Q on katla soojusjõudlus kcal/h;

h — korstna kõrgus resti pealt kuni korstna ülemise otsani, m.

Suitsukanal ehitatakse tõusuga korstna poole. Suitsukanalite seinad laotakse paksusega 1½ tellist ja võlv paksusega 1—1½ tellist. Kanali müüritis ei tohi olla ühenduses hoone seinte müüritisega, sest viimase vajumine võib tekitada suitsukanali seintesse pragusid. Suitsukanali ladumisel piki seinu peab tingimata jätma seinu ja kanali vahele vähemalt 70 mm õhuvähe.

Suitsukanali maa alla ehitamisel tehakse katlaruumi põranda ja kanali vahele räbutäidis paksusega 200—400 mm. Kanali põhi kaetakse üle kahe rea lapiti laotud tellistega.

Mitme katla puhul ühendatakse katelde suitsukanalid kokku koondkanalisse. Viimase ristlõikeks tuleb võtta üksikute kanalite ristlõigete summa. Suitsukanaleid tuleb

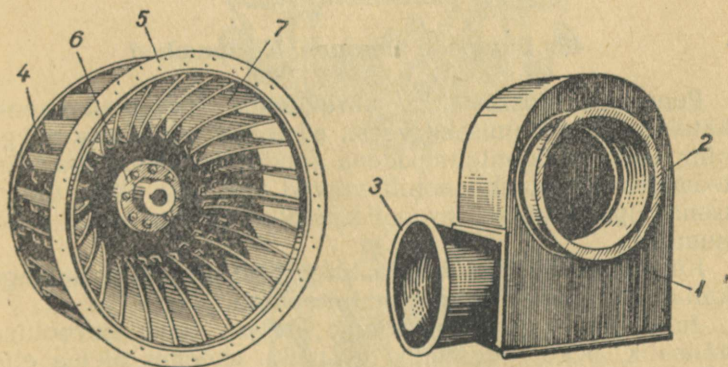
aeg-ajalt puhastada. Selleks tehakse nende seintesse puhastusluugid, mis varustatakse kaanega. Igale katlale tuleb tõmbe reguleerimiseks ette näha eri siiber. Puhastusluugid, samuti siibrid peavad olema tihedad, et vältida väärtõhu imemist suitsukanalitesse, mis halvendab tõmmet.

47. Tõmbeventilaatorid ja õhupuhumiseadmed

Tõmbeventilaator (joon. 112) asetatakse katla ja korstna vahele. Ta koosneb terasplekist kerest 1 ja võllile kinnitatud töörrattast ehk rootorist. Ventilaatori võll ühendatakse elektrimootori võlliga vahetult siduri abil, harvem kiilrihmajami kaudu. Ventilaatori laagrid tehakse vesijahutusega.

Tööratas koosneb painutatud labidatest 7, mis on needitud või keevitatud kettale 4 ja rõngale 5. Ketas kinnitatakse rummule 6, mis ühendatakse võlliga kiilu abil.

Rootori pöörlemisel pannakse pöörlema ka labidate vahel olev suitsugaas. Seejuures tekkiva tsentrifugaaljõu poolt paisatakse gaas ratta ja kere vahel olevasse kanalisse ja ratta sisemuses tekib alarõhk, mille toimele imeatakse suitsulöörist läbi ventilaatori imiava 2 pidevalt suitsugaasi juurde. Suruavast väljuvad gaasid juhitakse korstnasse.



Joon. 112. Tõmbeventilaator:

1 — kere; 2 — imiava; 3 — suruava; 4 — rootori ketas; 5 — rõngas;
6 — rumm; 7 — labid.

Ventilaatori imi- ja surutoru varustatakse tõmbe reguleerimiseks pööratavate klappidega (siibritega). Nende abil on võimalik ka ventilaatorit välja lülitada juhul, kui katla töötamiseks piisab loomulikust tõmbest.

Antratsiidi (ka kivisöe) küttel kasutatakse põlemisõhu juhtimist resti alla ventilaatori abil. Altõhu rõhk sõltub kütuse tükisuurusest, kihi paksusest ning põletamise intensiivsusest ja kõigub resti all piirides 10—60 mm vs. On küllaldane, kui altõhu rõhk võrdub ligikaudu resti ja kütusekihi takistusega, sest suitsukäikude takistus ületatakse tõmbe teel. Altõhk ja tõmme reguleeritakse nii, et kolde ülaosas valitseks väike alarõhk (1—2 mm vs). Suurem alarõhk põhjustab külma väärtõhu imemist koldesse, mis mõjub halvasti kolde režiimile, ülerõhk põhjustab aga suitsugaaside sattumist koldest katlamajja.

Õhuventilaatorid sarnanevad ehituselt tõmbeventilaatoritega; rootori osad on neil õhemad ja laagrid vesijahutusega.

Tavaliselt paigaldatakse katlamajja üks õhuventilaator, mis on ühine kõikidele kateldele. Õhutoru varustatakse iga katla juures klapiga või siibriga, mille abil reguleeritakse resti alla antavat õhuhulka.

XI. PUMBAD

48. Pumpade ülesanne. Käsipumbad

Pumpasid kasutatakse aurukatelde toiteseadmetena, katelde tühjendamiseks veest, süsteemi täitmiseks veega ning tsirkulatsioonipumpadena sundtsirkulatsiooniga süsteemides. Konstruktsioonilt võivad nad olla käsipumbad, tsentrifugaalpumbad, propellerpumbad ja harvemini kolbpumbad.

Küttesüsteemi täiendavaks toitmiseks peab veekateldega katlamajas olema üles seatud toitepump.

Juhul kui vee väljalaskmine katlast pole isevooluga võimalik, peab toitepumba torustiku skeemis olema ette nähtud võimalus pumba ümberlülitamiseks kateldest vee väljapumpamiseks ja kanalisatsiooni juhtimiseks.

Toitepumpade arvu ja tootlikkuse valikul tuleb lähtuda

vajadusest katta poolteisekordselt maksimaalne veekulu tunnis kuuma veega varustamiseks.

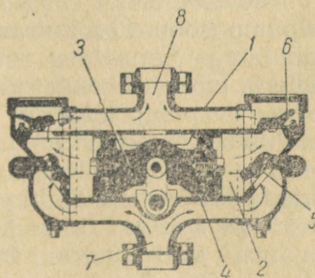
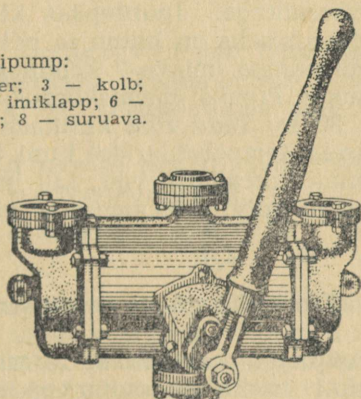
Veetorustikust on lubatav küttesüsteemi täiendavalt toita ja samuti sooja veega varustamiseks töötavat katelt toita ainult juhul, kui vee rõhk torustikus katla vahetus läheduses ületab staatilise rõhu süsteemi kõige madalamas punktis vähemalt ühe atmosfääri võrra. Sel puhul peab veetorustikul katla vahetus läheduses olema sulgventiil (siiber), tagasilöögiklapp ja manomeeter.

Kui küttesüsteemis kasutatakse vee sundtsirkulatsiooni, peab katlamajja olema üles seatud vähemalt kaks tsirkulatsioonipumpa, millest üks on varupump.

Aurukatelde toitmiseks tuleb üles seada vähemalt kaks toitepumpa, kusjuures iga pumba tootlikkus peab olema vähemalt 120% kõikide üheaegselt töötavate katelde kogu nimitootlikkusest. Kuni 500 kg tunnis tootlikkusega auru- katelde toitmiseks lubatakse varupumbana kasutada käsi- pumpa.

Joon. 113. Käsipump:

1 — kere; 2 — silinder; 3 — kolb; 4 — nahkmansett; 5 — imiklapp; 6 — suruklapp; 7 — imiava; 8 — suruava.



Kuni 150 kg tunnis tootlikkusega aurukatelde toitmiseks lubatakse kasutada üht toitepumpa, mis võib olla ka käsipump.

Kolme või enam toitepumba puhul peab nende kogu tootlikkus olema selline, et kõige võimsama pumba ajutisel väljalangemisel oleks ülejäänud pumpade kogu tootlikkus vähemalt 120% kõikide töötavate katelde tootlikkusest.

Ühe toitepumba võib asendada veetorustikuga sel juhul, kui rõhk torustikus katla vahetus läheduses ületab katla töörohu vähemalt ühe atmosfääri võrra.

Joonisel 113 on kujutatud kahepoolse töötamisega käsipump. Pumba kere 1 on valatud malmist. Silindris 2 asub kolb 3, mis pannakse liikuma käsihoova edasi-tagasi liigutamiseega. Pumba kolvil on mõlemas otsas nahkmansetid 4, mis moodustavad silindri ja kolvi vahelise tihendi. Nahkmansetid on kulumise korral hõlpsasti vahetatavad. Pumbal on kaks imiklappi 5 ja kaks suruklappi 6, mis on varustatud nahktihenditega. Juurdepääs klappidele remondi korral ja vahetamiseks on lihtne ja hõlpus.

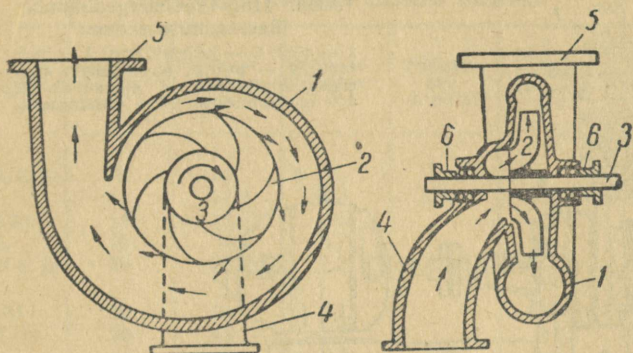
Vesi voolab pumba imiava 7 kaudu ja väljub pumbast suruava 8 kaudu. Pumba imemiskõrgus on ligikaudu 5 m, survekõrgus 30 m. Teda võib kasutada nii vee kui ka õli pumpamiseks temperatuuridel kuni 80—90°.

Pump ei anna korralikult vett, kui imitorustik on ebatihed, on kulunud kolvi nahkmansetid või pumbaklappide tihendid.

49. Tsentrifugaal- ja propellerpumbad

Tsentrifugaalpumpi kasutatakse aurukatelde toiteseadmetena, samuti tsirkulatsioonipumpadena sundtsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemides.

Tsentrifugaalpump (joon. 114) koosneb kerest 1, millesse on asetatud labidatega varustatud rootor 2. Viimane on kinnitatud võllile 3, mis on ühendatud elektrimootori võlliga. Tööolukorras on pump täidetud veega, mis pöörleb koos rootoriga. Pumba töötamine põhineb sellel, et rootori pöörlemisel tekib tsentrifugaaljõud, mis sunnib vett labidate vahelt liikuma surutorusse 5 ning sealt veetorustikku. Võlli ümber tekkiva alarõhu toimel imetakse imitoru 4 kaudu vahetpidamata vett juurde. Imitoru peab olema varustatud põhjaklapiga. Tsentrifugaalpump annab vett



Joon. 114. Tsentrifugaalpumba töötamise skeem:
 1 – kere; 2 – rootor; 3 – võll; 4 – imitoru; 5 – surutoru;
 6 – tihenduspuks.

ühtlaselt. Pumba tootlikkus oleneb tema mõõtmetest ja rootori pöörlemiskiirusest. Pumba eelisteks on ta töökindlus, tootlikkuse kerge reguleerimine ning teenindamise lihtsus.

Alljärgnevalt on toodud tsentrifugaalpumpade imemiskõrgus, olenevalt vee temperatuurist.

Vee temperatuur kraadides . . .	0	20	40	60	75
Imemiskõrgus m	6,4	5,8	4,7	2,3	0

Kuuma vee pumpamiseks paigaldatakse pump toitepaagist madalamale, nii et vesi täidaks pumba isevoolu teel.

Enne käivitamist tuleb imitoru ja pump täita veega. Seejärel tuleb avada imitorul olev siiber või ventiil (kui see on olemas) ja sulgeda siiber või ventiil surutorul, käivitada elektrimootor ja kui pumba manomeetri osuti on jõudnud tööasendisse, avada siiber või ventiil surutorul.

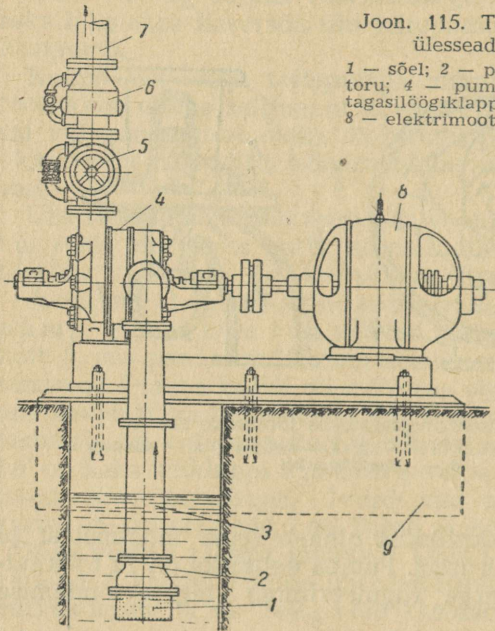
Tsentrifugaalpumba ülesseadmine on näidatud joonisel 115.

Tsentrifugaalpumba töötamisel esinevateks peamisteks korratusteks on:

- 1) pump ei anna vett. Põhjuseks võib olla:
 - a) mootori väike pöörlemiskiirus;
 - b) pumba ja imitoru täitmata jätmine enne käivitamist;

Joon. 115. Tsentrifugaalpumba
ülesseadmise skeem:

1 – sõel; 2 – põhjaklapp; 3 – imi-
toru; 4 – pump; 5 – siiber; 6 –
tagasilöögiklapp; 7 – surutoru;
8 – elektrimootor; 9 – vundament.



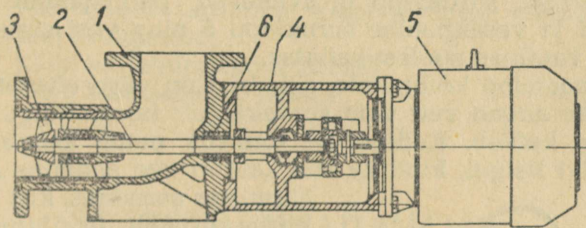
- c) imitoru põhjaklapi ebatihedus või ummistumine;
- d) õhu sissepääs läbi ebatiheduste imitorru ja pumpa;
- 2) pumba tootlikkuse langemine. Põhjuseks võib olla:
 - a) imitoru ja tihenduspuksi ebatihedus;
 - b) töörotta telgrihkumine;
 - c) mootori pöörlemiskiiruse vähenemine;
 - d) vee kõrge temperatuur;
- 3) pump ei anna küllaldast rõhku. Põhjuseks võib olla:
 - a) mootori pöörlemiskiiruse vähenemine;
 - b) töörotta kulumine.

Tsentrifugaalpumpade tehnilisi andmeid on toodud tabelis 23.

Tsirkulatsioonipumpadena kasutatakse ka propellerpumpi. Viimased koosnevad kerest 1 (joon. 116), millesse on asetatud võll 2. Võlli ühele otsale on kinnitatud propeller (tiivik) 3, teine ots aga toetatud juhtosas 4. Pumba võll on ühendatud elektrimootori 5 võlliga.

Tsentrifugaalpumpade tehnilisi andmeid

Pumba tüüp	Tootlikkus m ³ /h	Surve-kõrgus m	Imemis-kõrgus m	Pöörete arv minutis	Elektri-mootori võimsus kW	Pumba kasutegur %
1 $\frac{1}{2}$ K-6 ja	6	20	6,6	2900	1,7	44
	11	17,4	6,7			55,5
1 $\frac{1}{2}$ KM-6	14	14	6,0	2900	4,5	53
2K-6	10	34,5	8,7			50,6
2KM-6 ja	20	30,8	7,2	2900	14	64
E2KM-6	30	24	5,7			63,5
3K-6 ja	30	62	7,7	2900	—	54,4
	45	57	6,7			63,5
3KM-6	60	50	5,6	2900	20	66,3
	70	44,5	4,7			63



Joon. 116. Propellerpump:

1 — kere; 2 — võll; 3 — propeller; 4 — juhtosa; 5 — elektri-mootor; 6 — tihenduspuks.

Propellerpump koos elektrimootoriga monteeritakse vahetult torustikule ilma erilise vundamendita. Pump võib töötada nii horisontaal- kui ka vertikaalasendis.

Propellerpumba eeliseks on tema ehituse, samuti töötamisel järelevalve lihtsus.

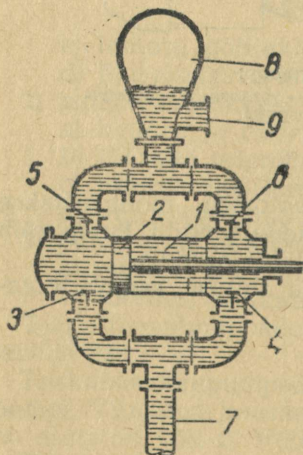
50. Kolbpumbad

Kolbpumbad võivad olla nii ühe- (lihtpump) kui ka kahepoolse töötamisega. Viimasel juhul töötavad mõlemad kolvipooled ja iga käik on üheaegselt imemis- ja survekäiguks.

Kahepoolse töötamisega kolbpumba skeem on toodud joonisel 117. Kolvi 2 liikumisel äärmisest vasakpoolsest seisust paremale tekitatakse silindri 1 vasakpoolses osas hõrendus, parempoolses osas aga ülerõhk. Hõrenduse toimele tungib vesi imitoru 7 ja imiklapi 3 kaudu silindri vasakpoolsesse ossa. Samal ajal surub kolb vee silindri parempoolsest osast läbi suruklapi 6 õhukuplisse 8 ja sealt surutorusse 9. Seejuures imiklapp 4 silindri parempoolses osas ja suruklapp 5 silindri vasakpoolses osas surutakse kinni. Jõudes äärmisse parempoolsesse asendisse kolb jääb seisma ja hakkab seejärel liikuma tagasi vasakule. Sel hetkel sulguvad vasakpoolne imiklapp 3 ja parempoolne suruklapp 6, avanevad parempoolne imiklapp 4 ja vasakpoolne suruklapp 5 ning vesi surutakse silindri vasakust poolest katlasse.

Vee andmine kolbpumba silindrist on väga ebaühtlane. Lihtpump annab vett vaid survekäigul; imemiskäigul vee andmine katkeb. Kahepoolse toimega pump annab vett igal kolvi käigul, kuid ka siin katkeb vee andmine kolvi

äärmistes asendites, kus kolvi kiirus on null. Et ühtlustada pumba poolt vee andmist, asetatakse surutorule õhukuppel. Kupli ülemises osas olev õhk on vee rõhu all. Hetkel, mil kolb jõuab oma äärmisse asendisse ja jääb seisma, surub



Joon. 117. Kahepoolse töötamisega kolbpumba skeem:

- 1 — silinder; 2 — kolb; 3, 4 — imiklapid; 5, 6 — suruklapid; 7 — imitoru; 8 — õhukuppel; 9 — surutoru.

kuplis olev õhk osa vett katlasse. Kolbpumpi käitatakse kas elektrimootoriga või aurumasinaga.

Kolbpumba imemiskõrgus oleneb suurel määral imetava vee temperatuurist. Aeglasekäigulistel pumpadel on see järgmine.

Vee temperatuur kraadides	0	30	50	70
Imemiskõrgus m	7	6	4	—

Kolbpumpade töötamisel esinevateks peamisteks korra-
tusteks on:

- 1) pump ei ime korralikult vett. Põhjuseks võib olla:
 - a) liiga kuum toitevesi;
 - b) imitoru ummistumine või imiklapi kinnijäämine;
 - c) imitoru, kolvi või kolvivarre topendi ebatihedus;
 - d) suruklappide ebatihedus;

- 2) pumba tootlikkuse langemine või vee andmise katke-
mine. Põhjuseks võib olla:
 - a) võõrkehade sattumine klapi ja istme vahele, mis takistab klapi sulgumist;
 - b) klapi väljahüppamine istmelt;
 - c) klapi kinnijäämine istmes.

XII. KESKKÜTTEKATLAMAJAD

51. Katlamajadele esitatavad nõuded

Katlaruum peab paiknema selliselt, et sinna oleks hõl-
bus kütust toimetada ja tuhka ning räbu eemaldada.

Katlaruumi põrandapind peab olema küllaldane katelde
ning kogu seadmestiku mahutamiseks, nii et jääksid nõue-
tele vastavad läbikäigud.

Kõikide katelde esiküljed peavad asuma ühel sirgjoo-
nel ja olema pööratud katlaruumi akende poole. Vahemaa
katla esiküljest või eeskolde esiseinast kuni katlaruumi
vastasseinani peab olema sisekoldega malmkatelde, silind-
riliste püstkatelde või muude lühikese koldega katelde
puhul vähemalt 2 m, teiste katelde puhul vähemalt 3 m.
See kaugus on tingitud roobitsemisvahendi pikkusest, mis
omakorda sõltub resti pikkusest.

Gaasipõletitega või õlipihustitega kateldel peab vahemaa põletite või pihustite etteulatuvatest osadest kuni nende vastasasuva katlamaja seinani olema vähemalt 1 m.

Kateldevaheliste käikude laius, samuti käikude laius katla ja hoone seinte vahel peab olema vähemalt 1 m. Kui katlad asetatakse katlaruumi seinale või sammaste lähedale, peab katla müüritise ja katlaruumi seinale või sammaste vahele jääma vähemalt 7 cm laune vahe, mis tuleb pealt ja külgedelt laduda tellistega kinni või täita infusoomulaga, mittekivineva räguga või mõne muu mittepõleva või mittekivineva isoleermaterjaliga.

Katlaruumil peab olema eraldi sissekäik; ukсед peavad avanema väljapoole. Katla töötamise ja inimeste katlaruumis viibimise ajal välisuste lukustamine pole lubatud. Pärast töö lõpetamist ja teenindava personali lahkumist katlaruumist tuleb katlamaja välisused lukustada.

Katlamaja välisuksel peab olema kiri, mis keelab kõrvalistel isikutel sissemineku.

Katlaruumis peab olema katelde ees, kõikides läbikäikudes, välisuste juures ja hooldamist vajavate abiseadmete juures nõuetele vastav valgustus. Juhul kui loomulik valgustus on mitteküllaldane, tuleb kasutada kunstlikku valgustust.

Katlaruum peab olema varustatud kas loomuliku või kunstliku ventilatsiooniga.

Katlaruumi kõrvale on lubatud ehitada sellest tulekindla seinaga eraldatud kinnisi ladusid tahkekütuse hoidmiseks.

Tahkekütuse varu katlaruumis ei tohi ületada ööpäevast tarvidust ega segada kütja tööd.

Kui katlad töötavad vedelkütusel, peavad kütteõlipaagid olema asetatud väljapoole katlaruumi. Katlaruumi on lubatud üles seada kinnisi tööpaake mahuga kuni $0,5 \text{ m}^3$. Paak ei tohi asuda katla kohal ja peab olema ühenduses välisõhuga vähemalt 50 mm läbimõõduga toru kaudu. Kütteõli nivoo jälgimiseks nendes paakides võib kasutada ujuknäitajaid või muid samaväärseid näitajaid. Mõõteklaaside kasutamine pole lubatud. Igal kütteõlipaagil peab olema ventiiliga varustatud väljalasketoru ja sellise jämedusega ülevoolutoru, et paagi ületäitmine oleks võimatu.

Kütteõli paakide ruumi uks peab olema alati lukus ja võti vahetuse eest vastutava isiku käes.

Vedelkütuse põletamisel peab olema ette nähtud koldest

või pihustitest väljavoolava õli äravool, et õli ei satuks katlamaja põrandale.

Katelde teeninduskohtades peab olema avariivalgustus: üle 250 m² põrandapinnaga katlamajades iseseisev elektrienergia toiteallikas, väiksema põrandapinnaga katlamajades kantavad akumulaatorlambid, tormilaternad või klaasitud laternatesse asetatud küünlad.

Katlamajja on keelatud üles seada masinaid ja aparate ning teha seal töid, mis ei ole otseselt ühenduses katla (katlaruumi) teenindamise või remondiga.

Käesolevas peatükis on käsitletud ainult osa katlamajadele esitatavatest põhilistest nõuetest.

52. Katlamajade sisseseade

Katlamaja sisseseade loomuliku tsirkulatsiooniga vesikütte puhul on näidatud joonisel 118.

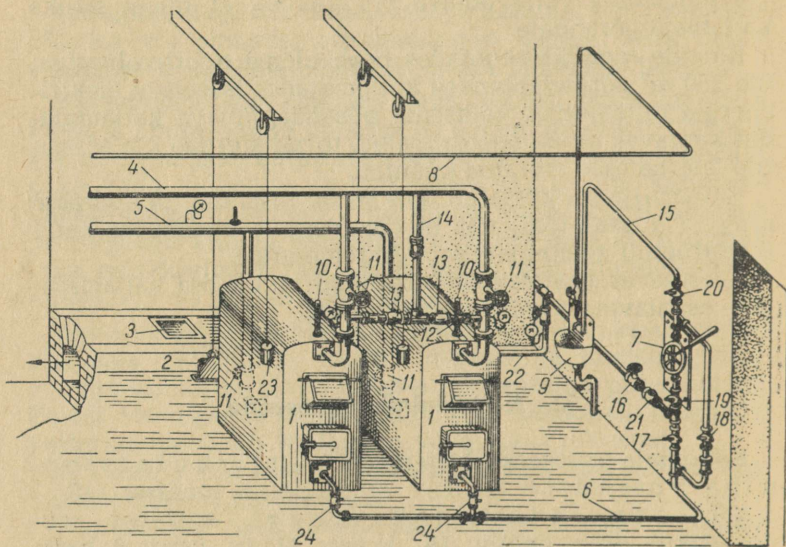
Süsteemi täitmiseks veega avatakse veetorustikul olev ventiil 16, kraan 17 ja torul 6 katla juures olevad kraanid 24, samuti siibrid 11 kuumavee- ja tagasivoolutorustikul. Kui vee rõhk torustikus pole süsteemi täielikuks täitmiseks küllaldane, suletakse kraanid 17 ja 20, avatakse kraanid 18 ja 19 ning pumbatakse vett süsteemi käsipumbaga 7.

Süsteemi tühjendamiseks veest avatakse kraanid 24 ning kraanid 18 ja 20, mis võimaldab vett lasta süsteemist läbi äravoolutoru 15 valamusse 9. Süsteem tühjeneb isevoolu teel kuni toru 15 tasemeni; ülejäänud vesi tuleb pumbata välja käsipumbaga. Selleks suletakse kraan 18, avatakse kraanid 17 ja 19 ning pumbatakse vesi välja pumba 7 abil.

Veetaseme langemise vältimiseks süsteemi täitmisel vee rõhu alanemise tagajärjel torustikus asetatakse ventiili 16 järele tagasilöögiklapp 21, mis ei luba vett voolata tagasi veetorustikku. Küttesüsteemi töötamisel toimub süsteemi täiendav täitmine veega läbi toru 22, mis on ühendatud tagasivoolumagistraaliga.

Siibrite 2 hoidmiseks soovitud asendis varustatakse nad vastukaaluga 23.

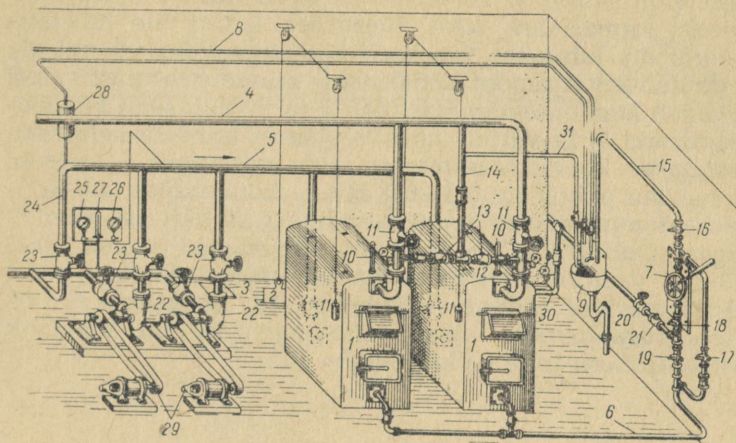
Joonisel 119 on kujutatud katlamaja sisseseade sündtsirkulatsiooniga vesikütte puhul. Katlaruumi põhilised elemendid on samad mis loomuliku tsirkulat-



Joon. 118. Katlaruumi sisseseade loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttel:
 1 – katlad; 2 – katlasiiber; 3 – suitsulõõri puhastusluuk; 4 – soojavee-
 torustik; 5 – tagasivoolutorustik; 6 – katelde tühendamistorustik; 7 – käsi-
 pump; 8 – paisumispaagi kontrolltoru; 9 – valamü; 10 – termomeeter;
 11 – veesiiber; 12 – möödaviik; 13 – tagasilöögiklapp; 14 – torujätk kaitse-
 torustikul; 15 – äravoolutoru; 16 – sulgventiil; 17, 18, 19, 20 – kraanid;
 21 – tagasilöögiklapp; 22 – toitotoru veetorustikust tagasivoolumagistraali;
 23 – siibri vastukaal; 24 – kraan.

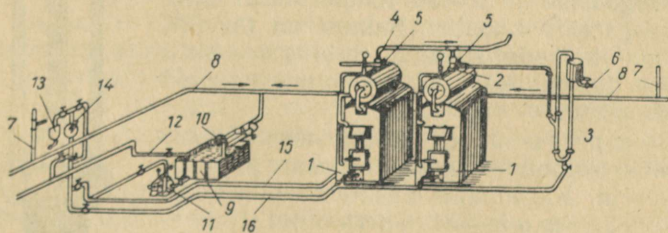
siooniga vesiküttel. Liseseadmeteks on tsirkulatsioonipum-
 bad, mida on vähemalt kaks (üks töötav, teine reser-
 vis). Pumbad on paigaldatud tagasivoolumagistraalile ja
 käitatakse elektrimootoritega. Pumpade imi- ja surutorule
 on asetatud manomeetrid 25 ja 26, mille näitude järgi saab
 otsustada pumba poolt arendatava rõhu üle. Pumba lahu-
 tamiseks torustikust järelevaatuseks ja remondiks aseta-
 takse pumba ette ja järele siibrid 23. Pumbad varusta-
 takse möödaviiguga 24, mis võimaldab vee vähest tsirku-
 leerimist süsteemis pumpade töö katkemisel.

Katlamaja sisseseade madalrõhu-aurukütte pu-
 hul on näidatud joonisel 120. Katlaruumi on üles seatud
 kaks aurukatelt 1. Aurukoguja 2 tutsiga on ühendatud
 torulukk 3. Katelde lahutamiseks magistraalaurustori-



Joon. 119. Katlaruumi sisseseade sundtsirkulatsiooniga vesikütel:

1 — katlad; 2 — katlasiiber; 3 — suitsulõõri puhastusluuk; 4 — sooja-veemagistraal; 5 — tagasivoolumagistraal; 6 — katelde tühjendamistorustik; 7 — käsipump; 8 — paisumispaaži kontrolltoru; 9 — valamu; 10 — termomeeter; 11 — veesiiber; 12 — kaitsetorustik; 13 — tagasilöögi-klapp; 14 — torujätk kaitsetorustikul; 15 — äravoolutoru; 16, 17, 18, 19 — kraanid; 20 — sulgventiil; 21 — tagasilöögi-klapp; 22 — tsirkulatsioonipump; 23 — veesiiber; 24 — möödaviik; 25, 26 — manomeetrid; 27 — termomeeter tagasivoolutorustikul; 28 — õhupaak; 29 — elektrimootor; 30 — toitotoru veetorustikust tagasivoolumagistraali; 31 — äravoolutoru.



Joon. 120. Katlaruumi sisseseade madalrõhu-aurukütel:

1 — aurukatel; 2 — aurukoguja; 3 — torulukk; 4 — auro-
torustik; 5 — aurusiiber; 6 — toruluku väljavisketoru;
7 — püstik; 8 — kondensaadimagistraal; 9 — kondensaadipaak
(mahavõetud kaanega); 10 — kondenspott; 11 — tsentrifugaal-
pump; 12 — külmaveetoru; 13 — valamu; 14 — käsipump;
15 — toitotoru; 16 — tühjendamistoru.

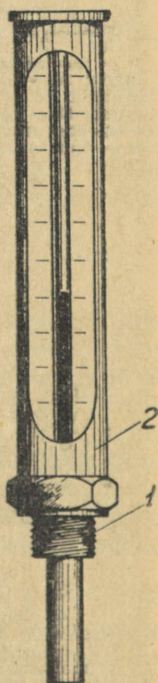
kust 4 on siibrid 5. Toruluku väljavisketoru 6 (auru laskmiseks atmosfääri rõhu tõusmisel katlas üle lubatava määra) ots juhitakse tavaliselt kas suitsulõõri või mõnda teise kohta väljaspool katlaruumi. Kondensaat püstikutest 7 kogub kondensaadimagistraali 8 ja voolab sealt kondensaadipaaki 9. Et vältida auru voolamist kondensaadipaaki, asetatakse kondensaadimagistraalile veesulgur — sifoon, auru rõhu puhul üle 0,3—0,4 atü — kondenspott 10. Kondensaat pumbatakse kondensaadipaagist katlasse tsentrifugaalpumbaga 11. Vee lisandamine süsteemi toimub paaki juhitud veetoru 12 kaudu. Katelde tühjendamine veest kanalisatsiooni toimub valamusse 13 käsipumbaga 14. Tsentrifugaalpumba tööst väljalangemisel on võimalik katelt ajutiselt toita ka käsipumba abil.

XIII. SOOJUSTEHNILISED JA ELEKTRILISED MÕÕTERIISTAD

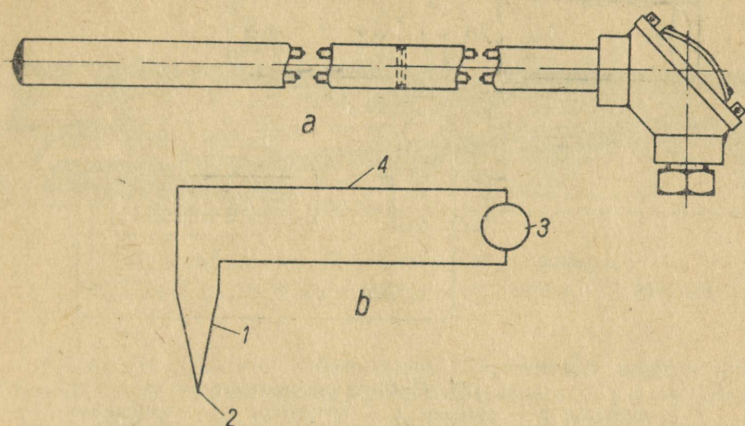
53. Temperatuuri mõõtmine

Keskküttekatla töö juhtimiseks on tarvilik mõõta katlast väljuva vee temperatuuri, tõmmet katla taga ja koldes ning õhu rõhku resti all (õhupuhumise rakendamisel). Katla töötamise kontrollimiseks on tarvilik määrata veel katlast väljuvate suitsugaaside ja kolde temperatuuri ning suitsugaaside koostist. Samuti on tarvilik omada ülevaadet süsteemi antava vee kulu kohta. Selleks kasutatakse mitmesuguseid mõõteriistu.

Temperatuuri mõõtmiseks kasutatakse termomeetreid, termopaare ja pürometreid. Katlamajas kasutatavad elavhõbetermomeetrid (joon. 121) peavad olema ümbritsetud metallkestaga, mis



Joon. 121. Metallkestaga elavhõbetermomeeter:
1 — keere; 2 — metallkest.



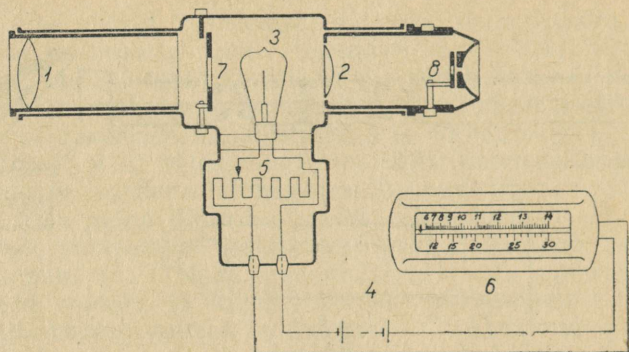
Joon. 122. Termopaar:

a – välisvaade; *b* – termoelemendi ühendamine galvanomeetriga.
 1 – termoelement; 2 – jootekoht; 3 – galvanomeeter; 4 – ühendusjuhtmed.

kaitseb neid vigastuste eest. Termomeeter asetatakse kuni toru teljeni ulatuvasse hülssi, mis kinnitatakse toru seina külge keermega või keevituse teel. Õige mõõtmistulemuse saamiseks täidetakse hülsi alumine osa õliga. Elavhõbe-termomeetri mõõtepiirkond ulatub kuni 600°-ni.

Kaugnäitamise mõõteriistadena, samuti kõrgemate temperatuuride mõõtmiseks kasutatakse termopaaare (joon. 122). Termopaari põhiliseks osaks on termoelement, mis saadakse kahe eri metallist traadi kokkujootmisel. Termopaar asetatakse tavaliselt metallkesta, mis kaitseb teda vigastuste eest. Termoelemendi traatide vabad otsad ühendatakse ühendusjuhtmete abil galvanomeetriga. Termopaari töötamine põhineb termopinge tekkimisel jootekohta kuumutamisel. Galvanomeetri skaalalt loetakse mõõdetava temperatuuri suurus.

Leegi temperatuuri mõõtmiseks koldes kasutatakse optilisi püromeetreid (joon. 123). Nende töötamine põhineb mõõdetava keha ja püromeetri hõõglambi niidi heleduse võrdlemisel. Hõõglambi vooluahelas on reguleeritav takisti, millega muudetakse hõõgniiti läbivat voolu ja seega hõõgniidi heledust. Temperatuuri mõõtmisel püromeetriga reguleeritakse hõõglambi voolu seni,



Joon. 123. Optiline püromeeter:

- 1 — objektiiiv; 2 — okulaar; 3 — hõõglamp; 4 — vooluallikas;
5 — reostaat; 6 — milliampermeeter; 7, 8 — valgusfiltrid.

kuni hõõgniidi heledus muutub leegi heledusega võrdseks, s. o. kuni hõõgniit muutub nähtamatuks. Sel juhul on leegi temperatuur võrdne hõõgniidi temperatuuriga, mis loetakse mõõteriista skaalalt.

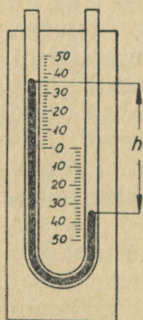
54. Rõhu mõõtmine

Väikeste rõhkude ja hõrenduste mõõtmiseks kasutatakse U-kujulist manomeetrit (joon. 124), mis täidetakse poolest saadik veega. Kui U-toru üks ots ühendada mõõdetava keskkonnaga ja teine ots jätta lahti, siis vedelikusamba kõrguste vahe vastab mõõdetava rõhu (hõrenduse) suurusele millimeetrites veesammast (mm vs). Sellist U-toru manomeetrit võib kasutada resti alla antava õhu rõhu, samuti tõmbe mõõtmiseks.

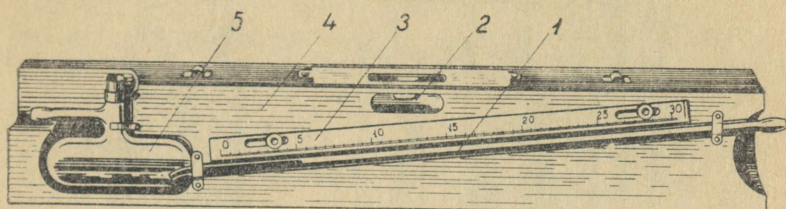
Suuremate rõhkude mõõtmiseks täidetakse U-toru elavhõbedaga. Sel juhul saab mõõdetava suuruse määrata avaldisega

$$p = 0,136 h \text{ kg/cm}^2,$$

kus h on vedelikusamba kõrguste vahe U-torus mm-tes.



Joon. 124.
U-kujuline
manomeeter.



Joon. 125. Mikromanomeeter (tõmbemõõtja):

1 — klaastoru; 2 — vesilood; 3 — skaala; 4 — puitalus; 5 — klaasanum.

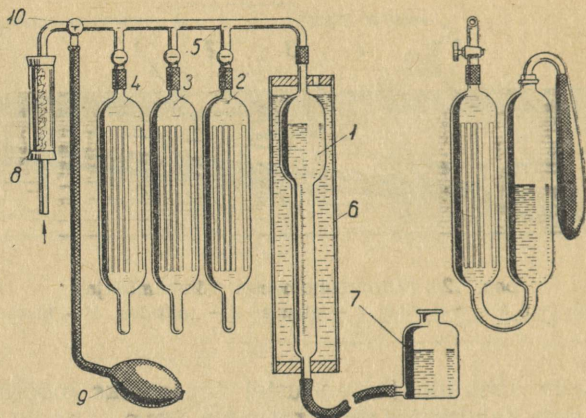
Väikeste rõhkude (hõrenduste) täpsemaks mõõtmiseks kasutatakse kaldtoruga mikromanomeetreid (joon. 125). Viimane koosneb klaasanumast 5 kaldu asetatud klaastoruga 1 ja nihutatavast skaalast 3, mis on kinnitatud puitalusele 4. Skaalal on jaotused millimeetrites ja selle osades. Puitalusesse on paigutatud vesilood 2, mis võimaldab seada mõõteriista horisontaalseks. Klaasnõu täidetakse piiritusega nii, et selle tase ei ületaks skaala nullpunkti. Tõmbe mõõtmiseks ühendatakse klaastoru 1 lahine ots kummivooliku abil mõõdetava keskkonnaga. Alarõhu toimel tõuseb piiritus klaastorus teatud kõrgusele. Skaalalt loeme rõhu suuruse mm vs.

55. Gaasi analüüsimine

Gaasianalüüsiga määratakse suitsugaaside koostis. See võimaldab otsustada põlemise täielikkuse üle koldes ning määrata kindlaks katla kasutegurit. Gaasi koostis määratakse gaasianalüsaatori abil, mis võib olla keemiline, mehaaniline või elektriline.

Keemilise gaasianalüsaatoriga määratakse üksikute gaaside mahuline vahekord suitsugaasis. Selleks surutakse suitsugaas järgemööda läbi vastavate vedelikkude, mis absorbeerivad (imavad) teatud gaasikomponendi. Näiteks absorbeerib kaaliumhüdrosüüdi (KOH) lahus täielikult süsihappegaasi (CO_2), pürogallooli lahus hapniku (O_2) ja ammonikaalse vask(I)kloriidi lahus vingugaasi (CO).

Gaasianalüsaator (joon. 126) koosneb järgmistest osadest: mõõteburetist 1, absorbeerimisanumatest 2, 3 ja 4



Joon. 126. Keemilise gaasianalüsaatori skeem:

1 — mõõtebürett; 2, 3, 4 — absorbeerimisanumad; 5 — jaotustoru; 6 — klaassilinder; 7 — pudel; 8 — filter; 9 — imipall; 10 — kolmekäiguline kraan.

ning jaotustorust 5. Mõõtebürett valmistatakse tavaliselt mahuga 100 cm^3 . Mõõtmise täpsuse suurendamiseks tehakse büreti alumine osa peenem. Mõõtebürett asetatakse veega täidetud klaassilindrisse. Bürett ühendatakse ülevalt kummitoru abil jaotustoruga 5 ja alt kummivooliku abil pudeliga 7. Absorbeerimisanumates 4, 3 ja 2 toimub CO_2 , O_2 ja CO imamine. Gaasi ja kemikaali kokkupuutepinna suurendamiseks täidetakse anumad klaastorukestega.

Jaotustorustik ühendab absorbeerimisanumaid mõõtebüretiga. Vasakpoolses osas on tal kolmekäiguline kraan 10, mis on ühenduses filtriga 8 ja kummist imipalliga 9.

Enne gaasi võtmist analüüsimiseks viiakse vedeliku tase absorbeerimisanumates pudeli 7 üles-alla asetamisega kuni kraanide all asuvate kontrollmärkideni. Palli 9 abil imetakse gaas analüsaatorisse. Seejärel puhutakse läbi jaotustorustik, milleks gaas imetakse paar korda mõõtebüretti ja surutakse välja läbi kolmekäigulise kraani pudeli 7 abil. Gaasi võtmiseks lastakse pudel alla, millega mõõtebüretis tekitatakse hõrendus; gaasi väljasurumiseks tõstetakse pudel 7 üles. Seejärel imetakse analüüsimiseks veidi rohkem kui 100 cm^3 gaasi. Edasi tuleb gaasiproov büretis

viia atmosfäärilise rõhu alla. Selleks tõstetakse pudel 7 sellisele kõrgusele, et veepind asetseks pudelis ja büretis ühekõrgusel. Kuna gaasiproovi maht büretis on suurem kui 100 cm^3 , tuleb pudeli 7 abil osa gaasi büretist välja suruda.

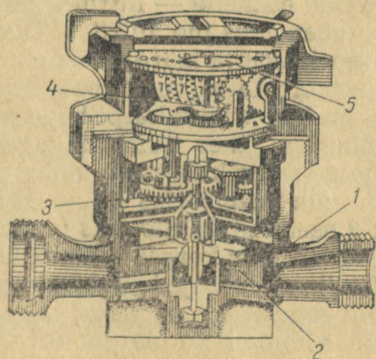
Gaasianalüüsi alustatakse CO_2 määramisega. Selleks avatakse anum 2 kraan ja tõstetakse aeglaselt pudelit 7, mille tulemusena surutakse gaas büretist KOH lahusega täidetud anumasse 2. Edasi lastakse pudel 7 alla, kuni kemikaali tase anum 2 tõuseb kontrollmäärgini. Seda tuleb korrata 4—5 korda. Siis suletakse anum 2 kraan ja tõstetakse pudel 7 sellisele kõrgusele, et veepind asetseks pudelis ja büretis ühekõrgusel, ning loetakse gaasi maht büreti skaalalt.

Samuti määratakse O_2 ja CO hulk, surudes gaasi vastavalt anumatesse 3 ja 4. Gaasisegu tuleb siinjuures suruda läbi lahuste 7—10 korda.

56. Veekulu mõõtmine

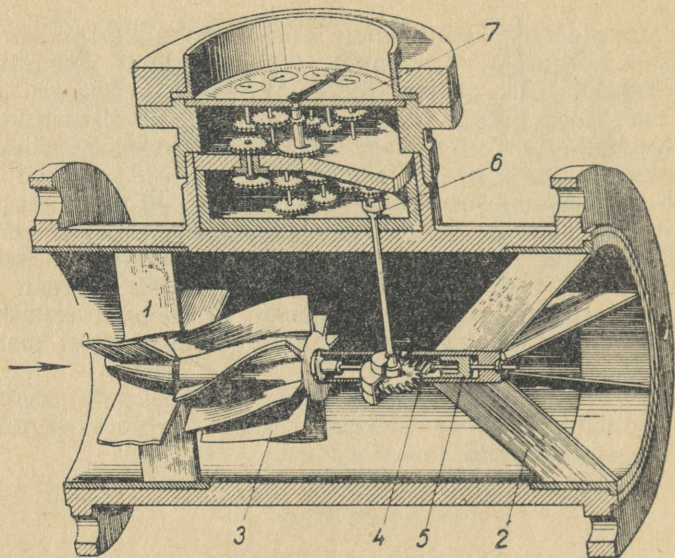
Veekulu mõõtmiseks kasutatakse veemõõtjaid. Enam levinud veemõõtjateks on kiirusveemõõtjad. Väiksemate veehulkade puhul (torustiku läbimõõdu juures kuni 50 mm) kasutatakse tiivik-veemõõtjaid, suuremate veehulkade puhul (torustiku läbimõõdu juures üle 50 mm) turbiin-veemõõtjaid.

Tiivik-veemõõtja (joon. 127) koosneb kerest 1, milles on lamedate labidatega ja vee liikumise suunaga risti asuva



Joon. 127. Tiivik-veemõõtja:

- 1 — kere; 2 — tiivik;
- 3 — hammasrataste süsteem; 4 — arvestusmehhanism; 5 — numbrilaud.



Joon. 128. Turbiin-veemõõtja:

- 1 — vooluõgvendaja; 2 — kronstein; 3 — tiivik; 4 — tiguülekanne;
5 — tagumine laager; 6 — ülekandemehhanism; 7 — numbrilaud.

teljega tiivik 2. Kaalu vähendamiseks valmistatakse tiivik tselluloidist. Sooja vee mõõtmiseks kasutatakse nikeldatud valgevasesest tiivikut. Tiiviku pöörlemine antakse hammasrataste süsteemi 3 kaudu edasi arvestusmehhanismile 4. Numbrilaul 5 on 4 kuni 7 osutiga loendajat, mis näitavad veekulu: esimene — liitrites, järgmised — kümnetes, sadades, tuhandetes jne. liitrites. Tiivik-veemõõtjad võivad olla kuivjooksuga ja märgjooksuga; esimestes on arvestusmehhanism eraldatud veest metallist kettaga, millest ülekandevõll on läbi viidud karptihendiga, teistes asetseb arvestusmehhanism ühes numbrilauaga vees ja selle kohale on asetatud veerõhule vastupidav paks klaas.

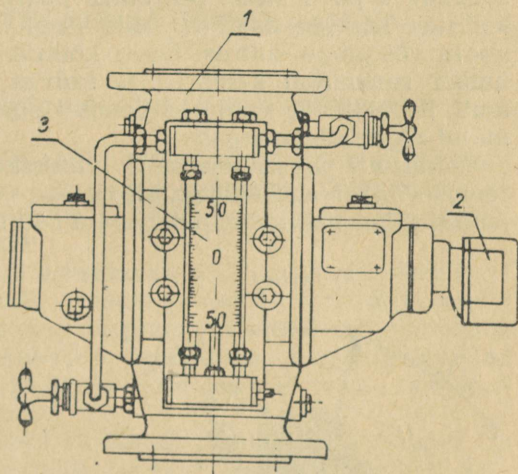
Turbiin-veemõõtjas (joon. 128) on spiraallabidatega tiivik 3 asetatud teljele, mis langeb ühte toru teljega. Tiivik kujutab endast kerget tselluloidist turbiini.

Tiivik-veemõõtjad paigaldatakse horisontaalselt, turbiin-veemõõtjad mistahes asendisse tingimusel, et veevoolu suund on alt ülespoole.

Iga veemõõtja ette ja järele asetatakse veetorustikule sulgventiil või siiber, mis võimaldab veemõõtja eraldamist torustikust tema remondiks või vahetamiseks.

57. Gaasihulga mõõtmine

Gaasikulu mõõtmiseks katlamajades kasutatakse kõige sagedamini pöörleva rootoriga gaasimõõtjaid (joon. 129) PC-100 ja PC-600, mille normaalne läbilaskevõime on 100 ja 600 m³ gaasi tunnis. Gaasimõõtja mustumisel tema läbilaskevõime väheneb. Mustunud gaasimõõtja tuleb pesta läbi puhta bensiini või petrooliga.



Joon. 129. Gaasimõõtja:

1 — kere; 2 — arvestusmehhanism; 3 — manomeeter rõhulangu määramiseks.

Gaasimõõtja mustumise üle saab otsustada tema esiküljel oleva veemanomeetri järgi, mis näitab rõhulangu gaasimõõtjas, s. o. gaasi rõhu suuruse vahet enne ja peale gaasimõõtjat. Rõhulang normaalkoormusel on gaasimõõtjale PC-100 kuni 30 mm vs, PC-600 — 20—30 mm vs.

Gaasimõõtja normaalsel töötamisel on kuulda iseloomulikku tasast müra.

Gaasimõõtjat tuleb hoida löökide eest. Samuti pole lubatud gaasimõõtja plommide purustamine ning tema kraanide keeramine.

58. Elektrilised mõõteriistad

Elektrimõõteriistu, sealhulgas ka voltmeetreid ja ampermeetreid, liigitatakse nende töötamis põhimõtte järgi.

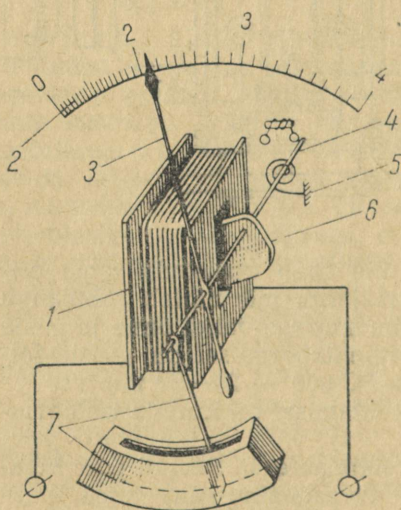
Kõige levinumad on elektromagnetilised voltmeetrid ja ampermeetrid, mida saab kasutada nii alalis- kui ka vahelduvvoolu tugevuse ja pinge mõõtmiseks.

Nimetatud tüüpi mõõteriist (joon. 130) koosneb poolist 1, mis kujutab raamile keritud traati, teljest 4, sellele asetatud südamikust 6, spiraalvedrust 5 ja osutist 3.

Mõõteriistal on võngete õhksummuti 7 ja jaotustega skaala 2.

Mõõteriist töötab järgmiselt. Voolu juhtimisel läbi pooli 1 tekib selle ümber magnetväli, mille toimel tõmmatakse südamik 6 pooli sisse. Seejuures pöörduv ka telg 4 ning kallutab kõrvale osuti 3, mille järgi loetakse skaalalt 2 voolu või pinge suurus. Osuti kõikumist tasakaaluasendi ümber summutab kambrist ja kolvist koosnev õhksummuti. Pooli läbiva voolu katkemisel pöörduv osuti vedru 5 mõjul algasendisse tagasi.

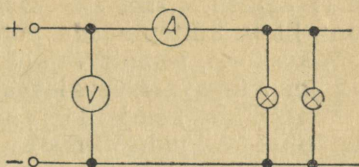
Voltmeetri ja ampermeetri lülitusskeem on näidatud joonisel 131. Nagu nähtub, lülitatakse voltmeeter takistiga (antud juhul elektrilampidega) paralleelselt, amper-



Joon. 130. Elektromagnetiline mõõteriist:

- 1 – pool; 2 – skaala; 3 – osuti;
- 4 – telg; 5 – vedru; 6 – südamik; 7 – õhksummuti.

Joon. 131. Voltmeetri ja ampermeetri elektrihaelasse lülitamise skeem.



meeter aga järjestikku. Järelikult läbib ampermeetri pooli niisama tugev vool kui elektrihaelatki, voltmeetri pooli aga ainult tähtsusetu osa elektrihaela voolust.

IV. KESKKÜTTESÜSTEEMIDE JA KESKKÜTTEKATELDE TEENINDAMINE

59. Ettevalmistused algavaks kütteperioodiks

Ligikaudu üks kuu enne kütteperioodi algust tuleb teostada proovikütmine, et jõuda selgusele küttesüsteemi, katelde ja abiseadmete korrasolekus. Enne proovikütmisele asumist tuleb:

lasta katlast ja küttesüsteemist välja seal suve läbi seisnud vesi ning uhtuda süsteem ja katel mitu korda veega läbi. Edasi täita süsteem pikkamööda veega, et võimaldada õhul kõigist küttekehast eemalduda. Seejuures peavad kõigi küttekehade ja õhupaakide kraanid olema täielikult avatud;

puhastada veelkordselt katel, kolle, suitsukäigud ja kanalid, vaatamata sellele, et need puhastati kevadel kütmise lõpetamisel;

õiendada katla kõveraks tõmbunud ukсед ja luugid, vahetada läbipõlenud ja kõverdunud restid, tihendada luukide ja suitsukanalite ebatihead kohad ning müüritise praod. Katla tiheduse kontrollimiseks on soovitatav teha koldesse niisketest laastudest tuli, sulgeda siiber ning jälgida, kust väljub suitsu;

kontrollida ning korrastada korstnasiiber ja õhuklapid ning parandada katla ja torustiku vigastatud soojusisolatsioon;

korrastada ja puudumise korral muretseda kohale küt-

mise abinõud (kühvlid, roobid, orad, restinoad, kangid) ning katla küttepindade puhastamise vahendid (traatharjad, kraabid), samuti vajalikud tööriistad (võtmed, haamid jm.), tagavara-veeklaasid, määrdeained jne.;

kontrollida, kas katla ja torustiku vahele ei ole asetatud pimeäärikuid. Viimaste olemasolul need eemaldada; veenduda katla armatuuri (kaitseklappide, tagasilöögi-klappide, veeklaaside, ventiilide ja siibrite) korrasolekus. Kontrollida, kas veeklaasi kraanid, manomeetri kolmekäiguline kraan, katla tühjenduskraan ja toitekraan on korras ning pööramisel liiguvad kergelt;

kontrollida abiseadmete (pumpade, õhu- ja tõmbeventilaatorite) korrasolekut: kas laagrid on korralikult õlitatud, kas on korras laagrite vesijahutus ja kas pumpade tihenduspuksid on korralikult pingutatud. Liigselt pingutatud tihenduspukside puhul ei saa pumba rootor vabalt pöörelda. Tsentrifugaalpumbad tuleb käivitada ja veenduda, et nad annavad vett. Samuti tuleb lühiajaliselt käivitada õhu- ja tõmbeventilaatorid. Pumpade ja elektrimootorite rihmajamite rihmad ei tohi olla liiga pingutatud, mis põhjustab laagrite kuumenemist, ega ka liigselt libiseda, mille tagajärjel pumpade ja ventilaatorite pöörete arv langeb ning seadmed ei arenda vajalikku rõhku. Rihmade suure libisemise puhul rihmarattad kuumenevad;

kontrollida, et katlal, samuti aga ka küttesüsteemil ja tsirkulatsioonipumpadel oleksid termomeetrid ja manomeetrid;

õlikütte puhul kontrollida õlipaakide ja torustiku tihedust ning õlipihustite korrasolekut. Selleks käivitada pihustid ning kontrollida nende suudme ette asetatud papi-tüki või lauakese abil pihustamise kvaliteeti.

Proovikütmise käigus tuleb kontrollida küttesüsteemi torustiku tihedust, küttekehade soojenemist kõikides ruumides, toitepumpade ning tsirkulatsioonipumpade töötamist, armatuuri ja kondenspottide korrasolekut ning suitskäikude tihedust (põleva tiku või küünlaleegi abil).

60. Katla sissekütmine ja süsteemi käikulaskmine

Enne katla sissekütmisele asumist on kütja kohustatud kontrollima, et veekateldel oleksid siibrid peale ja tagasivoolutorustikul täiesti avatud. Rängelt on

keelatud alustada katla sissekütmist suletud siibritega.

Vesikütte puhul tuleb kontrollida, et katel ja süsteem oleksid veega täidetud. Selleks avada kraan paisumispaagi signaaltorul, millest peab väljuma vett. Juhul kui vett välja ei voola, tuleb süsteemi täiendavalt veega täita. Ühtlasi tuleb jälgida manomeetri näidu järgi veesamba kõrgust süsteemis.

Aurukütte korral tuleb katel täita veega kuni kõige madalama lubatud tasemeni veeklaasi järgi, kusjuures peab olema kindlustatud õhu vaba väljapääs katlast ülemiste kraanide ja ventiilide kaudu. Enne tule tegemist koldesse tuleb veega täita kuni proovikraanini ka torulukk. Kui torulukk pole korras või kui selle ja katla vahel on sulgemisseadmeid, on katla käikulaskmine keelatud.

Enne tule süütamist tuleb ventileerida kollet ja suitsukäike, milleks avada 10 minutiks täielikult korstnasiiber; kui kasutatakse õhupuhumist, siis käivitada ka õhuventilaator.

Korstna soojendamiseks ja korraliku tõmbe tagamiseks on soovitatav teha sissekütmise eel korstnajalga või suitsukanalisse laastudest või peenikestest puutükikestest tulelõke.

Sisse kütta tuleb aeglaselt kuni katla kõikide osade ühtlase kuumenemiseni. Seejuures tuleb jälgida katla ja küttesüsteemi termomeetrite ning manomeetrite näitusid, aurukatla juures ka veeseisu veeklaasis.

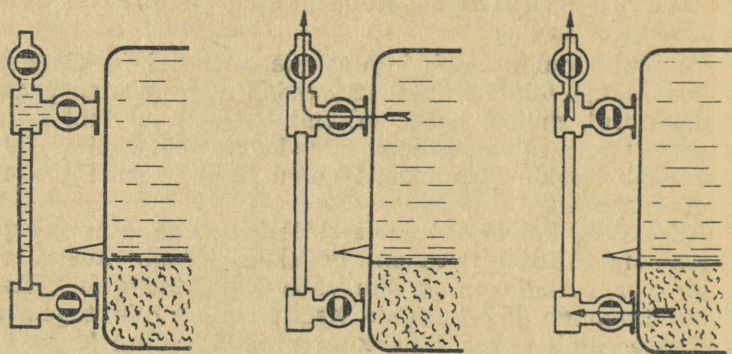
Enne aurukatla töösse rakendamist tuleb läbi puhuda selle veeklaasid (joon. 132), milleks pikkamööda:

- avada läbipuhumiskraan;

- avada veekraan (puhutakse läbi auruosa ja klaas);

- avada veekraan ja sulgeda aurukraan (puhutakse läbi veeosa). Vastupidises järjekorras avamisel võib tekkida tugev veelõök, mille tagajärjel klaas võib puruneda;

- avada aurukraan ja sulgeda läbipuhumiskraan. Veetase klaasis peab läbipuhumiskraani sulgemisel tõusma kiiresti; aeglane tõus näitab ummistust, mis tuleb kõrvaldada kraani ja toruosa läbitorkimise teel painutatud traadi abil. Selleks sulgeda veeklaasi mõlemad kraanid, puhuda klaas tühjaks ja keerata ära puhastuskork 4 (joon. 74); avada pikkamööda veekraan ja, seistes kõrval, torkida ettevaatlikult läbi kraani ava. Peale selle sulgeda veekraan, ase-



Joon. 132. Veeklaasi läbipuhumise skeem.

tada tagasi puhastuskork ja lülitada klaas töösse. Ummistuse kõrvaldamisel asetada kätte nahk- või puldankindad, et vältida käte põletamist kuuma vee või auruga.

Aurukatla töösserakendamiseks tuleb auruventiil avada aeglaselt ja ettevaatlikult, et vältida veelööke torustikus.

Enne tsirkulatsioonipumba käivitamist tuleb kontrollida, et siiber pumba survetorul oleks suletud, imemistorul aga avatud. Survetoru siibri suletud asendis käivitub pump kergemini, kuna ta töötab peaaegu koormuseta. Siiber survetorul tuleb avada pikkamööda ja alles pärast seda, kui pump on saavutanud täispöörded. Seejärel tuleb kontrollida pumba rõhku manomeetrite järgi ning tihenduspuksi pingutust (ei tohi olla liigselt pingutatud ega esineda vee läbijooksu). Siiber pumba möödaviigul peab olema suletud.

Enne tõmbeventilaatori käivitamist tuleb avada laagrite vesijahutus. Elektrimootori ülekoormamise vältimiseks tuleb ventilaator käivitada klapi suletud seisus.

61. Katla ja abiseadmete järelevalve töötamisel

Kütja vastutab oma vahetuse ajal katlamaja seadmete seisukorra, katelde normaalse töörežiimi ja oma kohustuste mittetäitmisest tingitud katlamaja seadmete vigastuste ja tööõnnetuste eest.

Kütja ülesandeks katla töötamisel on:
kindlustada kütmisega ruumide normaalset temperatuuri;

hoida korras kõik katlamaja seadmed;

hoida katlamajas korda ja puhtust;

kulutada kütust ökonoomselt.

Asudes tööle, peab kütja eelmiselt vahetuselt katlad ja katlamaja seadmed vastu võtma, need isiklikult üle vaatama ja veenduma nende korrasolekus.

Vahetust üleandev kütja on kohustatud katlad ja abiseadmed ning katlaruumi üle andma puhtana ja korrasolevana. Vahetust vastuvõtvale kütjale tuleb teatada seadmete seisukorrast ning vahetuse ajal märgatud puudustest, korratustest ja vigastustest katelde ning abiseadmete juures. Vahetuse vastuvõtjal tuleb kontrollida:

veeseisu katlas veeklaaside (läbi puhuda) ja proovikraanide abil;

auru rõhku katlas manomeetri järgi ja manomeetri korrasolekut (ühendades manomeetri pikkamööda kolmekäigulise kraani abil atmosfääriga, peab manomeetri osuti langema nulljaotusele);

veeseisu süsteemis manomeetri järgi ja vee temperatuuri katlas;

kõigi auru- ja veesiibrite ning -kraanide korrasolekut ja asetust (avatud, poolavatud, suletud);

kaitseklappide ja toruluku korrasolekut;

korstnasiibrite ning õhuklappide käigu kergust ning asetust;

kas katlaosadel, eriti tulega kokkupuutuvatel osadel, pole pragusid, väljapaisumisi (muhke) või muid nähtavaid vigastusi, samuti kas müüritis on korras (ei esine pragusid, sisselangemisi);

toitepumba korrasolekut viimase käivitamise teel;

kõigi abiseadmete (õhu- ja tõmbeventilaatorite jm.) korrasolekut;

kütusehulka paakides (õliküttel).

Pärast seda tuleb jõuda selgusele:

kas on varuks veeseisunäitaja klaase ettenähtud arvul, puhastusmaterjale, tihendeid, määrdeõlisid jt. vajalikke materjale;

kas on kohal vajalikud tööriistad (mutrivõtmed, vasarad jt.) ning avariivalgustamiseks laternad;

kas on korras tulekaitsevahendid.

Vahetuse üleandmise ja vastuvõtmise kohta tehakse märkus vahetuseraamatusse, mis kinnitatakse vahetust üleandja ja vastuvõtja allkirjadega.

Uus vahetus peab olema teadlik, et ta võtab endale kogu vastutuse vigastuste ja puuduste eest, mis esinesid eelmise vahetuse ajal, kui need pole kantud vahetuseraamatusse.

Vahetuses olles on kütja kohustatud:

mitte jätma katelt järelevalveta, kui koldes on tuli ja kuni rõhk aurukatlas pole langenud atmosfäärirõhuni.

Kui koldel on õhupuhumisseadmed, tuleb enne kütja igakordset katlamajast väljumist õhuventilaatorid seisma jätta. Kui uus vahetus ei tule välja, peab kütja tööd jätkama ja sellest administratsioonile teatama. Kütjal on vahetuses olemise ajal keelatud teha kõrvalisi töid, mis otseselt ei kuulu katla järelevalve hulka: tuua kütust katlamajja, teha remonti jms. Teenindatavate katelde juurde kütuse vedamist kütja poolt võib lubada ainult juhul, kui kütuseladu asetseb vahetult katlaruumi kõrval;

jälgima termomeetrite abil välisõhu ja ruumide temperatuure;

hoolikalt jälgima põlemist koldes. Reguleerima vastavalt katla koormusele kütusekihi paksust (õli hulka vedelkütuse puhul) ja põlemisõhu hulka (tõmmet), õigeaegselt kohendama kütusekihti ja puhastama resti rübust ning tuhast;

pärast kütuse sisseviskamist sulgema koldeukse alati lingiga. Õhupuhumisega kolletel enne koldeukse avamist vähendada õhupuhumist nii, et leek koldest välja ei lööks;

mitte lubama katlamajja kõrvalisi isikuid;

puuduste ja vigastuste avastamisel võtma tarvitusele abinõud nende kõrvaldamiseks; juhul kui see enesel osutub võimatuks, teatama sellest administratsioonile;

vähemalt üks kord vahetuses koristama katlamaja;

mitte lubama katlamaja üle kuhjata kõrvaliste esemete ega katla peal kuivatada mistahes esemeid;

hoidma korras trepid ja rõdud; väljapääsud katlamajast peavad talvel olema puhastatud lumest ja jääst;

hoolitsema, et katlamaja ruumid, samuti tuulekoda ja trepid oleksid hästi valgustatud ning elektripirnid tolmust puhtaks pühitud;

valvama, et katelde töötamisel ja inimeste viibimise ajal katlamajas poleks katlamaja ukсед lukustatud ega riivis;

valvama, et katlamajas ei hoitaks kergesti süttivaid vedelikke (petrooleumi, bensini) või muid tuleohtlikke aineid. Jooksvaks tarviduseks vajalik kogus petrooleumi ja määrdeõli tuleb hoida eriruumis metalltaaras, paigutatuna raudkasti või kappi;

hoolitsema õhu pideva juurdevoolu eest katlamajja, et tagada kütuse normaalset põlemist ning katlamaja õigeaegset ventileerimist (vingugaasi mürgituste vältimiseks); korralikult pidama vahetuseraamatut ettenähtud vormi järgi ja teostama kütuse kulu arvestust.

Peale ülalnimetatud kohustuste peab kütjate veekatelde puhul:

hoidma vee temperatuuri katlas ettenähtud kõrgusel vastavalt välisõhu temperatuurile (vt. lisa 5); jälgima, et vee temperatuur katlas ei tõuseks üle 90° ; jälgima veeasete süsteemis paisumispaagi signaaltoru ning katla küttesüsteemi manomeetrite näitude järgi. Vajadus sageli anda lisavett viitab süsteemi lekkimisele, mis tuleb kõrvaldada. Kui vee temperatuur süsteemis tõuseb üle 90° , samuti kui rõhk süsteemis või katlas tõuseb üle normaalrõhu, tuleb katla kütmine lõpetada ja selgitada ebanormaalsuse põhjus. Rõhu tõusmine süsteemis üle normaalrõhu võib olla põhjustatud vee külmumisest magistraaltoru ja paisumispaagi vahelises torus või toru ummistumisest;

kontrollima kaitseklappide töötamist vähemalt kord nädalas; kaitseklapi vastukaalu kergitamisel peab klapp avanema kergesti.

Kaitseklappide hoova kinnikiilumine, lisaraskuste asetamine ja olemasoleva raskuse nihutamine kaitseklapi hooval on keelatud;

jälgima tsirkulatsioonipumpade, toitepumpade, ventilatorite ja elektrimootorite töötamist, kontrollima nende laagrite, tihenduspukside ja rihmajamite seisukorda. Laagreid tuleb määrada korrapäraselt ning selleks ettenähtud määrdeainega. Laagrite temperatuur ei tohi töötamisel ületada 60° (võib palja käega kestvalt katsuda). Temperatuuri tõusmisel üle lubatava määra tuleb rakendada töösse teine tsirkulatsioonipump, ülejäänud seadmed tuleb lülitada ajutiselt tööst välja kuni nende laagrite jahtumiseni.

Veerõhu ja temperatuuri järsu tõusu vältimiseks katlas,

kui sundtsirkulatsiooniga süsteemis tsirkulatsioonipump juhuslikult seisma jääb, tuleb avada ventiil äravoolutorustikul, mis on ühendatud kuuma vee väljavooluliiniga katla ja sulgemisseadme vahel.

Tuleb vältida vee sattumist elektrimootoritele, mille tagajärjel mootori mähised võivad läbi põleda. Kui elektrimootori juures on tunda kõrbenud kummi lõhna, tuleb mootor viivitamatult peatada.

Juhul kui põleb läbi elektrimootori ühe faasi kaitsekork, jääb mootor seisma ja hakkab undama. Sel puhul tuleb viivitamatult välja lülitada elektrimootori lüliti, asendada kaitsekork uuega ja alles seejärel mootor uuesti käivitada.

Elektrivoolu katkemisel katlamajas tuleb kõik elektrimootorid kohe välja lülitada, et vältida nende mähiste läbipõlemist voolu uuesti sisselülitumisel, süüdata tagavaravalgustus ja avada siiber tsirkulatsioonipumpade möödaviigul, et võimaldada süsteemis vee loomulikku tsirkulatsiooni.

Et vältida temperatuuri tõusmist üle lubatava määra ja vee keema hakkamist katlas, tuleb vähendada tõmmet, sulgeda kolde õhuluugid ja avada koldeuksed; äärmisel juhul tuleb koldest osa põlevat kütust välja tõmmata ja veega kustutada.

Aurukatelde puhul peab kütja:

hoolitsema, et veeseisunäitajad (veeklaasid) oleksid hästi valgustatud ja töökorras. Klaas peab olema seestningi väljastpoolt puhas ning veetase klaasis hästi nähtav;

hoolikalt jälgima veeseisu katlas, mis tuleb hoida ligikaudu $\frac{3}{4}$ veeklaasi kõrgusel. Veepind klaasis peab kergelt kõikumama. Veeseisu pideval alanemisel katlas tuleb kontrollida, kas torulukk pole veest tühjenenud;

puhuma läbi veeklaasid ja proovikraanid 1—2 korda vahetuses.

Vee kadumisel veeklaasist tuleb viimane läbi puhuda ja kui vesi nähtavale ei ilmu, kütmine viivitamatult lõpetada, tuli koldest välja tõmmata ja katel lasta ära jahtuda. Vee katlasse andmine on keelatud, kuna see võib põhjustada katla lõhkemist;

jälgima, et manomeetri osuti ei tõuseks üle punase joone, mis on tõmmatud kõrgeimat lubatavat töö rõhku tähistavale jaotusele. Kui manomeetri osuti tõuseb üle punase joone, peab astuma tegevusse torulukk;

kord vahetuses kontrollima manomeetrit, ühendades pikka mööda manomeetri atmosfääriga; läbi puhuma manomeetri silmutoru. Enne manomeetri ühendamist katlaga tuleb anda veidi aega auru kondenseerumiseks silmutorus;

k kontrollima, et torulukk oleks veega täidetud proovikraanini;

k kontrollima kõikide toiteseadmete korrasolekut nende käivitamise teel 1—2 korda vahetuses;

katelt perioodiliselt läbi puhuma vastavalt administratsiooni poolt antud juhistele. Katelt võib läbi puhuda ainult teise kütja või katlamaja eest vastutava isiku juuresolekul. Läbipuhumise ajal tuleb läbipuhumiskraane ja ventiile avada aeglaselt ja ettevaatlikult.

62. Katla töötamise lõpetamine

Katla seismajätmiseks tuleb lõpetada kütuse andmine koldesse ja lasta kütusekiht restil maha põleda. Kui õhupuhumine resti alla puudub, sulgeda osaliselt siiber katla taga ja samuti kolde tuharuumi uks. Kui kasutatakse õhupuhumist resti alla, siis puhumine lõpetada ja avada kolde tuharuumi uks. Seejärel puhastada hoolikalt kolle ja tuharuum, järele vaadata rest ja vajaduse korral läbipõlenud restilülid asendada uutega. Üle vaadata kogu katel ja müüritis ning puhastada katla gaasikäigud ja suitsukanalid. Seejärel sulgeda korstnasiiber ning kolde- ja tuharuumi uksed.

Katlast või süsteemist vee väljalaskmine ilma katlamaja eest vastutava isiku korralduseta on keelatud.

Kütja on kohustatud katla viivitamatult seisma jätma ja sellest katlamaja eest vastutavale isikule teatama, kui:

vee temperatuur või rõhk katlas või süsteemis järsult tõuseb ja jätkab tõusmist, vaatamata tõmbe vähendamisele, õhupuhumise lõpetamisele ja koldeuste avamisele ning katla tugevdatud toitmisele (aurukatla puhul);

süsteemi lisatäitmisel pikema aja jooksul ei hakka paisumispaagi signaaltorust voolama vett;

vee tsirkuleerimine süsteemis lakkab, mis võib olla põhjustatud elektrivoolu katkemisest, tsirkulatsioonipumpade

riknemisest, süsteemi magistraalitorustike tugevast lekkimisest, torustiku külmumisest jm.;

veeseis aurukatlas kiiresti langeb, vaatamata katla tugevdatud toitmisele;

veeseis aurukatlas on langenud lubatavast madalaimast tasemest allapoole (sel juhul on katla toimine veega kateooriliselt keelatud);

kõik toitepumbad lakkavad töötamast;

manomeeter lakkab töötamast;

kõik veeseisunäitajad või torulukk lakkavad töötamast;

märgatakse katlal väljapaisumisi, katla seinte kuumenemist punase värvuseni, pragusid keevisõmblustes või keevisõmbluste lekkimist;

avastatakse katla vigastus ja tugev lekkimine vigastuskohas;

variseb katla müüritis, mille tagajärjel paljastuvad katla osad;

avastatakse kütuse põlemine gaasikäikudes, aurutorustiku ja armatuuri vigastused, gaaside plahvatused gaasikäikudes või muud ebanormaalsused ja korratused katla töös, mis on ohtlikud katlale ja teenindavale personalile (vibratsioon, löögid jm.).

Avariilisel katla seismajätmisel tuleb lõpetada kütuse pealeandmine ja eemaldada koldest tuli või äärmisel juhul kustutada see, koldes veega, vältides vee sattumist tulisele müüritisele ja katla küttepindadele. Kui pärast kütuse eemaldamist koldest on vaja katel kiiresti maha jahutada, avada korstnasiiber ja koldeuksed.

Pärast kütteperioodi lõppemist tuleb vesikütte puhul vesi kateldest ja süsteemist välja lasta, süsteem ja katlad pesta ning uuesti täita puhta veega, kusjuures õhk tuleb selle kõigist võimalikest kogunemiskohadest eemaldada. Seejärel tehakse tuli kolletesse ning katlad ja süsteem soojendatakse kuni 80°-ni, et eemaldada viimane õhk õhukraanide kaudu, ja jäetakse siis kogu süsteem sellisesse seisukorda kuni käikulaskmiseni või remondini. Süsteemi ja katla tühjalt seismajätmine pole otstarbekas, kuna niiske õhu käes seistes tekib metalli tugev roostetamine.

Katla kolle ja suitsukäigud, samuti katla välispinnad tuleb hoolikalt puhastada tuhast ja tahmast. Katla välise roostetamise vältimiseks on soovitatav veidi avada korstnasiiber ja koldeuksed, et katel tuulduks ja higistamise

korral kuivaks. Niiske katlaruumi puhul tuleb korstnasiiber ja koldeuksed hoida suletuna.

Aurukatelde puhul tuleb pärast kütteperioodi lõppemist vesi katlast välja lasta ja puhastada katel katlakivist. Seejärel täita katel täielikult veega, soojendada vesi kuni 80°-ni, sulgeda tihedalt kõik luugid ja jätta katel sellisesse seisukorda kuni järgmise kütteperioodini. Katla kolle, suitsikäigud ja välispind tuleb puhastada tuhost ning tahmast.

63. Katla küttepindade puhastamine tule poolt

Katla küttepinnad kattuvad töötamisel lendtuha, tahma, nõe ja pigiga, mis on halvad soojusjuhid ja takistavad soojuse üleandmist kuumadelt gaasidelt veele, põhjustades seega kütuse ülekulu. Selle vältimiseks tuleb küttepindu regulaarselt puhastada. Puhastamise sagedus sõltub kasutatava kütuse liigist ja katla tüübist ning tuleb määrata kindlaks vastavalt kohalikele tingimustele.

Puhastamiseks ettenähtud luugid avatakse kordamööda ning eemaldatakse terasharjade ning kraapide abil küttepindadelt tahm, pigi, lendtuhk ja nõgi. Pärast ühe või kahe lõõri puhastamist tuleb luugid kohe kindlalt sulgeda enne järgmiste luukide avamist. Kõdunenud ja purunenud asbesttihendid luukidel tuleb asendada uutega. Vastasel korral imetakse suitsukäikudesse väärtõhku, mis jahutab katelt ja halvendab tõmmet.

Kui küttepindu puhastatakse katla töötamise ajal, siis tuleb korstnasiiber hoida avatuna ainult niipalju, et lendtuhk ja tahm ei satuks katlamajja. Siibri liigsel avamisel jahutab läbivoolav õhk katelt.

Suitsutorude puhastamiseks lendtuhast ja tahmast kasutatakse toruharju. Viimased peavad liikuma torudes küllalt tihedalt; vastasel korral jääb toruseintele kleepunud tuhk ja tahm suures osas maha kraapimata.

Küttepindadelt mahakraabitud tahm, nõgi ja tuhk tuleb gaasikäikudest eemaldada.

Juhul kui pigi on küttepindadelt kraapimisega raske kõrvaldada, võib seda maha põletada koksi või kuiva puidu tulega. Pigi põletamine peab toimuma ettevaatlikult, et vältida katla vigastamist metalli kohaliku ülekuumutamise ja tarviduse korral tuleb põletada mitmes järgus, katkestades põlemist õhu juurdevoolu sulgemisega.

64. Katla küttepindade puhastamine katlakivist

Kuigi keskküttekateldes kasutatakse ainult puhast vett, koguneb katla küttepindadele aja jooksul siiski katlakivi. Kui katlakivikihi paksus on suur, siis lisaks kütuse ülekulule tekib katla materjali ülekuumenemine ja katlad (eriti malmkatlad) võivad praguneda. Sagedamini esineb see sisekoldega malmkatelde juures, millel vahetult tule käes olevatele küttepindadele koguneb suuremal hulgal katlakivi.

Malmkateldes kasutatakse katlakivi kõrvaldamiseks soolhapet, mille toimel ta lahustub. Enne happega pesemist tuleb katel lahutada pealevoolu (auru-) ja tagasivoolutorust; katla armatuur tuleb eemaldada ja toruavad sulgeda puitkorkidega.

Happelahus valmistatakse 100- kuni 500-liitrise mahuga puitanumas, mis asetatakse katlast kõrgemale, et lahus liiguks katlasse ise voolu teel. Anum ühendatakse katlaga ligikaudu 50-millimeetrise läbimõõduga kummi- vooliku abil, mille ots viiakse tagasivooluavasse või ühendatakse katla tühjendamistoruga. Pealevoolu- (auru välja- voolu) ava peab olema avatud katlakivi lahustumisel tek- kiva süsihappegaasi eemaldamiseks. Katla pesemine kes- tab kuni 1,5 tundi ja katkestatakse, kui lõpeb süsihappe- gaasi eraldumine.

Pärast katla pesemise lõpetamist lahjendatakse töötanud lahus veega vahekorran 1:1 ja juhatakse kanalisatsiooni. Katel tuleb puhta veega hoolikalt läbi uhtuda.

Pärast seda tuleb katel neutraliseerida, täites ta 1% -lise naatriumhüdroksiidi (seebikivi) või kaltsineeritud sooda lahusega. Lahust katlas soojendatakse 1 tunni jooksul kuni 60—70° C.

Katla metalli kaitsmiseks soolhappe sööbiva mõju eest lisatakse lahusele nn. inhibiitorit, s. o. ainet, mis pidurdab metalli lahustamist happe poolt, kuid samal ajal ei takista happe toimet katlakivile. Inhibiitorina kasuta- takse erilist preparaati «Unikool». Selle puudumisel võib happelahusele lisada 1% tislერილიმი või kanepi-õlikooke.

Liim tükeldatakse ja sulatatakse kuumas vees, soojen- dades seda tulel, ning valatakse happelahuse hulka.

Soolhappelahuse kontsentratsioon ja vajalik inhibiitori hulk sõltub katlakivi koostisest ja paksusest ning tuleb valida vastavalt tabeli 24 andmetele.

Katla metalli sööbimise vältimiseks pole soovitatav kasutada happelahust kontsentratsiooniga üle 10%.

Katlakivi koostise kindlaksmääramiseks proovitakse 10%-lise soolhappelahuse mõju peenestatud katlakivile. Äge süsihappegaasi eritumine koos vahu tekkimisega viitab katlakivi karbonaatsele koostisele; vahu puudumine viitab katlakivi segakoostisele, süsihappegaasi eritumise puudumine — silikaatsele koostisele.

Tabel 24

Soolhappelahuse kontsentratsioon ning vajalik inhibiitori hulk sõltuvalt katlakivi koostisest ja paksusest

Katlakivi paksus mm	Katlakivi koostis	Soolhappelahuse kontsentratsioon %	Inhibiitori «Unikool» hulk %-des happelahuse kaalust	
			Mark ПБ	Mark МГ
5 ja rohkem	Karbonaatne	10	0,3	0,5
Sama	Sega	12	0,5	0,8
Alla 5	Karbonaatne	7—8	0,3	0,8
Sama	Sega	10	0,5	1

Happelahuse kontsentratsioon arvestatakse kloorvesiniku (HCl) hulga järgi. 1 kg 30%-list tehnilist soolhapet sisaldab 0,34 kg kloorvesinikku.

100-liitrise koguse 10%-lise lahuse saamiseks on tarvis soolhapet:

$$\frac{10 \cdot 0,34}{100} = 29,4 \text{ kg.}$$

Karbonaatne katlakivi lahustub inhibeeritud happelahuses ilma soojendamata. Silikaatse katlakivi lahustamiseks lisatakse inhibeeritud happelahusele alumiinium- või naatriumfluoriidi. Sulfaatse katlakivi lahustamiseks kasutatakse inhibeerimata soolhapet, mis aetakse keema.

Katla happega pesemist võib teostada ainult vilunud keemiku juhtimisel. Happe kasutamisel tuleb kinni pidada ohutustehnika reeglitest. Katla pesemise ajal happega tuleb katlaruumi ventileerida. Töötajad, kes on tegevuses katla pesemisega ja happelahuse valmistamisega, peavad kandma kummikindaid, kummipõllesid, kummisäärrikuid ning kaitseprille.

Malm-aurukatelde happega pesemisel eemaldatakse

aurukoguja, millest katlakivi ja muda kõrvaldatakse mehaanilisel teel meislite ja kraapide abil.

Teraskateldest, millel on küllaldaselt määralt puhastusluuke, kõrvaldatakse katlakivi katla läbikeetmise teel sooda- ja seebikivilahusega.

Katel eraldatakse torustikkudest kas siibrite (kraanide) või pimeäärikutega abil.

Iga 100 liitri katlavee kohta antakse katlasse 1 kg seebikivi ja 1,5 kg pesusoodat. Enne seebikivi ja sooda sisseandmist tuleb need ained eri nõudes lahustada. Katla keetmine toimub 24—36 tundi, katlakivi suurema paksuse puhul kuni 72 tundi. Pärast keetmist tuleb katel lasta täiesti jahtuda, misjärel lastakse vesi välja ja avatakse katlal kõik luugid. Läbi luukide tõmmatakse roopide ja oradega muda välja ja uhutakse katel puhta veega läbi.

Karbonaatse ja kipsilise koostisega katlakivi puhul kasutatakse ka trinaatriumfosfaati, mida antakse katlasse 1,5—2 kg 1 m³ katlavee kohta. 24-tunnise keetmise järel lastakse katlast välja ligikaudu pool vee mahust, täidetakse katel uuesti veega ja antakse katlasse ligikaudu pool esialgselt trinaatriumfosfaadi hulgast. Seda korraldatakse mõned korrad, mille järel katel jahutatakse, lastakse vesi välja ja alustatakse kohe mehaanilist puhastamist.

Katla keetmisel katlakivi ei lahustu, vaid laguneb suuremateks või väiksemateks tükkideks, mis tuleb katlast tingimata kõrvaldada. Pärast katla keetmist tuleb katla armatuuri avad (manomeeter, kraanid, ventiilid) katlakivi tükkidest hoolikalt puhastada.

Teraskateldest, millel puudub küllaldane arv puhastusluuke, ei saa katlakivi kõrvaldada seebikivi- ja soodalahusega keetmise teel. Katlakivi killud kuhjuksid sel puhul paksu kihina üksikutesse kohtadesse, kust neid pole võimalik eemaldada. Sellistest kateldest tuleb katlakivi kõrvaldada soolhappelahusega.

XV. KATLA SOOJUSBILANSS

65. Soojuskaod ja katla kasutegur

Katla soojusbilanss annab ülevaate katlas kasulikult tarbitud kütuse soojusest ja üksikutest soojuskadudest.

Kui tähistada suitsugaasidelt katla veele (aurule) üleantavat soojushulka protsentides kütuse kütteväärtusest q_1 ja üksikuid soojuskadusid:

q_2 — soojuskadu suitsugaaside füüsikalise soojusega ehk nn. korstnakadu;

q_3 — soojuskadu keemiliselt ebatäielikust põlemisest (vingugaasi tekkimine, põlemata vesinik jm.) ehk nn. keemiline kadu;

q_4 — soojuskadu mehaaniliselt ebatäielikust põlemisest (restist läbivarisenud kütus, põlevosad tuhas, lendtahm) ehk nn. mehaaniline kadu;

q_5 — soojuskadu katla välisjahtumisest;

q_6 — jääkaod (tuha füüsikalise soojusega jm.), siis kaod kokku

$$q_{kaod} = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 (\%).$$

Katla veele (aurule) üleantud soojushulga ja kütuse põlemisel vabaneva soojushulga suhet nimetatakse katla kasuteguriks ja tähistatakse tähega η (eeta).

Katla kasutegur võrdub 100% miinus kõikide kadude summa, väljendatud protsentides:

$$\eta = 100 - q_{kaod} (\%).$$

Kesküttekatelde kasutegur sõltuvalt katla tüübist, suuruselt ja kütuse liigist ulatub 60—90%.

Korstnakadu on tingitud sellest, et suitsugaasid lahkuvad katlast tunduvalt kõrgema temperatuuriga, kui on koldesse voolaval põlemisõhul. Kütuse põlmisel tekib ligikaudu niisama palju suitsugaase, kui palju juhitakse koldesse õhku. Soojus, mis on kulunud suitsugaaside (õhu) soojendamiseks, läheb kasutult korstnasse.

Mida kõrgem on suitsugaaside temperatuur ja mida suurem on liigõhutegur, s. o. mida rohkem õhku tarvita-

takse 1 kg kütuse põletamiseks, seda suurem on suitsugaaside hulk ja seda suurem on ka korstnakadu. Korstnakadu saab vähendada, kui kütta mõõduka liigõhuteguriga. Seepärast tuleb kütta minimaalse tõmbega, mis kindlustab katla nõutava koormuse ja täieliku põlemise. Liigõhutegur suureneb tunduvalt kolde ja suitsukäikude ebatiheduse tõttu. Katla küttepinnad tuleb hoida puhasena, mis tagab paremat soojuse ülekandmist suitsugaasidelt veele ja alandab seega lahkuvate suitsugaaside temperatuuri.

Kesküttekatelde juures tuleb lugeda heaks, kui suitsugaaside temperatuur ei tõuse üle $130\text{--}180^\circ$, ja rahuldavaks, kui temperatuur ei ületa $180\text{--}250^\circ$. Teisest küljest pole ka soovitatav, et suitsugaaside temperatuur langeb alla 100° , kuna see põhjustab suitsugaasides oleva veeauru kondenseerumist ja selle tagajärjel katlametalli roostetamist.

Soojuskadu suitsugaasidega on keskmiselt $10\text{--}20\%$.

Keemiline kadu tekib põlemisõhu puudusest, õhu ebaühtlasest läbivoolamisest kütusekihist ja kolde madalast temperatuurist. Käsitsi teenindatavates kolletes ulatub see $4\text{--}8\%$ -ni. Seejuures 1% vingugaasi (CO) suitsugaasis põhjustab katla kasuteguri vähenemist ja kütuse ülekulu $6\text{--}8\%$ võrra. Keemilist kadu saab tunduvalt vähendada õige kütterežiimi rakendamisega ja hoolika kütmisega.

Mehaaniline kadu sõltub resti tüübist ning kütuse liigist ja tükisuurusest. Käsitsi teenindatavates kolletes ulatub see $4\text{--}8\%$ -ni. Mehaanilist kadu saab vähendada õige tükisuurusega kütuse valikuga vastavalt resti tüübile ja kütuse täieliku läbipõlemisega restil. Kütja peab hoolikalt jälgima, et rest oleks korras; läbipõlenud restilülid tuleb kohe asendada uutega.

Soojuskadu katla välisjahtumisest tekib soojuse kiirgamisest katlaruumi. Keskmiselt on see $3\text{--}6\%$. Soojuskadu välisjahtumisest saab vähendada katlaosade hea isoleerimisega; katlaseinte soojusisolatsioon tuleb hoida alati korras.

XVI. KESKKÜTTESEADMETE KORRATUSED JA AVARIID

66. Keskküttesüsteemide korratud ja nende kõrvaldamine

Hoone keskküttesüsteemi häireteta töötamine on võimalik ainult tema hoolikal suvisel ettevalmistamisel järgnevaks kütteperioodiks. Ettevalmistus seisneb katla ja abiseadmete ning torustiku remondis, küttekehade reguleerimises ja maja üldises korraldamises talveks.

Majavalitsuse lukksepa ja kütja ülesandeks on kütteperioodi ajal selgitada kõik töötamisel esinevad korratud, et neid saaks õigeaegselt kõrvaldada.

Põhilisteks korratusteks keskküttesüsteemi töötamisel on üksikute küttekehade halb soojenemine, torustiku osade mehaaniline vigastumine, ühenduskohtade ja armatuuri lekkimine ning küttekehade vigastumine.

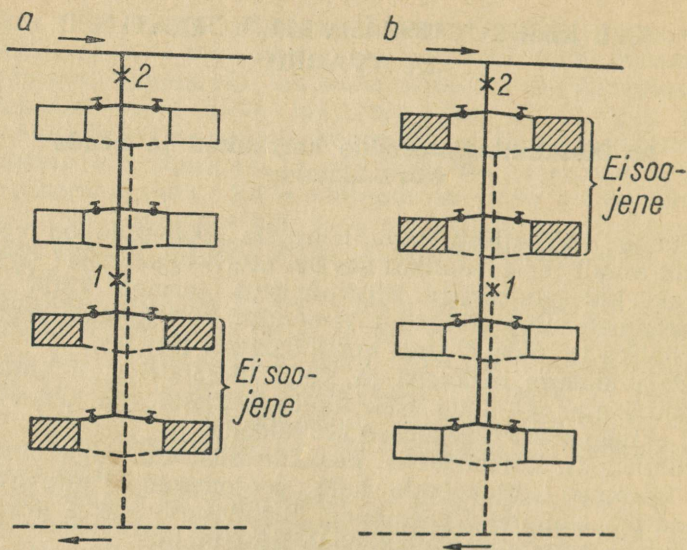
Küttekehade halva soojenemise üheks põhjuseks on torustike ummistumine ja õhu kogunemine torustikes, mis takistab vee tsirkuleerimist süsteemis.

Ummistumised võivad tekkida torustikku veega sattunud mustusest, remondi puhul hooletult puhastatud torude kohaleasetamisest, tihendusmaterjali tükide sattumisest torustikku jne. Kõige sagedamini ummistuvad kahekordse reguleerimisega kraanid ja küttekehade ühendustorud püstikute juures.

Ummistuste kõrvaldamiseks tuleb arvatavad ummistunud kohad torustikul välja lülitada, torustik lahti võtta ja ummistus eemaldada. Pärast torustiku või armatuuri puhastamist ja veega läbiuhtumist monteeritakse lahti võetud osad uuesti kokku. Üksikutel juhtudel tuleb maha võtta ja läbi uhtuda küttekehad.

Ummistunud kohtade kindlaksmääramisel tuleb silmas pidada järgmist.

Kui näiteks sooja vee ülemise jaotuse korral kahe ülemise korruse küttekehad soojenevad normaalselt, kuid alumiste korruste omad ei soojene (joon. 133, a), siis ühel juhul torustiku täielik ummistus peab esinema pealevoolupüstikus kusagil punktis 1 teise ja kolmanda korruse vahel. Teisel juhul võib peapüstik ülemise korruse ja soojaveemagistraali vahel (punktis 2) olla ummistunud



Joon. 133. Torustiku ummistunud koha kindlaksmääramine sooja vee ülemisel jaotusel.

ainult osaliselt. Selle tagajärjel püstiku ristlõige väheneb ja sellest läbivoolavast väiksemast veehulgast jätkub ainult ülemistele küttekehadele, alumistes küttekehades jääb vesi liikumatuks. Sel puhul alumiste korruste küttekehade ei soojene üldse, ülemiste korruste küttekehade soojenevad aga halvasti.

Kui näiteks soojenevad kahe alumise korruse küttekehade ja ei soojene ülemiste korruste omad (joon. 133, b), siis kõige tõenäolisemalt on täielikult ummistunud tagasivoolupüstik punktis 1 teise ja kolmanda korruse vahel. Kui seejuures ilmneb veel ka alumiste korruste küttekehade nõrk soojenemine, siis esineb veel täiendavalt pealevoolupüstiku osaline ummistumine kusagil punktis 2 ülemise küttekeha ja soojaveemagistraali vahel. Kui sel puhul kõrvaldada ainult ummistus punktis 1, siis ummistuse tõttu punktis 2 kas kõik küttekehade soojenevad halvasti või soojenevad ülemised küttekehade normaalsest nõrgemini, alumised küttekehade ei soojene aga üldse.

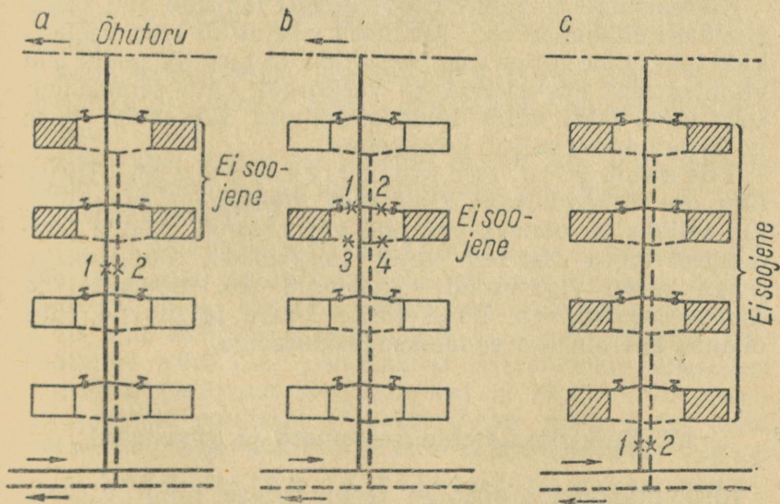
Kui sooja vee ülemisel jaotusel ei soojene ükski kütte-

keha, mis on ühendatud ühe ja sama püstikuga, siis tuleb ummistust otsida kas pealevoolupüstikus kõige ülemise küttekeha ja soojaveemagistraali vahel või tagasivoolupüstikus kõige alumise küttekeha ja tagasivoolumagistraali vahel.

Vaatleme süsteemi torustike ummistumist sooja vee alumisel jaotusel. Kui ei soojene ülemised küttekehad (joon. 134, a), siis võib täielik ummistus esineda punktides 1 ja 2 teise ja kolmanda korruse vahel. Kui ei soojene mingi püstiku üks küttekehast, siis kõige tõenäolisem ummistus esineb küttekeha ühendustoru punktis 1, 2, 3 või 4 (joon. 134, b).

Juhul kui ei soojene üldse või soojenevad halvasti mingi püstikuga ühendatud kõik küttekehad, siis tuleb ummistust otsida pealevoolu- või tagasivoolupüstikutes punktides 1 ja 2.

Õhu kogunemist süsteemi üksikutesse osadesse (õhukorgid) põhjustavad õhu väljalaskeseadmete — õhukraanide — korratud või vastupidise kallaku tekkimine torustiku äravajumise tagajärjel. Neil juhtudel tuleb õhukraanid korrastada ning torustik kinnitada õigesti.



Joon. 134. Torustiku ummistunud koha kindlaksmääramine sooja vee alumisel jaotusel.

Õhku võib koguneda küttekehadesse ka süsteemi kiirel täitmisel veega. Sel puhul tuleb tsirkulatsioonipump lühiajaliselt seisma jätta, et anda võimalus õhul tõusta süsteemis ülespoole ja eemalduda.

Küttekehade õiget soojenemist mõjutab olulisel määral keskküttesüsteemi õige reguleerimine, mis viiakse läbi pärast ummistuste ja õhukorkide eemaldamist kahekordse reguleerimisega kraanide ja ventiilide (kraanide) abil. Süsteemi reguleerimisel peab vee temperatuur olema 60—70°.

Küttekehade mittesoojenemise või puuduliku soojenemise põhjusteks aurukütte puhul on torustikes tekkivad vee- ja õhukorgid, harvemini torustiku ummistumine.

Veekorgid tekivad kõige sagedamini sifoonides nende alumisse ossa muda ja prügi korjumise tagajärjel. Kui aururõhk selles lõigus ei osutu küllaldaseks, et ummistustest läbi tungida, siis vesi võib täita aurutorud ja välja lülitada tööst mitte ainult üksikud küttekehad, vaid isegi kogu püstiku tervikuna.

Katelde ülekoormamisel, eriti väikese aurutuspeegliaga Streli ja Strebeli katelde puhul, satub torustikku koos auruga palju vett, mis samuti võib põhjustada veekorkide tekkimist.

Küttekehade korralikku soojenemist takistab õhu kogunemine küttekehadesse. Tavaliselt põhjustab seda veekorkide tekkimine torustikus. Seepärast on tarvilik peale õhu väljalaskmist kõrvaldada ka veekorgid. Õhu eemaldamiseks tuleb lahti võtta kondensaaditoru küttekeha taga, mille puhul õhk väljub küttekehast.

Torustiku ja radiaatorite remont. Torustiku osa vahetamiseks lülitatakse vigastunud osa välja, kui selleks on olemas ventiilid või kraanid. Nende puudumisel tuleb süsteem veest tühjendada. Radiaatorite remontimisel vigastunud sektiioonid kõrvaldatakse ja asendatakse uutega. Radiaatorite kõrge ja nipleid, mis ei anna keerata, sojendatakse leeklambiga.

67. Keskküttekatelde korratused ja vigastused

Keskküttekatelde ebaõige teenindamise ning hooletu ümberkäimise tagajärjel võivad tekkida korratused ja vigastused, mis takistavad katla normaalset ekspluatee-

rimist ning võivad põhjustada tema tööst väljalangemist.

Järgnevalt on käsitletud katelde töötamisel esinevaid põhilisi korratusi ja vigastusi ning nende tekkimise põhjusi.

1. Praod malmkatla sektsioonides. Malmkatla sektsioonid lõhkevad tavaliselt resti kohal. Pragude tekkimise põhjusteks võivad olla:

katlakivi olemasolu sektsioonide seintel. Katlakivi tekkimise vähendamiseks tuleb kõrvaldada kõik põhjused, mis tingivad värske vee juurdeandmist katlasse. Tuleb hoolikalt jälgida süsteemi torustiku tihedust ja lekkivad kohad viivitamatult kõrvaldada. Kütja peab vältima vee keema hakkamist katlas, mille tagajärjel tekivad süsteemis veekaod. Oigeaegselt tuleb katel puhastada katlakivist;

kütja hoolimatus resti puhastamisel ja räbu eemaldamisel küttepindadelt, mille juures katla sektsioonid võivad praguneda tugevate löökide tagajärjel kangiga või roobiga vastu katlapindu;

katla metalli sööbimine (roostetamine). Seda põhjustab eriti süsteemi täitmine katla kaudu, s. o. külma vee juhtimine vahetult katlasse. Sööbimise vältimiseks tuleb toitetoru ühendada tagasivoolutoruga mitte ligemal kui 2 m katlast, et külm vesi seguneks katlasse tagasijuhitava veega;

katla sektsioonide ebaühtlane kuumenemine tugeva kohaliku jahutamise tõttu katla vahetul toitmisel külma veega;

rõhu tõus katlas üle lubatud määra, mis võib tekkida katla sissekütmisel kinniste siibritega pealevoolu- ja tagasivoolutorustikul.

2. Nippelühenduste lekkimine. Ülemiste niplite lekkimisel satub vesi koldesse, kust kuulub iseloomulikku häält. Alumiste niplite lekkimisel koguneb vett katla alla, mille tagajärjel halveneb tõmme. Niplite läbilaskmine võib olla põhjustatud sektsioonide ebaõigest ühendamisest katla monteerimisel ja niplite roostetamisest. Nende puuduste kõrvaldamiseks tuleb katel lahti võtta ning tugevasti roostetanud niplid asendada uutega.

3. Lekkimised ja väljapaisumised teraskateldes. Lekkimise põhjusteks võivad olla:

katla metalli roostetamine, mis tekib suuremalt jaolt suveperioodil katla kokkupuutekohtadel niiske müüriti-

sega. Samuti põhjustab katlametalli sööbimist väavli sisaldus kütuses. Sööbinud kohad tuleb välja lõigata ja keevitada sisse uued tükid;

neet- ja keevisõmbluste läbilaskmine. Esimene võib tekkida katla toitmisel külma veega, neetõmbluste ülekuumenemisest paksu katlakivikihi tagajärjel ja neetide sööbimisest. Keevitusõmbluste lekkimine võib tekkida mittekvaliteetsest keevitamisest. Lekkiv neetõmblus tuleb temmida, sööbinud needid vahetada. Lekkiv keevituskoht tuleb välja raiuda ja uuesti keevitada. Katla töötamise ajal neetõmbluse temmimine või täiendav keevitamine tihendamiseks pole lubatud;

leegitoru väljapaisumised ning muhud katla veetorudel, mis tekivad metalli ülekuumenemisest katlakivi tõttu. Samuti põhjustab leegitoru väljapaisumisi rõhu tõusmine katlas üle lubatud määra, tingituna toruluku ja kaitseklappide korratustest. Leegitoru väljapaisumiste puhul tuleb katel tööst välja lülitada, väljapaisunud kohad leegitorul välja lõigata ja keevitada neisse kohtadesse lapid.

4. Katla armatuuri ja garnituuri korratused. Peamisteks korratusteks on:

siibrite, ventiilide ja kraanide läbilaskmine. Selle põhjuseks on mustuse kogunemine tihenduspiindadele ning tihenduspiindade sööbimine. Ebatihe armatuur tuleb lahti võtta ja tihenduspiinnad puhastada; sööbinud piinnad tuleb lihvida;

siibrite, ventiilide ja kraanide tihenduspukside läbilaskmine. Kui tihenduspukside täiendav pingutamine ei anna tulemusi, siis tuleb tihenduspuksi lisada topendit;

katla veeklaaside lõhkemine. Selle põhjuseks võivad olla külma veeklaasi järsk soojenemine või veeklaasi ebaõigest läbipuhumisest põhjustatud veelöögid;

manomeetri ebaõige näitamine, tingituna põrutustest või kuuma auru laskmisest manomeetri spiraalitorusse. Vesiküttesüsteemile asetatud manomeeter võib näidata normaalsest rohkem, kui on ummistunud või kinni külmunud paisumistoru katla ja paisumispaagi vahel. Soojendamisel vesi paisub, mille tagajärjel rõhk süsteemis suureneb. Manomeetri klaasi higistamine viitab spiraalтору lekkimisele. Korratu manomeeter tuleb asendada uuega;

termomeetri ebaõige näitamine. Selle põhjuseks võib olla termomeetri riknemine, vale asetus või õli puudumine hülsis;

koldeuste kaardumine ja pragunemine ukse kaitseplaadi läbipõlemise tõttu; ukselingi murdumine või kulumine, mille tõttu koldeust ei saa korralikult sulgeda. Selle tagajärjel pääseb koldesse väärohku, mis põhjustab kütuse ülekulu;

õhuluukide puudumine, kõveraks paindumine või läbiroostetamine, mis ei võimalda õige põlemisrežiimi raken-damist;

restipiide osaline puudumine või läbipõlemine, mille tagajärjel variseb tuha hulka palju läbipõlemata kütust. Kütja peab hoolitsema, et rest oleks alati korras;

malmkatla kesta korratud. Kest peab olema hästi sobitatud katlale ja eraldatud sektsioonidest 5—6 mm paksuse asbestikihiga. Kesta ühenduskohad peavad olema tihedad, samuti kesta olevad puhastusluugid, et vältida väärohu sissepääsu, mis halvendab tõmmet. Kesta ja puhastusluukide tihedust saab kontrollida põleva tiku või küünlaleegi abil.

5. Korratud katla müüritises, nagu:

tuleläve varisemine koldes halva müüritise või sageda-mini kütja hooletuse tõttu kolde teenindamisel. Selle tule-musena halveneb põlemine koldes;

katla suitsukäikude varisemine, tingituna halvast müü-ritisest. Selle tagajärjel halveneb tõmme. Müüritise vigas-tunud kohad tuleb kohe parandada;

müüritise ebatihedus. Sel juhul imetakse koldesse ja suitsukäikudesse väärohku, mis halvendab põlemist ja tõmmet. Müüritise ebatihedad kohad tuleb saviga kinni määrada.

68. Tõmbe- ja õhuseadmete korratud

1. Siiber. Siibri korratu töötamine ei võimalda tõmbe reguleerimist, mille tagajärjeks on kütuse ülekulu. Siibri korratusteks on:

siibri kinnikiilumine lehe paindumise, raami kõverdu-mise või raami soonte ummistumise tagajärjel tellisetük-kidega, saviga jm. Sel juhul tuleb suitsulõõr osaliselt lahti võtta ja siiber korrastada;

siibri halb sobitamine raamile ja raami puudumine. Sel juhul voolab siibri kohalt suitsulõõri palju väärohku, mis halvendab tõmmet ja takistab katla koormamist;

siibri vastukaalu puudumine, mis on sageli põhjuseks, et kütja ei reguleeri tõmmet vajaduse järgi. Vastukaal valmistatakse terastorst läbimõõduga 100—150 mm ja pikkusega 500—600 mm. Toru ühte otsa keevitatakse põhi ja toru täidetakse liivaga sedavõrd, et ta tasakaalustaks siibri raskuse. Toru ühendatakse siibriga üle rullide jooksva peenikese terastrossi abil.

2. **Suitsukanalid ja korsten.** Suitsukanalite ja korstna korratused väljenduvad nende niiskuses, ebatiheduses ja ummistumises, mille tagajärjel halveneb tõmme.

Suitsukanalite niiskumine tekib põhjavee läbitungimisest või katla sissekütmisest niiske kütusega, mille puhul suitsugaasides olevad veeaurud hulgaliselt kondenseeruvad.

Suitsukanalite ebatihedust tuleb kontrollida küünla-leegi abil ja avastatud praod saviga kinni määrada.

Ummistused tekivad müüritise varisemisest ja suitsugaasidega kaasaviidud lendtuhast ning väikestest põlemata kütuseosakestest. Ummistused põhjustavad tõmbe järsku halvenemist. Suuremad ummistused esinevad neis kohtades, kus suitsugaasid muudavad järsult oma suunda, mille tagajärjel gaasidest sadenevad välja mehaanilised lisandid.

Ummistunud kohad tuleb puhastada. Eriti hoolikalt tuleb suitsukanalid ja korsten puhastada pärast kütteperioodi lõppu ja kontrollida nende puhtust proovikütmisel enne uue kütteperioodi algust.

Halb tõmme on peale ülalnimetatud põhjuste tingitud veel järgmistest asjaoludest: korsten on madal või asub kõrgete naaberhoonete varjus, mille tagajärjel tuulel on võimalus puhuda korstnasse. Sel juhul tuleb korstnat pikendada;

korstna ristlõige on liiga väike, mille tagajärjel gaaside voolamistakistused muutuvad suureks;

suitsukanalid on ehitatud paljude järskude käänakutega;

malmkatelde sektsioonide vahel on suured õhuvahed, mille kaudu tungib suitsukäikudesse palju õhku. Katel tuleb lahti võtta ja sektsioonid uuesti kokku monteerida nii, et nendevaheline õhuvahed ei ületaks 1—2 mm;

katla gaasikäikudesse ja suitsukanalitesse on kogunenud lendtuhka ja tahma. Puhastada gaasikäikusid ja suitsukanaleid regulaarselt sagedusega, mis sõltub kasutatata-

vast kütusest, katla tüübist ja muudest kohapealsetest tingimustest;

kütja hooletuse tõttu on jäetud lahti mittetöötavate katelde siibrid.

3. **Altõhukanalid ja -seadmed.** Peamisteks korratusteks on siin:

õhukanalite ebatihedus, mis on tingitud halvast montaažist või terasplekist kanalite läbiroostetamisest niiskuse kondenseerumise tõttu nende välispindadele. Tuleb kontrollida, kas kanalite äärikute vahele on asetatud tihendid ja kas äärikute poldid on korralikult kinnitatud. Roostetamise vältimiseks tuleb õhukanalite välispinnad värvida;

õhuklappide korratused, mille tagajärjel pole võimalik reguleerida põlemisõhu hulka. Põhjuseks on halb montaaž, kütja hooletus, käepidemete puudumine jne.

69. Mehaaniliste seadmete korratused

1. **Tsentrifugaalpump.** Pumba korratustena võib esineda:

pumba ummistumine. Pump tuleb jätta seisma, puhastada ja läbi pesta;

pumba laagrite kuumenemine. Selle põhjuseks võib olla võorkehade sattumine laagritesse koos õliga, õlitusrõnga kinnikiilumine või murdumine, mittevastav õli jm. Kuumenenud laagrid tuleb puhastada ja petrooleumiga läbi pesta, murdunud õlitusrõngas asendada uuega;

müra pumbas. Müra võib olla tingitud halvast montaažist, pumba võlli halvast tsentreerimisest, laagripoltide nõrgast kinnitamisest ja halvast vundamendist, mis vibreerib;

pump ei anna vajalikku rõhku. Põhjuseks on ajamirihma suur libisemine või õhu pääsemine imitorusse;

pump jääb seisma. On murdunud kiil pumba võllil.

2. **Õhu- ja tõmbeventilaatorid.** Ventilaatorite korratusteks on:

müra ventilaatoris. Esineb juhul, kui ventilaatori kere on deformeerunud, mille tagajärjel rootor hõõrdub vastu keret, kui ventilaatorisse on sattunud prahti või kui ventilaatori vundament on halb; müra võib tekkida ka liiga suure pöörete arvu tagajärjel;

tootlikkuse vähenemine. Põhjuseks on ventilaatori imi-ava ummistumine või ajamirihma suur libisemine;

laagrite kuumenemine. Esineb mustunud laagrite, halva määrimise ja ventilaatori halva tsentreerimise korral. Tõmbeventilaatori juures võivad selle põhjuseks olla ka häired laagrite vesijahutuses.

70. Avariid

Avarii all mõistetakse keskküttesüsteemi, katla või abiseadmete vigastust või normaalse töörežiimi katkemist, mille tagajärjel süsteem või katel langeb tööst välja. Katlaseadmete avariid võivad esineda kõikide osade juures. Avariide vältimiseks on vaja teada nende tekkimise põhjusi ning tunda põhjalikult süsteemi, katelde ning abiseadmete töötamist.

Avarii puhul peab katlamaja personal võtma tarvitusele kõik abinõud avarii likvideerimiseks. Vahetuse üleandmine lükatakse sel puhul edasi kuni normaalse töörežiimi saavutamiseni või vastava korralduse saamiseni katlamaja eest vastutavalt isikult. Avarii tekkimisest peab kütja viivitamatult teatama katlamaja eest vastutavale isikule.

Keskküttesüsteemide ja katlaseadmete avariid võib liigitada:

1) avariid, mis nõuavad katla töötamise kohest lõpetamist. Nende avariide puhul on kütja kohustatud omal algatusel katla viivitamatult seisma jätma. Nimetatud avariide loetelu on toodud p. 62;

2) avariid, mis nõuavad süsteemi osalist väljalülitamist ja sellest vee väljalaskmist (tugev lekkimine üksikutest püstikutest ja küttekehadest või külma tõttu lõhkenud radiaatorid);

3) avariid, mis nõuavad vee väljalaskmist kogu süsteemist. Vee võib majavalitsuse nõusolekul süsteemist välja lasta:

kui puudub kütus ja esineb torustiku külmumise oht;
kui esineb tugev lekkimine tagasivoolumagistraalis;
ainukese katla avarii puhul.

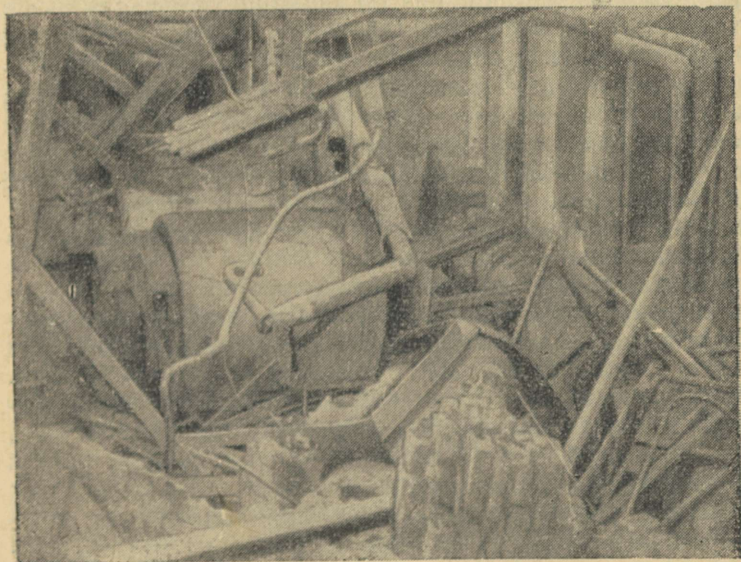
Kõige raskemaks avariiks on katla lõhkemine, mis ei vii katelt mitte ainult täielikult ja pikemaks ajaks rivist välja, vaid põhjustab ka suuri purustusi ja tõsiseid õnne-

tusi. Valdav enamik katelde lõhkemisi tekib eksploatatsioonireeglitest mittekinnipidamise ja kütja hooletuse tagajärjel.

Veekatlad võivad lõhkeda, kui neid köetakse suletud siibriga või kui peale- ja tagasivoolumagistraalidele on unustatud pimeääririkud, mis asetati sinna remondi puhul katla eraldamiseks süsteemist.

Juhul kui mõlemad siibrid (nii peale- kui ka tagasivoolumagistraalil) on suletud ja puudub möödaviik pealvoolutoru siibril või kui katel on mõlemast torustikust lahutatud pimeäärikutega, soojeneb vesi katla kütmisel kiiresti, paisub ning tekitab katlas rõhu, mis ületab ta seinte tugevuse. Selle tagajärjel katel lõhkeb. Katla lõhkemisel tekkivatest purustustest annab ettekujutuse joonis 135.

Katla lõhkemisest tuleb viivitamatult teatada katlainspeksioonile. Kuni inspektori kohaletulekuni ja akti koostamiseni ei tohi korrastada hooneid ega ümber paigutada lõhkenud katla osi, välja arvatud juhul, mil purunenud



Joon. 135. Veekatla lõhkemisest tekitatud purustused.

katla osad ohustavad inimesi või takistavad liiklemist avalikel teedel.

Katla avarii võib tekkida ka juhul, kui siiber tagasivoolutorul on küll avatud, kuid pealevoolutorul suletud. Katla kütmisel koguneb katla ülaossa auru, mis surub vee katlast välja tagasivoolumagistraali. Katla seinad ülaosas kuumenevad üle, kaotavad oma tugevuse ning katel puruneb. Kui kütja märkab katlaseinte muutumist hõõgupunaseks, tuleb kütmine viivitamatult lõpetada, tuli koldest välja tõmmata ja katlal lasta pikkamööda jahutada. Tule kustutamine koldes veega pole lubatud, kuna külma vee sattumine tulistele katlapindadele võib põhjustada nende pragunemist. Samuti on keelatud avada siibrit pealevoolutorul, kuna selle tagajärjel väljub aur katlast torustikku ja alt pealetulev vesi satub ülekuumenenud katlapindadele, mille tagajärjel need võivad praguneda.

Juhul kui siiber tagasivoolumagistraalil on suletud, pealevoolumagistraalil aga avatud, vee tsirkulatsiooni süsteemis ei toimu ja vesi kuumeneb katlas keemistemperatuurini. Seejuures tekkiv aur väljub tugevate löökidega pealevoolumagistraali, mis on täidetud veega. Tekkivate veelöökide ja raputuste tagajärjel võivad katel ning torustik vigastuda ning nende ühendused hakata lekkima.

Veekatla avarii võib tekkida ka juhul, kui paisutoru katla ja paisumispaagi vahel on ummistunud, paisutoru või paisumispaak on kinni külmunud või kui paisutorule on jäetud pimeääririk või asetatud ventiil, mis on suletud. Katla kütmisel vesi paisub ning, leidmata väljapääsu, tekitab katlas ja süsteemis nii kõrge rõhu, millele katel ja torustik ei suuda vastu pidada.

Enne kütmisele asumist tuleb kontrollida, kas vesi paisumispaagis pole külmunud; paisutorul pealevoolutoru ja paisumispaagi vahel ei tohi olla mingisuguseid sulgemisseadmeid. Katla sissekütmisel tuleb hoolikalt jälgida veerõhku süsteemis (manomeetri järgi) ja lõpetada katlaga töötamine, kui rõhk süsteemis ja katlas tõuseb üle lubatud määra.

Aurukatelde avariisid põhjustab kõige sagedamini veepinna langemine katlas alla lubatava määra, mille tagajärjel vee poolt jahutatavad katlaosad jäävad kuivaks, kuumenevad üle ja kaotavad oma tugevuse. Selle tagajärjel võivad tekkida katla küttepindadesse praod või

rebeneda katla õmblused. Kuna aurukateldes ületab rõhk alati atmosfäärirõhu, siis on ka vee temperatuur katlas alati üle 100°. Sellise temperatuuriga vee olemasolu katlas muudab viimase lõhkemisohtlikuks. Pragude tekkimise või õmbluste rebenemise korral langeb aururõhk katlas kiiresti atmosfäärirõhuni ning osa katlas olevat vett aurustub silmapilkselt. Kuna äga auru maht atmosfäärilisel rõhul on vee mahust 1700 korda suurem, siis tõuseb hetkeliselt ka rõhk kõrgete väärtusteni, mis panebki katla lõhkema. Katlas olev iga kuupmeeter vett vabastab katla lõhkemisel energiahulga, mis vastab 8 kg püssirohule.

Katla kuivaksjäämise vältimiseks tuleb katla toiteseadmete ja veeseisunäitajate korrasolekule pöörata kõige suuremat tähelepanu. Katla veeklaaside ummistumisel või purunemisel võib lühemat aega edasi töötada, kontrollides veetaset proovikraanide abil. Viimaste puudumisel tuleb katel viivitamatult seisma jätta.

Kuivaks jäänud katel tuleb lasta pikkamisi maha jahutada. Külma vee andmine katlasse võib põhjustada viimase lõhkemise. Kütja tegevus veeseisu langemisel katlas on toodud katla teenindamise peatükis (vt. p. 61).

Katla küttepindade ülekuumenemist ja selle tagajärjel nende pragunemist võib põhjustada ka paks katlakivi kiht küttepindadel, mis ei võimalda viimaste jahutamist vee poolt. Seepärast tuleb kütteperioodi lõppemisel kontrollida katlakivi olemasolu küttepindadel ja tarviduse korral katel läbi keeta või puhastada happega.

Aurkatelde lõhkemist võib põhjustada ka rõhu tõusmine katlas üle lubatud piiri. Seda võib põhjustada suletud aurusiiber või mittekorras torulukk. Viimase korratus võib olla tingitud montaaživigadest, nagu ettenähtust väiksema läbimõõduga torude kasutamine, samuti torude ummistumisest. Katlaga töötamine kontrollimata ja mittekorras torulukuga on rangelt keelatud, kuna see võib põhjustada rasket avariid.

Tulekahju katlamajas. Tulekahju tekkimisel katlamajas tuleb viivitamatult välja kutsuda tuletõrje. Kuni viimase kohalejõudmiseni tuleb püüda tuld kustutada oma jõududega.

Tulekahju tekkimisel ei tohi kütja katlamajast lahkuda.

Kui on näha, et oma jõududega ei suudeta tulele piiri panna ja tuli ohustab inimesid, on katlamajast lahkumine lubatud, kuid enne tuleb kindlustada, et katel ei lõhkeks tules. Enne katlamajast lahkumist tuleb:

kustutada tuli koldes, milleks äärmisel juhul võib kasutada vett;

avada aurukatla maksimaalne toitmine ning lasta aur katlast välja;

sulgeda katlaruumi ukсед ja aknad, et takistada õhu juurdevoolu;

teatada olukorrast katlamaja eest vastutavale isikule.

XVII. KATLA JÄRELEVALVE JA OHUTUS-TEHNILISED NÕUDED

71. Katelde järelevaatused

Kõik madalrõhu-aurukatlad ja veekatlad, mille vee temperatuur on kuni 115^c, peavad enne käikulaskmist olema registreeritud kohalikus katlainspeksioonis. Registreerimisavaldusele peab olema juurde lisatud ettenähtud vormi kohaselt täidetud katla pass.

Registreerimisele ei kuulu auru- ja veekatlad, mille üldmaht on vähem kui 200 l, samuti suurema mahuga sektsioonkatlad, kui nende kõige suurema sektsiooni maht ei ületa 25 l.

Igale uuele või teise kohta ümberpaigutatud katlale tehakse enne käikulaskmist tehniline ülevaatus.

Tehnilisel ülevaatusel kontrollitakse, kas katel on õigesti lülitatud keskküttesüsteemi, katlaruumi seisukorda, kaitseseadmete, kontrollmõõteriistade, armatuuri, garnituuri ja toitepumpade, samuti teenindamiseskirjade olemasolu. Katla tehnilise ülevaatus tulemused kantakse katla passi.

Töötavatele kateltele tehakse perioodilisi tehnilisi järelevaatusi, et kontrollida nende seisukorda ja kõlblikkust edasiseks töötamiseks. Järelevaatusi tehakse katlamaja juhataja või katelde töötamise eest vastutava isiku poolt.

Tehnilise järelevaatuse korras uutele ülesseatud ja teise kohta ümberpaigutatud kateldele ja veesoojenditele (boileritele), samuti pärast nende remontimist, kui seejuures kasutati keevitamist, ning pärast neetimist ja torude või muude osade vahetamist tehakse sisemist ülevaatuset koos veesurveprooviga proovirõhul. Kui ülesseatava uue katla või veesoojendi kontrollimisest valmistajatehases veesurveprooviga proovirõhul on möödunud vähem kui kaks aastat, võib veesurveproovi läbi viia töö-
rõhul.

Töötavatele kateldele ja veesoojenditele tehakse veesurveproov proovirõhul vähemalt kord iga kuue aasta tagant. Kateldele ja veesoojenditele, mis pole sisemiseks ülevaatuseks ligipääsetavad, tehakse veesurveproovi kord iga kolme aasta tagant.

Pärast katelde ja veesoojendite puhastust ja remonti (välja arvatud eespool nimetatud remondid), kuid mitte harvem kui kord aastas, tehakse seadmete sisemist ülevaatuset koos veesurveprooviga töö-
rõhul.

Kõikidel juhtudel, kui katlad või veesoojendid pole sisemiseks ülevaatuseks ligipääsetavad, tehakse veesurveproov proovirõhul koos hoolika välise ülevaatusega.

Välisel ülevaatusel kontrollitakse katla osade ja müüritise üldist seisukorda, armatuuri, garnituuri, toiteseadmeid, katlamaja ja kõigi abiseadmete seisukorda.

Sisemiseks ülevaatuseks ja veesurveprooviks peab katel olema maha jahutatud ning hoolikalt puhastatud katlakivist, mudast, tuhast ja tahmast. Kui katlal on teiste töötavate kateldega ühiseid torustikke, tuleb katel torustikest lahutada pimeäärikutega, mis asetatakse toruäärikute vahele.

Katla sisemisel ülevaatusel kontrollitakse katla seinte, neetide, keevisõmbluste, leegitorude, veetorude, suitsukäikude jne. seisukorda. Defektide avastamisel tuleb kindlaks teha nende põhjused ja määrata abinõud nende kõrvaldamiseks.

Enne katla veesurveproovi peab kogu armatuur olema hoolikalt puhastatud, kraanid ja klapid juurde lihvitud, kõik luugid tihedalt suletud, kaitseklapid kinni kiilutud ja aurukatla torulukule ning veekatla möödaviigule asetatud pimeäärikud.

Veesurveproovi tehakse veega, kusjuures õhk peab olema katlast täielikult eemaldatud. Veesurveproov tehakse

rõhuga, mis on ette nähtud valmistaja-tehase poolt, kuid see ei tohi olla alla 1,5-kordse töörohu ega alla 2 atü.

Veesoojenditele (boileritele) tehakse veesurveproov koetavatele ja kütvatele osadele eraldi. Seejuures võetakse iga osa proovirõhk vastavalt valmistaja-tehase normidele, kuid see ei tohi olla madalam kui 1,5-kordne töö-
rõhk. Iga osa proovirõhk peab alati olema vähemalt 2 atü.

Veesurveproovil tekitatakse rõhk käsipumba abil, mida nimetatakse ka hüdrauliliseks pressiks. Rõhku tuleb seejuures tõsta aeglaselt ja selle suurus määrata kas korras kontrollmanomeetri või kahe tavalise manomeetri järgi.

Proovirõhu all hoitakse katel 5 minutit. Seejärel vähendatakse rõhku sujuvalt kuni maksimaalse tegeliku töö-
rõhuni, mille all hoitakse seade kogu järelevaatuseks vajaliku aja kestel.

Katel loetakse veesurvekindlaks, kui ei esinenud lekkimist, purunemist ega rebenemise tunnuseid. Lekkimiseks ei loeta vee tolmu- või pisaratekujulist väljatulekut neetõmbluste vahelt, kraanidest ja armatuuri muude osade vahelt, kui see proovi ajal ei takista rõhu hoidmist vajalikul kõrgusel. Kui katla keevisõmblustele ilmuvad tilgad või neil tekib higistamine, loetakse katel veesurveproovi mitteläbiteinuks.

Katla (veesoojendi) tehnilise järelevaatuse tulemused, seadme seisukord, töötamise luba ja järgmise järelevaatuse tähtaeg kantakse katla (veesoojendi) passi. Passi kantakse ka andmed seadmele tehtud iga remondi kohta.

Kui tehnilisel järelevaatusel selgub, et katel või veesoojendi on avariiseisukorras või omab tõsiseid defekte, on seadmega edasitöötamine keelatud. Sel juhul tehakse järelevaatust toimetanud isiku poolt katla (veesoojendi) passi vastav sissekanne, kus näidatakse ära ka töötamise keelu põhjused.

Katlainspeksioonis registreeritud katelde kohta tehakse katlajärelevalve insener-kontrolöride poolt perioodilisi revideerimisi.

Insener-kontrolöri poolt kontrollitakse tehniliste järelevaatuste õigeaegsust, katelde armatuuri, kaitse- ja toite-seadmete seisukorda ja nende töötamist, katelde teenindamisjuhiste olemasolu töökohtadel ja vahetuse päeviku pidamist, samuti katlaid teenindava personali väljaõpet ja nende teadmisi.

72. Üldisi ohutustehnilisi nõudeid

Katelde ja veesoojendite teenindamise võib usaldada isikutele, kes on vähemalt 18 aastat vanad, arstlikult läbi vaadatud, läbi teinud vastava õppuse ja kellel on tunnistus vastava eksami sooritamise kohta komisjoni ees. Gaasiküttel töötavate katlamajade teenindav personal peab läbi tegema veel täiendava õppuse.

Kütja peab tundma ja hoolikalt täitma «Eeskirju keskküttekatlamajade kütjatele» ning katlamaja seadmete teenindamise juhiseid.

Kütja peab jälgima, et katlamaja valgustus, eriti katelde manomeetrite, veeklaaside ja termomeetrite oma, oleks korras. Katlaruumis tuleb hoida alaliselt varuks petrooleumilamp, latern või künnlaid kasutamiseks elektrivalgustuse katkemisel.

Katlamaja eest vastutav isik on kohustatud regulaarselt jälgima, et kütjad, lukksepad ja katlamaja muu personal täidaks kehtivaid eeskirju ning et peetaks kinni katelde õigest töörežiimist.

Katlamaja eest vastutav isik on kohustatud hoidma katlad, veesoojendid ja teised katlamaja seadmed, samuti katlaruumid vastavalt katelde eksploatatsiooni eeskirjade nõuetele. Samuti on katlamaja eest vastutav isik kohustatud hoolitsema, et katelde, katlamaja seadmete, katlaruumi ja veesoojendite jooksev- ja kapitaalremont toimuks õigeaegselt; kindlustama, et õigeaegselt viiakse läbi katelde puhastamine ja läbipesemine ning katelde ja veesoojendite tehnilised järelevaatused.

Enne uute ülesseatud, remonditud või pikemat aega tööst väljalülitatud katelde käikulaskmist tuleb kontrollida katelde ja teiste seadmete korrasolekut, kaitseseadmete, armatuuri ja kontrollmõõteriistade korralikku töötamist, samuti vajalike dokumentide ja eksploatatsiooni- loa olemasolu.

Ettevõtte administratsioon peab vähemalt kord aastas, samuti enne tööle lubamist läbi viima katlamaja ning veesoojendeid teenindava personali teadmiste kontrollimise.

Katelde eksploatatsiooni eest vastutav isik peab kindlustama, et igas vahetuses kontrollitaks manomeetrite, aurukatelde veeseisunäitajate, kaitseklappide ja toiteseadmete korrasolekut, samuti kontrollimise tulemuste märkimist katlamaja päevikusse.

Igas katlamajas peab nähtavas kohas olema klaasi all välja pandud katlamaja torustiku skeem, eeskirjad kesküttekatlamajade kütjatele, sisekorra eeskirjad ja erijuhi- sed gaasiseadmete, veesoojendite või muude seadmete teenindamise kohta, olenevalt katlamaja seadmete iseloo- must.

Katlamajas tuleb hoida korda ja puhtust. Katlaruumi sissekäikudesse ja katlaruumi pole lubatud asetada kõr- valisi esemeid, materjale, seadmeid jm., mis takistavad vaba läbipääsu. Katlaruumis on keelatud hoida kergesti süttivaid aineid (petrooleumi, bensiini, õlisid, puulaaste jm.).

Katlamajja viivatel treppidel peavad olema käsipuud ning trepiastmed terved. Trepid peavad talvel olema hoo- likalt puhastatud lumest ning jääst. Töötamise ajal katla- maja ukсед ei tohi olla lukustatud.

Katlamajja peab toimuma pidev värske õhu juurdevool. Suitsu tugeval sissetungimisel ruumi peab kütja katkes- tama kütmise, ventileerima ruumi ja selgitama tõmbe nõr- genemise põhjuse.

Töötamisel tuleb hoiduda põletustest koldest räbu ja tuha väljatõmbamisel ja kustutamisel ning koldest leegi väljalöömisel. Kustutamiseks tuleb kasutada otsikuga varustatud voolikut. Kihi roobitsemisel, kütuse sisseviska- misel ja lõhkumisel tuleb kanda kaitseprille.

Katla sissekütmisel, eriti õli- ja gaasiküttel, mil kütmis- režiim pole veel kindlaks kujunenud, peab kolde teenin- damisel olema väga ettevaatlik: mitte seista vaateavade ja pääsuluukide ees, tule jälgimiseks koldes kasutada kaitseprille.

Veeklaaside, proovikraanide ja muu armatuuri käsitse- misel tuleb kasutada kindaid. Veeklaaside läbipuhumisel tuleb pöörata nägu kõrvale. Rõhu all oleva katla siibreid ja ventiile tuleb avada ning sulgeda sujuvalt ja ettevaat- likult. Toimingutel armatuuriga peab olema tagatud töö- koha küllaldane valgustus.

Katelde läbipuhumist ei tohi teostada läbipuhumise armatuuri rikke korral ja puuduliku valgustuse juures; kinnasteta tegutsemine on keelatud.

Enne koldeuste avamist tuleb vähendada õhupuhumist resti alla; koldeuste avamisel tuleb seista ustest kõrval nende avanemise poole.

Kaitsevõrede ning -katete eemaldamine töötavate

katelde veeklaasidelt ja töötavate ajamite rihmadelt, elektrimootorite siduritelt jne. on keelatud.

On keelatud käivitada pumpasid ja ventilaatoreid, mille pöörlevatel osadel (rihmad, sidurid, võllid jms.) ei ole kaitsepiirdeid, ning ventilaatoreid, mille imiaval puudub kaitsevõrk. Samuti ei tohi määrada töötavate mootorite, pumpade või ventilaatorite laagreid ega pingutada nende topendeid.

Katlamajas peavad olema järgmised tulekaitsevahendid: tahkekütusel töötamisel üks keemiline tulekustutaja ОП-5 iga kahe kolde kohta, vedelkütusel töötamisel aga üks keemiline tulekustutaja ОП-5 iga kolde kohta. Lisaks sellele peab vedelkütusega töötavas katlamajas olema katlaruumi ukse lähedal 0,5 m³ suurune kast kuiva liiva ja kahe teraslabidaga.

Katlamajas peab olema apteegikapp vajalike sidemete, arstimate jm. ning tööliste arvule vastav hulk kaitseprille ja respiraatoreid.

73. Ohutustehnilised nõuded gaasiga kütmisel

Gaasiga kütmisel peab kütja täitma järgmisi ohutustehnika nõudeid.

On keelatud:

suitsetada, sisse või välja lülitada elektrivalgustust ning käivitada või seisata elektrimootoreid, kui ruumis on tunda gaasi lõhna, sest põlev tikk, pabeross või elektrisäde võib esile kutsuda gaasisegu plahvatuse;

otsida gaasi väljavoolukohti lahtise tulega;

koormata gaasitorustikke raskustega või kasutada neid tagedena;

enne kolde tuulutamist lähendada sellele tuld.

Töötamisel gaasiga täidetud ruumis tuleb vajaduse korral kasutada pika voolikuga (10—12 m) gaasitorbikut. Vooliku ots tuleb ruumist välja viia ja asetada vastu tuult. Ruumis töötajat tuleb pidevalt jälgida väljastpoolt, et vajaduse korral teda abistada. Gaasitorbikus ei tohi töötada järjest üle 20 minuti. Seejärel tuleb töötajal puhata värskes õhus 5 minutit. Voolikuga gaasitorbiku asemel võib kasutada ka hapnikuaparaati.

Gaasiga täidetud ruumis tuleb kasutada vask- või vasega kaetud tööriistu, avade läbitorkimiseks — vask-

traati, mis ei põhjusta sädet. Terastööriistade kasutamisel tuleb need paksult määrada tavotiga. Katlamajas peavad olema tulekaitsevahendid: keemilised tulekustutajad, hüdrantide voolikud, liivakastid, tekk süttinud seljariiete kustutamiseks ja muud tulekaitse-eeskirjades nõutud esemed. Kõik nimetatud vahendid tuleb hoida täielikus korras.

Gaasitorustiku osade pikemaajalisel väljalülitamisel tuleb need eraldada pimeäärikuga.

Katla remondi ajaks tuleb gaasitorustiku vahele asetada pimeäärik.

Gaasisiibreid tuleb avada ja sulgeda sujuvalt.

Juhul kui katla sissekütmisel või töötamisel tekivad plahvatused, on iga kord vajalik kontrollida, kas pole avanenud plahvatusklapid. Läbi avanenud plahvatusklapi voolab katlaruumi hulgaliselt suitsugaasi, mis võib põhjustada seal viibivate inimeste mürgitamisest.

Tulekahju puhul tuleb viivitamata sulgeda lähem gaasisiiber väljaspool katlamaja, välja kutsuda tuletõrje ja asuda tule kustutamisele olemasolevate vahenditega.

Gaasiseadmete kõikidest korratustest ja töötamise ebanormaalsustest tuleb kohe teatada gaasiseadmete eest vastutavale isikule.

Gaasiküttesel töötavates katlamajades peavad elektrivalgustuse lülitid olema asetatud väljapoole katlaruumi selle sissekäigu lähedale.

XVIII. KESKKÜTTEKATLAMAJA ELEKTRISEADMED

74. Elektrimootorid

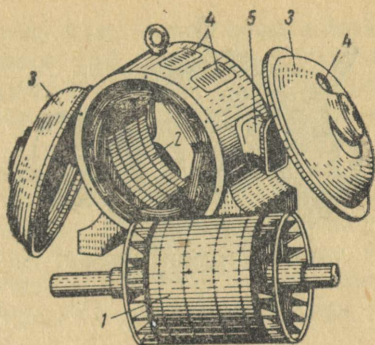
Elektrimootoreid kasutatakse tsirkulatsiooni-, toite- ja õlipumpade ning ventilaatorite, rotatsioonipihustite jm. käitamiseks.

Keskküttekatlamajades leiavad peamist kasutamist kolme faasilised lühisrootoriga asünkroonmootorid.

Asünkroonmootori (joon. 136) põhilisteks osadeks on väline, liikumatu osa — staator — ning selles asuv pöörlev osa — rootor. Rõngakujulise staatori südamikuga siseservale stantsitud uuretesse on asetatud mähis. Staatorist kitsa õhupiluga eraldatud rootor on tehtud õhukes-

Joon. 136. Lühisrootoriga asünkroonmootor lahtivõetult:

1 — rootor; 2 — staator; 3 — laagrikilp; 4 — ventilatsioonilava; 5 — klemmikarp.



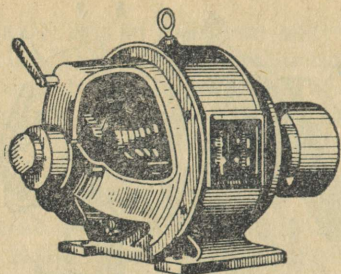
test raudplekkidest, mille välisele servale on stantsitud uured. Rootori mähis koosneb üksikutest uuretesse asetatud varrastest, mis on mõlemast otsast lühistatud rõngastega. Tavaliselt asetatakse uuretesse paljad vaskvardad, mis ühendatakse lühisrõngastega neetamise ja täiendava keevitamise teel või vardad valatakse ühes rõngastega alumiiniumist.

Asünkroonmootori staatori mähis ühendatakse elektrivõrguga. Mähiste otsad tuuakse kere külge kinnitatud klemmikarpi. Ruumiliselt nihutatud staatorimähised tekitavad neid läbivate mitmefaasiliste voolude toimel ühtlase kiirusega pöörleva magnetvälja. Viimane indutseerib rootori mähistes elektromotoorjõud, mis tekitavad rootorivoolud. Staatori pöördvälja ja rootori mähistes olevate voolude vastastikusel toimel pannakse elektrimootori rootor pöörlema. Rotor pöörleb pöördvälja suhtes teatava libisemisega, asünkroonselt, millest tuleb ka mootori nimetus.

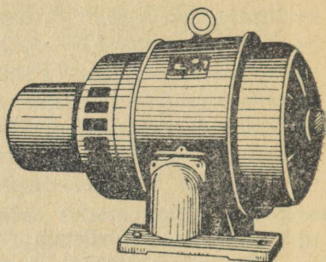
Elektrimootori kere külge kinnituvad laagrikilbid, millesse asetatakse võlli laagrid (kuul- või rull-laagrid). Suurte masinate laagrid asetatakse eraldi seisvatesse laagripukkidesse.

Mootori võlli otstes on hästi poleeritud tapid, mis toetuvad laagritele. Peale selle on võlli vaba ots varustatud kiilusoonega rihmaratta või ühendusmuhvi jaoks.

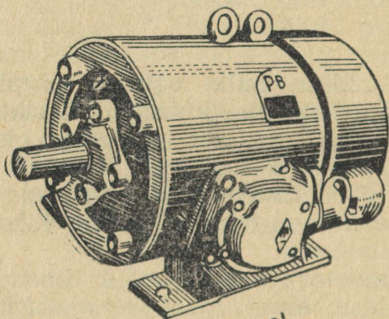
Ehitusviisi järgi jagatakse elektrimootorid lahtisteks, kaitstuteks ja kinnisteks (joon. 137). Kaitstud ehitusviisiga mootorid omavad kaitseadiseid suure-



a)



b)



c)

Joon. 137. Elektrimootorite üldvaade:
a – lahtine; b – kaitstud; c – kinnine.

mate võõrkehade ja veetilkade sissetungimise ning voolu juhtivate osade juhusliku puudutamise vältimiseks. Tolmu ja niiskuse sissesattumist need kaitseadised ei takista.

Kaitstud ehitusviisiga mootorites imetakse rootorile kinnitava ventilaatoriga jahutusõhk läbi laagrikilpides olevate avade ja paisatakse välja kere sees oleva ava kaudu.

Tugevasti tolmustes ja niisketes ruumides kasutatakse kinnise ehitusviisiga ehk kapseldatud elektrimootoreid. Nende kere välispind varustatakse jahutuse intensiivistamiseks ribidega.

Mootorit jahutatakse välise ventilaatoriga, mis on kinnitatud mootori võllile ja mis suunab õhu piki kere välisribisid.

Plahvatusohtlikus keskkonnas kasutatakse spetsiaalseid plahvatuskindlaid mootoreid. Need mootorid on täiesti kinnised ja sellise konstruktsiooniga, et nende mistahes vigastus ei saa ümbritsevas keskkonnas plahvatust esile kutsuda.

Elektrimootoreid võimsusega kuni 100 kW toodetakse ühtse A-seeriانا. Sõltuvalt kere materjalist ja mootori ehitusviisist tähistatakse mootoreid järgmiselt: kaitstud ehitusviisiga mootorid malmkerega — tähega A, alumiiniumkerega — AΛ; kinnised pealtjahutatavad mootorid malmkerega — tähtedega AO, alumiiniumkerega — AOA.

Mootori täielik margitähis sisaldab ka numbreid, näiteks AOΛ31-4, mis näitavad mootori gabariiti, staatori südamiku pikkust ja pooluste arvu.

Käesoleval ajal lasevad tehased välja uue ühtse seeria A2 ja AO2 mootoreid. Ühtlusseeria elektrimootorite tehnilisi andmeid on toodud lisas 9.

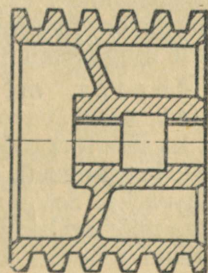
Energia ülekandmine elektrimootorilt töömasinale toimub kõige sagedamini kiilrihm-ülekande ja ketassidurite abil.

Kiilrihm-ülekanne koosneb elektrimootori võllile kinnitatud vedavast rihmarattast, töömasina võllile kinnitatud veetavast rihmarattast ja mõlemaid rattaid haaravast ühest või mitmest rihmast. Kiilrihm-ülekannete rihmad valmistatakse kummiga kokkuliimitud puuvillasest kangast ja koordniitidest; rihma ristlõige on trapetsikujuline. Rihmarataste tööpinnal (joon. 138) on kasutatavate rihmade mõõtmetele vastavad uurded.

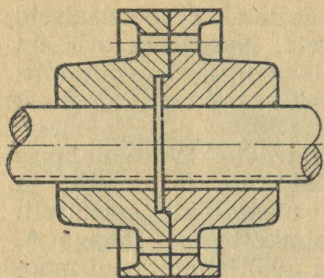
Elektrimootori võlli pöörete arvu (n_1) suhet töömasina võlli pöörete arvuga (n_2) nimetatakse ülekandearvuks (i). Pöörete arvud suhtuvad pöördvõrdeliselt rihmarataste läbimõõtudega (D_1 ja D_2). Seega ülekandearv

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Ketassidur (joon. 139) koosneb kahest poolest, mis kinnitatakse elektrimootori ja töömasina võllile kiilude abil. Mõlemad siduripooled



Joon. 138. Kiilrihmaratas.



Joon. 139. Ketassidur.

ühendatakse omavahel poltidega. Siduripoolte liitepind peab olema võllide telgede suhtes rangelt risti.

Peale ülalkirjeldatud jäiga siduri kasutatakse veel elastseid sidureid.

Elektrimootorid paigaldatakse vundamendile. Rihmülekande puhul monteeritakse mootorid vundamendile kinnitatud seaderoobastele, mis võimaldab mootori nihutamise teel rihma pinguse reguleerimist.

Elektrimootori võimsus tuleb valida vastavalt töömasina võimsusele. Kui mootori võimsus on liiga väike ja ta pidevalt töötab lubamatu ülekoormusega, lüheneb mootori kasutus-iga isolatsiooni enneaegse riknemise tagajärjel. Tunduva alakoormusega töötava mootori võimsustegur ($\cos \varphi$) ja kasutegur on madalad, mis põhjustab energiakadude suurenemist.

Elektrimootori õigeks ekspluateerimiseks on suur tähtsus tema kaitsmisel lühiste eest. Lühised tekivad mootoris isolatsiooni riknemisel mähise üksikute keerdude vahel, eri faaside mähiste vahel või mähiste ja mootori maandatud kere vahel.

Mähiste isolatsioon võib rikneda elektrimootori pikaajalisest ülekoormamisest, kõrvaliste esemete kukkumisest mähistele, vee sattumisest mähistele ning mootori pikemaajalisel töötamise seismisel niiskes ruumis. Lühise tunnuseks on mootori ülekuumenemine, isolatsiooni kõrbeimine ning suitsu ilmumine.

Mootor, milles tekkis lühis, tuleb võrgust viivitamatult välja lülitada. Lubamatu on ka mootori töölejätmine kahele faasile (kolmanda faasi toite katkemisel), mis on sagedaseks mootori läbipõlemise põhjuseks. Sel puhul mootor töötab tugeva undamisega, tema pöörlemiskiirus langeb.

Enne mootori töösse lülitamist tuleb kontrollida tema käivitus-reguleerimisaparatuuri korrasolekut, mootori kere maandamist, õli olemasolu laagrites, siduri ja rihmarataste kinnitust ning mootoriga ühendatud töömasina korrasole-

kut. Samuti tuleb järele vaadata, kas mootori pöörlevad osad on kaetud ja et ei esineks vahetult mootori ümber ega selle peal kõrvalisi esemeid.

Elektrimootori töötamisel tuleb aeg-ajalt käega kontrollida mootori kere ja laagrite temperatuuri ning jälgida ampermeetri näitude järgi mootori koormust. Tuleb jälgida mootorist väljuva õhu temperatuuri, kuna selle järsk suurenemine vihjab jahutussüsteemi korratusele — ventilaatsiooniavade ja kanalite ummistumisele jne.

Kui voolutugevus ületab lubatavat suurust, tuleb vähendada töömasinate (pumpade, ventilaatorite) tootlikkust.

Tuleb hoolitseda, et laagrite temperatuur ei tõuseks üle 60° . Selleks on tarvis kindlustada laagrite korralik määrimine. Liugelaagrid tulevad täita õliga ettenähtud tasemeni. Laagrite liigsel täitmisel voolab õli osaliselt välja, sattudes staatori mähistele.

Õlitusrõngaga varustatud laagrite juures tuleb jälgida, et rõngas korralikult pöörduks. Vastasel korral laager kuumeneb. Õlitusrõnga pöörlemist takistab laagri liigne täitmine õliga, samuti õli mustumine.

Mootori laagrite järeltäitmist õliga tuleb teha tavaliselt üks kord 3—6 päeva tagant. Iga 3—6 kuu tagant tuleb liugelaagrites õli vahetada, kusjuures laagrid tulevad eelnevalt petrooliga läbi pesta.

Veerelaagrite järeltäitmist tuleb teha üks kord iga 5—10 päeva tagant, pöörates õlitoosi pead 2—3 pöörde võrra. Määret veerelaagrites tuleb vahetada üks kord iga 6—12 kuu tagant.

Elektrimootorid ja nendega ühendatud mehhanismid tuleb hoida puhtad. Tuleb vältida kõrvaliste esemete (puhastusvillad, kaltsud, traadi- ja metallitükid, tööriistad jm.) sattumist mootorisse. Elektrimootori vahetus läheduses ei tohi olla kergesti süttivaid materjale (petrooli, bensiini, õli jne.).

Ekspluatatsioonis olevad mootorid tuleb vähemalt üks kord kuus väliselt üle vaadata ja puhastada ning seejuures avastatud defektid kõrvaldada. Üle tuleb vaadata vundamendi- ja pingutuspliidid, maanduspolidid ning neid vajaduse korral järele pingutada. Samuti tuleb kontrollida mootori ühendust töömasinaga.

Elektrimootor tuleb viivitamatult tööst välja lülitada:

õnnetusjuhtumi korral;

mootorit purustada ähvardava tugeva vibratsiooni korral;

käitatava mehhanismi avarii korral;

laagrite või teiste mootoriosade lubamatu kuumenemise korral;

mootori pöörlemiskiiruse tugeva langemise ja sellega kaasneva kiire kuumenemise korral.

Asünkroonmootorite peamised rikked on toodud tabelis 25.

Tabel 25

Asünkroonmootorite peamised rikked

Rikke tunnus	Rikke põhjus
Mootor ei käivitu	Võrgus puudub pinge või on kaitsmed läbi põlenud. Käivituse ajal on pinge madal. Mootori mähised on valesti ühendatud. Toitejuhtmetes või staatori mähistes on katkestus. Rootori varrastes või lühisrõngastes on katkestus.
Mootori pöörlemiskiirus on väike	Võrgupinge on madal. Rootori varrastes või lühisrõngastes on katkestus. Mootori ülekoormus.
Mootor kuumeneb ülemäära	Võrgupinge on madal või kõrge, üksikute faaside pinged erinevad. Mootori ülekoormus. Üks kaitse on läbi põlenud. Faaside vahel või ühe faasi keerdude vahel on lühis. Rootor käib staatori vastu laagrite kulumise tagajärjel.
Mootor vibreerib	Mootor on valesti üles seatud või võllid valesti tsentreeritud. Õhupilu on laagrite kulumise tagajärjel muutunud ebaühtlaseks. Rootor pole tasakaalustatud. Telglõtk on laagrite kulumise tagajärjel suurenenud. Mähistes on lühis.

75. Juhtimisaparatuur

Juhtimisaparatuuri kasutatakse elektrimootorite käivitamiseks, seiskamiseks, reverseerimiseks ja pöörlemiskiiruse reguleerimiseks.

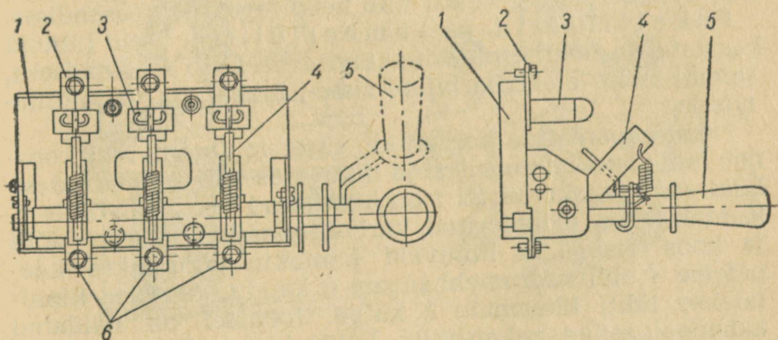
Vinnaklülitid. Vinnaklülitid kasutatakse mootorite ja teiste elektritarbijate elektrivõrku ühendamiseks. Nad valmistatakse ühe, kahe- ja kolmepooluselistena pingetele kuni 500 V.

Joonisel 140 kujutatud kolmepooluseline vinnaklülit koosneb isoleerplaadist 1, millele on kinnitatud kolm metallplaati 2, mis on varustatud vetruvate valgevaskkontaktidega 3. Viimastesse lähevad sisse vinnaklülit noad 4. Nuge saab pöörata käepideme 5 abil. Ülemiste plaatide 2 külge ühendatakse võrgujuhtmed, alumiste plaatide 6 külge tarbija juhtmed.

Et kaitsta teenindavat personali pinge all olevate vinnaklülit osade puutumise eest, on noad kaetud kattega (joonisel ei ole nädatud).

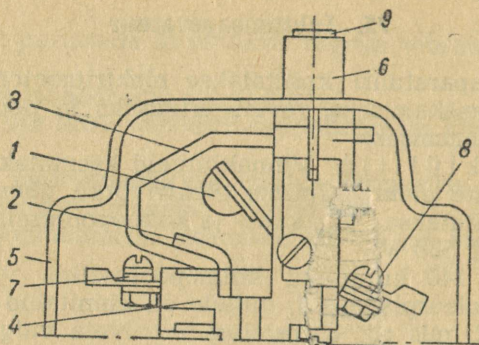
Vinnakümberrülitit kasutatakse elektrimootori rootori pöörlemissuuna muutmiseks. Vinnakümberrülit erineb vinnaklülitist ainult selle poolest, et tal on kaks paari vedrukontakte ja kontaktplaate.

Nuppkäiviti. Kuni 500-V ja kuni 4-kW asünkroonmootorite käivitamiseks ja seiskamiseks võib kasutada nuppkäiviti KA-73A. Viimane kujutab endast kolmepoo-



Joon. 140. Kolmepooluseline vinnaklülit:

1 — isoleerplaat; 2 — metallplaat; 3 — valgevaskkontakt; 4 — nuga; 5 — käepide; 6 — metallplaat.



Joon. 141. Nuppkäiviti KA-73A:

- 1 — liikuv kontakt; 2 — liikumatu kontakt;
 3 — leegikustuskamber; 4 — portsel-nalus;
 5 — kere; 6 — nupp; 7, 8 — klemm; 9 — lahutus-nupp.

luselist lüliti (joon. 141). Plastmassist keresse 5 on paigutatud liikumatud 2 ja liikuvad 1 kontaktid. Võrgujuhtmed ühendatakse klemmide 7 kaudu liikumatute kontaktidega, elektritarbijalt tulevad juhtmed kinnitatakse klemmide 8 kaudu liikuvate kontaktidega. Kontaktid on kinnitatud portselanalusele 4. Lülitamisel tekkiva kaarleegi kustumise kiirendamiseks on tulekindlate seintega leegikustutuskamber 3. Nupule 6 vajutamisel puutuvad liikuvad ja liikumatud kontaktid kokku ja neid hoitakse selles asendis riivi abil. Lahutamisenupule 9 vajutamisel vabastab riiv liikuvad kontaktid ning vedru viib need tagasi lähteasendisse.

Pakettlülitid ja -ümberlülitid. Neid lüliteid kasutatakse elektrimootorite käivitamiseks ja seiskamiseks, samuti teiste elektritarbijate sisse-, ümber- ja väljalülitamiseks.

Nende aparaatide kontaktide süsteem (joon. 142) koosneb liikumatutest nugadest ja liikuvatest kontaktvedrudest. Liikuvad kontaktvedrud 1 on kinnitatud vertikaalvõllile 5. Kontaktid on monteeritud karboliitplaatide vahele. Võlli ja koos temaga ka liikuvaid kontakte pööratakse käepideme 4 abil vedrumehhanismi 3 kaudu. Juhtmed kinnitatakse lüliti klemmide 2 külge. Joonisel on näidatud kahepooluseline pakettlüliti. Lüliti konstruktsioon lubab neid paigutada veekindlatesse, tolmukindlatesse, hermeetilistesse ja plahvatuskindlatesse keredesse.

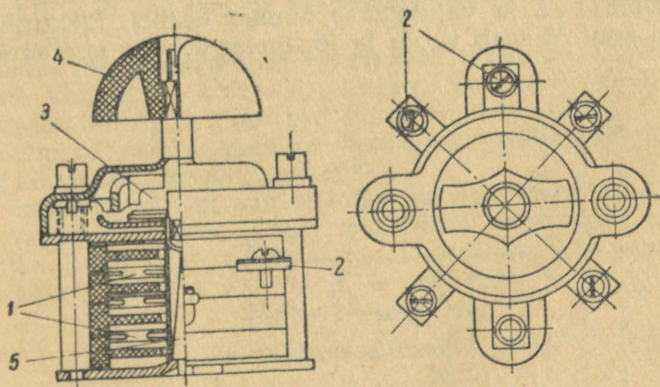
Lühisrootoriga elektrimootorite otseselt võrku lülitamisel esinevad suured, nimivoolu 5—7 korda ületavad käivitusvoolud.

Käivitusvoolu piiramise eesmärgil käivitatakse suure võimsusega mootorid madalal pingel. Üheks selliseks võimaluseks on staatorimähise tähest kolmnurka ümberlülitamine. Mootor lülitatakse sisse mähise tähtühenduses. Käivitamise ajal on igal mähisel pinge 1,7 korda nimipingest madalam. Järelikult on 1,7 korda madalam ka voolutugevus. Kui mootor saavutab nimikiiruse, ühendatakse tema mähised pakettümberlüiti abil kolmnurka, s. o. täispingele.

Magnetkäiviti. Magnetkäiviti on kolmepooluseline elektromagnetiline aparaat, mis on ette nähtud kolmefaasiliste lühisrootoriga asünkroonmootorite eemalt sisse- ja väljalülitamiseks. Magnetkäiviti võib kasutada mootorite juures võimsusega kuni 75 kW ja pinge juures kuni 500 V.

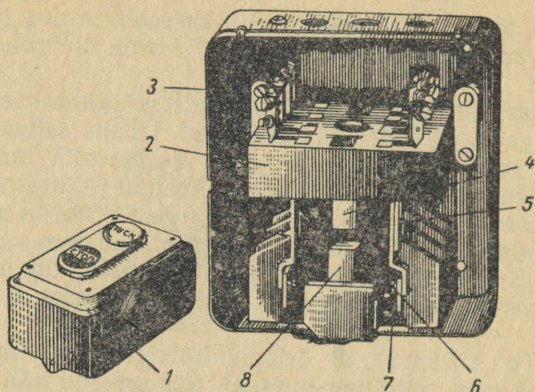
Magnetkäiviti (joon. 143) põhiosaks on elektromagnet, mille mähisesse voolu sisselülitamisel mootori toiteahelasse ühendatud kontaktid sulguvad ja mähisest voolu väljalülitamisel avanevad. Peale peakontaktide on käivitis veel väiksemate mõõtmatega nn. blokk-kontaktid.

Sageli on magnetkäiviti varustatud termoreleedega, mis



Joon. 142. Pakettlülit:

- 1 — liikuvad kontaktvedrud; 2 — klemm; 3 — vedrumehhanism;
4 — käepide; 5 — völli.



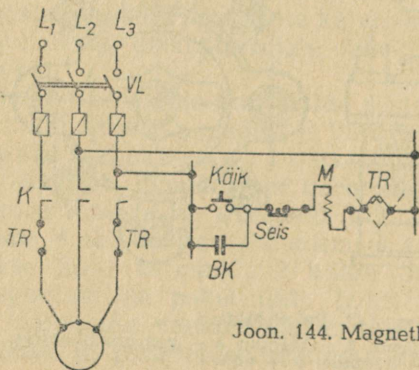
Joon. 143. Magnetkäiviti üldvaade:

- 1 — juhtnupud; 2 — isoleermaterjalist karkass; 3 — kere; 4 — südamik; 5 — pooli asukoht (pool eemaldatud); 6 — liikumatud kontaktid; 7 — liikuvad kontaktid; 8 — ankur.

tagavad mootori väljalülamise isolatsioonile ohtliku ülekoormuse juures.

Magnetkäiviti mähise elektriahelat (juhtimisahelat) võib sulgeda või lahtuda nuppude «käik» ja «seis» abil. Nupu «käik» kontaktid on normaalselt avatud ja isetagastuvad.

Mootori käivitamiseks (joon. 144) lülitatakse sisse vinnaklüpiti VL ja vajutatakse nupule «käik». Elektromagneti pool M saab voolu ja jõuahelas asuvad kontaktid K



Joon. 144. Magnetkäiviti skeem.

sulguvad. Samuti sulguvad blokk-kontaktid BK, blokeerides nupu «käik», nii et viimase võib vabaks lasta.

Mootori seiskamiseks vajutatakse nupule «seis», mis normaalasendis on suletud. Vool elektromagneti poolis M katkeb ja peakontaktid K lahutuvad.

Mootori ülekoormamisel, kui vool jõuahelas ületab nimi-voolu, kuumenevad faasidesse L_1 ja L_3 lülitatud termorelee TR voolu juhtivad elemendid ja kuumutavad bimetalplaadikest. Viimane paindub ja lahutab seejuures juhtimisahelas asuva kontakti, mille tagajärjel lahutuvad ka peakontaktid K.

Magnetkäiviti peab korralikult sisse lülituma 85% pinge juures. Töötamisel on lubatud käiviti magnetsüsteemi kerge undamine. Tugev undamine osutab ühele järgmistest vigastustest:

südamiku kinnituskrivid on halvasti pingutatud;

südamiku lühiskeerd on vigastatud;

kontaktide surve on liiga tugev;

ankur ei toetu tihedalt südamikule kokkupuutepindade mustumise või magnetsüsteemi kõverdumise tagajärjel.

Elektrimootorite automaatseks sisse- ja väljalülitamiseks kasutatakse automaatlülitid.

Lülitid, käivitid ja kaitsmed monteeritakse juhtimiskilbile.

Ekspluatatsioonis tuleb pidevalt kontrollida juhtimisaparatuuri korrasolekut. Seejuures tuleb hoolitseda, et kõik kontaktühendused oleksid heas seisukorras ja et kontaktid ühenduksid tihedalt.

Kontaktide tihedust saab vinnaklülititel suurendada vetruvate kontaktide kokkusurumisega, magnetkäivititel ja automaatidel vedru pinevuse suurendamise teel.

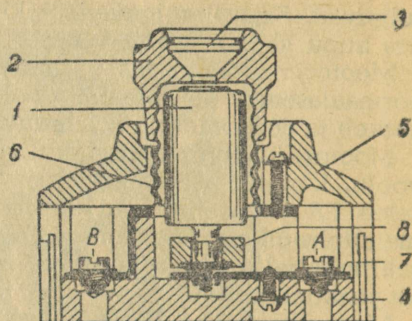
Põlemisjälgedega noad ja kontaktid tuleb puhastada ning kõlbmatud asendada uutega.

Kontaktide pinnad puhastatakse peene viiliga, seejärel nühitakse üle puhta lapiga. Kontaktide määrimine pole lubatav, kuna määre põleb ära kaarleegi toimel ja mustab kontakte.

76. Kaitseseadmed

Elektrivõrkude ja mootorite kaitseks liigkoormuste või lühisvoolude eest kasutatakse sulavkaitsmeid, väikekaitsetüliliteid ja maksimaalvoolurelesid. Elektrimootorite

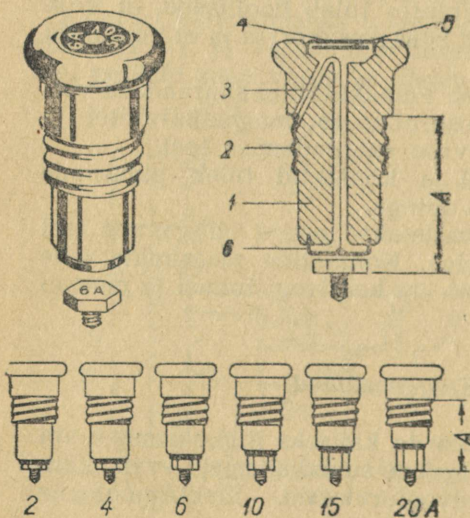
Joon. 145. Keermekaitse:
 1 — kaitsepadrune; 2 — kaitsepadruni pea; 3 — padrunipea aknakese klaas; 4 — kaitsmepesa alus; 5 — kaitsmepesa kaas; 6 — keermehülss; 7 — põhja-kontaktliist; 8 — sobituskruvi; A — võrguga ühendatav klemm; B — tarbijaga ühendatav klemm.



kaitsmiseks pikemaajaliste ülekoormuste eest kasutatakse termorelesid.

Sulavkaitsmeteks võivad olla keermekaitsemed ja torukaitsmed. Kõigis sulavkaitsmetes on väljalülitavaks elemendiks sulavelement, mis lühisvoolu toimel kiiresti sulab, katkestades vooluahela. Sulavelemendid sulavad voolude puhul, mis ületavad nende nimiväärtuse vähemalt neljakordselt.

Keermekaitsemed (joon. 145) valmistatakse vooludele kuni 60 A ning pingele 220 ja 380 V. Nad jagune-

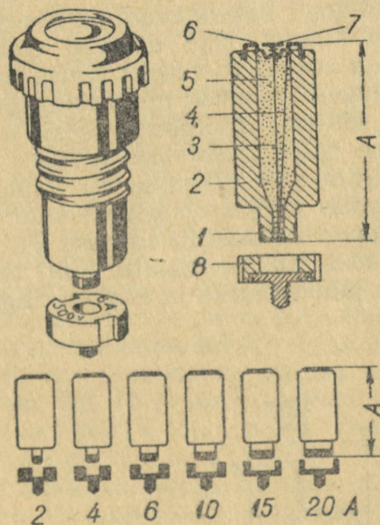


Joon. 146. Kaitsekork ja kuusantsobituskruvi:

1 — portse'ankeha; 2 — plekist keermehülss; 3 — suavastraat; 4 — auguga plekist kaaneke; 5 — vilgukivileheke; 6 — kontaktjalga; A — konstantseks jääv pikkus.

vad kahte süsteemi: kaitsekorkidega ja kaitsepadrunitega. Mõlemal süsteemil on kaitsmepesa ühesugune. Kaitsmepesi valmistatakse kaheksaguses suuruses: kuni 20 A kaitsmete keermega E 27 ja suurematele kuni 60-A kaitsmete keermega E 33. Pesa põhjas olev kontaktliist 7 ühendatakse energiaallikaga ühendatud juhtmega ja keermehülss — tarbija juurde mineva juhtmega. Pesa põhja on keeratud sobituskrugi 8 (kummalgi süsteemil erinev), mis tõkestab antud juhtmele ettenähtust suurema nimivooluga kaitsme asetamist pesa.

Kaitsekorgiga süsteemi kuuluv kaitsekork (joon. 146) on omaette tervik ja sobitatakse kaitsmepesaga kuuekanalilise sobituskrugi abil. Viimase ja kaitsekorgi kõrgus on astendatud vastavalt nimivoolule, kusjuures nende summaarne kõrgus A jääb alati samaks. Mida suu-



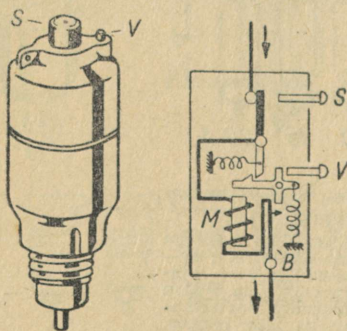
Joon. 147. Padrunkaitse ja portselan-
kraega sobituskrugi:

1 — kontaktjala hülss; 2 — padruni keha; 3 — märkläätse hoidetraat; 4 — sulavtraat; 5 — kvartslüü; 6 — kontaktkübar; 7 — märkläätis ja vedruselle all; 8 — sobituskrugi portselan-
krae; A — konstantseks jääv pikkus.

rem on nimivool, seda lühem on kaitsekork ja seda kõrgem peab olema sobituskruvi. Seega ei ulatu nõrgemale voolule seatud kaitsmepesas suurema nimivooluga kaitsekork sobituskruvini ega saa ühendust.

Kaitsepadrunita süsteemis (joon. 147) pesa keeratav osa moodustub vahetatavast kaitsepadrunitist ja padrunitipesast. Kaitsmepesaga sobitamine toimub portselankraega sobituskruvi abil, kusjuures viimase avause ja kaitsepadruniti kontaktjala läbimõõdud on igal nimivoolu astmel vastastikku sobivad ja suurenevad kindlates astmetes kaitsme nimivoolu suurenemisel. Seega ei ole teatavale voolule seatud kaitsmepessa võimalik asetada ettenähtust tugevama nimivooluga kaitsepadrunitit, sest selle kontaktjala läbimõõt on suurem sobituskruvi ava läbimõõdust.

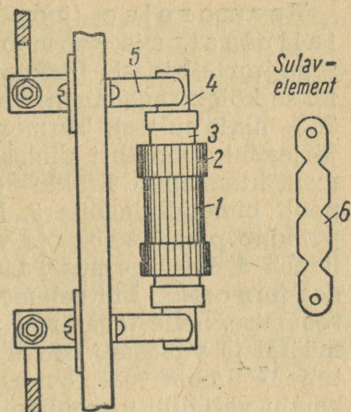
Et sulavkaitsme vahetatav osa «läbipõlemisel» muutub kõlbmatuks ja tuleb asendada uuega, kasutatakse sulavkaitsmete asemel sageli väikekaitsetüliteid (joon. 148). Viimased on kasutatavad tavalises kaitsmepesas padrunitikaitsme asemel. Nad omavad elektromagnetilist seadist koheseks väljalülitumiseks lühise korral ja elektrotermilist (bimetall-) seadist, mis reageerib liigkoormuse korral voolust sõltuva viivitusega. Seega ei lülitu väikekaitsetüliti kohe välja lühiajalise kahjutu liigkoormuse korral. Kaitsetülitite sisselülitamine on võimalik ainult siis, kui lühis kaitsavas võrgus on kõrvaldatud. Liigkoormuse tõttu väljalülitunud kaitsetüliti on sisse lülitatav alles teatava aja möödudes, mis on vajalik lüliti termilise väljalülitamisseadise jahutamiseks ja algseisu tagastumiseks.



Joon. 148. Väikekaitsetüliti ja tema lülitusskeem:

M – elektromagnet; *B* – bimetalist termiline väljalülitamisseadis; *S* – sisselülitamise nupp; *V* – väljalülitamise nupp.

Joon. 149. Torukaitse ПП-1:
 1 — fiibertoru; 2 — valgevaskrõngas;
 3 — valgevases kapsel; 4 —
 kontaktnuga; 5 — vetruv kontakt;
 6 — sulavriba.



Suurte voolude (kuni 1000 A) korral kasutatakse torukaitsemeid, näiteks tüüp ПП-1 (joon. 149). Kaitse ПП-1 koosneb valgevaskrõngastega 2 fiibertorust 1, mille otstes on valgevasest kapslid 3. Torul on lapikud kontaktnoad 4, mis asetatakse liikumatute vetruvate kontaktide 5 vahele. Ühe kontakti külge ühendatakse võrgujuhe, teise küljest viiakse juhe elektritarbija külge. Toru sisse nugade vahele asetatakse tsingist sulavriba 6. Sulavriba sulamise korral laguneb osa fiibrist kõrge temperatuuri mõjul, eraldades suurel hulgal gaase. Kaitsmes tõuseb rõhk kümnete atmosfäärideni ning tekkiv kaarleek kustub kiiresti.

Sulavkaitsmed põlevad läbi juhtmestiku ja elektrimootori mähiste lühiste, nende pikaajalise ülekoormuse või ka lihtsalt sulavkaitsme vananemise tagajärjel. Kaitsmete kiireks vahetamiseks peab olema varuks kindlale nimivoolule arvestatud (3,6, 10 A jne.) tagavara-sulavkaitsmeid.

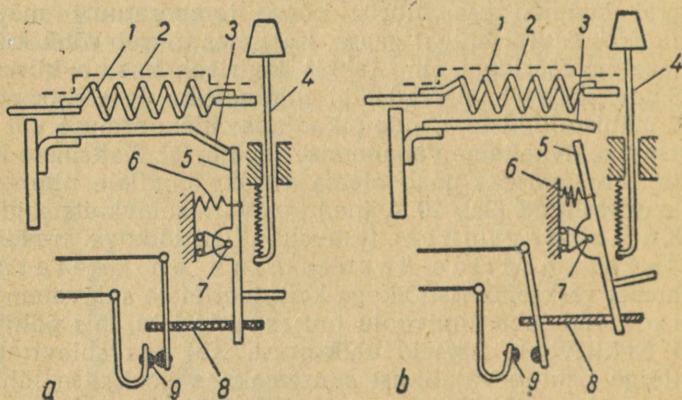
Kalibreerimata (juhusliku ristlõikega traadist) sulavelementide kasutamine on keelatud. Sobivast väiksema ristlõikega kalibreerimata sulavelementid põlevad juba nimivoolu juures ruttu läbi, mis põhjustab elektrivoolu liigseid katkestusi. Kui aga sulavtraadi ristlõige osutub vajalikust suuremaks, võib kaitse lühise puhul või kestval ülekoormusel mitte läbi põleda, mis võib põhjustada õnnetusjuhtumeid, tulekahjusid või seadmete vigastumisi.

Enne kaitsmete vahetamist tuleb nende läbipõlemise põhjus avastada ja kõrvaldada.

Termorelee (joon. 150) põhielemendiks on bimetalplaad, mis koosneb kahest erineva soojuspaisumisega metallribast. Bimetallplaadi valmistamiseks kasutatakse kõige sagedamini valgevaske ja invari (64% raua ja 36% nikli sulam). Termorelee kütteelement 1 lülitatakse järjestikku mootori ahelasse. Läbiva voolu toimel see element kuumeneb. Eralduv soojus suunatakse peegeldaja 2 poolt bimetalplaadile 3. Mootori normaalsel töötamisel paindub plaadi vaba ots veidi ülespoole, kuid ei vabasta hooba 5. Ülekoormusel mootori vool tugevneb, põhjustades termorelee kütteelemendis eralduva soojushulga suurenemise. Selle tagajärjel paindub bimetalplaat suuremal määral ja vabastab hooba 5, mis vedru 6 mõjul pöördub telje 7 ümber teatud nurga võrra ja lahutab vahelüli 8 kaudu väljalülitismehhanismi ahelas olevad kontaktid 9. Relee kontaktide sulgemiseks tuleb pärast bimetalplaadi jahtumist vajutada tagastamisnupule 4.

Termorelee ei kaitse mootorit lühisvoolude eest.

Maksimaalvoolurelee kujutab endast elektromagnetit, mille väikese keerdude arvuga pool ühendatakse järjestikku jõuahelasse. Kui elektromagneti mähist läbiv vool ületab teatud kindla väärtuse, mida nimetatakse rakendusvooluks, tõmbub ankur vastu elektromagneti



Joon. 150. Termorelee PT-1:

a — enne rakendumist; b — pärast rakendumist.
 1 — kütteelement; 2 — peegeldaja; 3 — b.me.allp.aat; 4 — tagastamisnupp; 5 — hoob; 6 — vedru; 7 — telg; 8 — vahelüli; 9 — kontaktid.

südamikku. Rakendumisel paneb maksimaalvoolurelee tööle väljalülitismehhanismi. Maksimaalvoolurelee rakendusvool võetakse tavaliselt võrdseks mootori 5—8-kordse nimivooluga.

77. Elektri juhtmed

Kesküttekatlamaajade elektriseadmete ehitamiseks kasutatakse isoleeritud juhtmeid ja kaableid. Isoleeritud juhtmeid valmistatakse pingele 250, 500, 1000, 2000 ja 3000 V. Voolu juhtivate soonte arvu järgi liigitatakse juhtmed ühe-, kahe-, kolme-, nelja- ja paljusoonelisteks. Tähtsamad juhtmemärgid nimipingega 500 V on toodud tabelis 26.

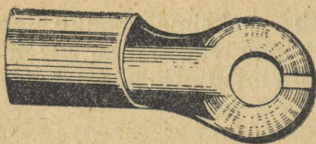
Tabel 26

Juhtmed nimipingega 500 V

Mark	Lühike iseloomustus	Soone ristlõike mm ²
ПР-500	Ühe vasksoonega juhe, kummiisolatsiooniga, immutatud puuvillpunutises	1—1400
АПР-500	Sama, kuid alumiiniumsoontega	2,5—400
ПРГ-500	Vasksoontega juhe, kummiisolatsiooniga, painduv, immutatud puuvillpunutises	0,75—400
ТИРФ	1—4 vasksoonega juhe, kummiisolatsiooniga valtsitud teraskestas (kuulo)	1—10
ПВ	Ühe vasksoonega juhe, vinüülisolatsiooniga	0,75—10
ПГВ	Sama, kuid painduv	0,75—10
ПРТО	Vasksoontega juhe, kummiisolatsiooniga, ühe- ja mitmesooneline ühises puuvillpunutises, paigaldamiseks terastorudes	Uhesooneline 1—500 2—4-sooneline 1—120
АПРТО	Sama, kuid alumiiniumsoontega	Sama

Viimasel ajal on laialt levinud mitut marki alumiiniumsoontega juhtmed. Need juhtmed on odavamad kui vastava ristlõikega vaskjuhtmed, kuid võrreldes viimastega on neil väiksem mehaaniline tugevus. Elektriseadmetel ja -aparaatidel (kaitsmed, lülitid, pistikud, lambipesad, arvestid jm.) peavad olema spetsiaalsed kontaktid alumiiniumjuhtmete ühendamiseks.

Vaskjuhtmeid võib jätkata jootmisega, keevitamisega ja ka külmkeevitamisega (pressimisega). Jätkukohad tuleb



Joon. 151. Kaabliking (juhtmeking).

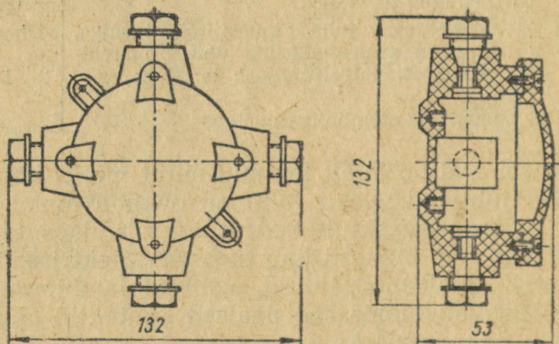
hoolikalt isoleerida. 16-mm² ja jämedamate mitmekiuliste soonte jätkamiseks kasutatakse jätkuhülse, mis lükatatakse jätkatavatele juhtmetele ja pressitakse spetsiaalsete pihtide abil kokku.

Üle 10-mm² ühetraadiliste vasksoonte ja üle 2,5-mm²

mitmekiuliste soonte otsad varustatakse otsikute ehk kaablikingadega (joon. 151). Kiudjuhtmete otsad tuleb eelnevalt kokku joota või keevitada.

Ühe- ja mitmetraadilisi alumiiniumsooni lubatakse jätkata ainult jootmise või keevitamise teel. Joodiseks kasutatakse sulamit, mis sisaldab 40—42% tina, 56—58% tsinki ja 1,5—2% vaske. Mitmekiuliste alumiiniumsoonte otstele keevitatakse või joodetakse alumiiniumist valatud kingad või pressitakse erilised torukujulised otsikud.

Kuivades köetavates ruumides kasutatakse valgustusjuhtmena laialdaselt kaitstud isoleeritud juhett ТПФ (kuulot), samuti polüvinüülkloriid-isolatsiooniga kahesoonealist lintjuhett ППВ. Niisketes, rõsketes, agressiivse keskkonnaga ja tule- ning plahvatusohtlikes ruumides kasutatakse vask- ja alumiiniumsoontega ning kummiisolatsiooniga kaableid (СРГ, ВРГ, АВРГ jt.). Kuulojuhtmete, kaablite ning juhtme ППВ jätkud ja hargnemiskohad tuleb teha vastavates karpides (joon. 152).



Joon. 152. Plastmassist harukarp juhtmete ja kaablite jätkamiseks ja naruühenduste tegemiseks.

Kuivades köetavates ja mitteköetavates ruumides, samuti tuleohtlikes ruumides kasutatakse laialdaselt bergmanntorudesse paigutatud isoleeritud juhtmeid. Võrgu pinge ei tohi seejuures olla üle 380 V.

Torud valmistatakse isoleeriva seguga immutatud paberist, mille peal asub valtsitud ja tinatud teraslindist õhukene kest. Paigaldamisel ühendatakse üksikud torud muhvide abil. Jätku- ja hargnemiskohad tehakse harukarpides.

Juhtmed ja kaablid viiakse läbi tellis-, raudbetoon- ja kiviseinte poolkõvakummist või polüvinüülkloriidist isoleertorudes. Läbi vahelagede viiakse juhtmed ja kaablid terastorudes.

Kõige töökindlamaks, kuid ka kõige kallimaks on pakuseinalistesse terastorudesse (gaasitorudesse) paigaldatud isoleeritud juhtmega tehtud juhtmestik. Sellist juhtmestikku kasutatakse juhul, kui on vajalik juhtmeid kaitsta mehaaniliste vigastuste vastu, samuti rõsketes ruumides, keemiliselt aktiivse keskkonnaga ruumides ja tule- ning plahvatusohtlikes ruumides. Torud ühendatakse omavahel terasmuhvidega. Kuivades ja tolmuwabades ruumides võivad muhvid olla ilma keermeta ja tihendita, kõigil teistel juhtudel tuleb kasutada keermetatud muhve. Et toruotste servad juhtmeid ei vigastaks, pannakse nendele ümardatud servadega plastmasspuksid. Torudesse asetatud juhtmete jätkamiseks ja haruühenduste tegemiseks kasutatakse malm- ja teraskarpe.

Elektrijuhtmete mark, ristlõige ja paigaldamise viis tuleb valida vastavalt kehtivatele eeskirjadele ja normidele. Tuleb vältida juhtmete ülekoormamist, mis võib põhjustada tulekahju. Ülekoormamisel juhtme isolatsioon kuumeneb üle, kuivab selle tagajärjel ja laguneb. Tulemuseks on lühis ja kuivaatud isolatsiooni süttimine. Tulekahju võib põhjustada ka juhtmete isolatsiooni mehaaniline vigastamine.

Kestvalt lubatavad koormused vask- ja alumiiniumjuhtmete le on toodud lisas 10.

Elektriseadmete ekspluateerimisel tuleb süstemaatilisel kontrollida juhtmestiku üldist seisukorda, samuti tema isolatsiooni seisukorda. Normaalse keskkonnaga ruumides tuleb juhtmestik üle vaadata vähemalt üks kord kuue kuu jooksul, niisketes, rõsketes, sööbivate aurudega, tuleohtlikes ja plahvatusohtlikes ruumides aga iga kolme kuu tagant. Ülevaatusel tuleb kontrollida juhtmestiku kinni-

tust, juhtmete ühendusi elektriaparatuuriga ja valgustusarmatuuriga, kaitsmete ja lülitite seisukorda ning nende kindla ja ohutu kasutamise võimalust, kaitsmete sulav-elementide vastavust, maandusjuhtmestiku seisukorda ja tema kontaktide kindlust.

Normaalse keskkonnaga ruumides mõõdetakse juhtmestiku isolatsioonitakistust mitte harvem kui üks kord kahe aasta jooksul, niisketes, rõsketes, sööbivate aurudega, tuleohtlikes ja plahvatusohtlikes ruumides vähemalt üks kord aastas.

78. Elektrivalgustus

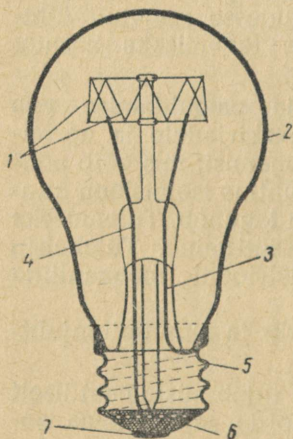
Elektrivalgustuse puhul kasutatakse valguse allikatena valgusteid, mis koosnevad valgusallikast (lambist) ja valgustusarmatuurist. Lampidena kasutatakse hõõglampe ja luminescentslampe.

Hõõglambid (joon. 153) võimsusega 10—40 vatti valmistatakse vaakumlampidena (lambi kolvist on õhk välja pumbatud). Suurema võimsusega lampide kolvid on täidetud inertsete gaasidega — argooni ja lämmastiku seguga või krüptoniga.

Lambi hõõgniit valmistatakse volframist spiraali või kaksikspiraali-kujulisena. Lampidel on enamasti keermetatud sokkel, harvemini esineb tapp- ehk tihvtsokkel. Lambid võimsusega 10—300 W valmistatakse normaalsokliga, mille läbimõõt on 27 mm, lambid võimsusega 400—1000 W aga nn. koljatsokliga läbimõõduga 40 mm.

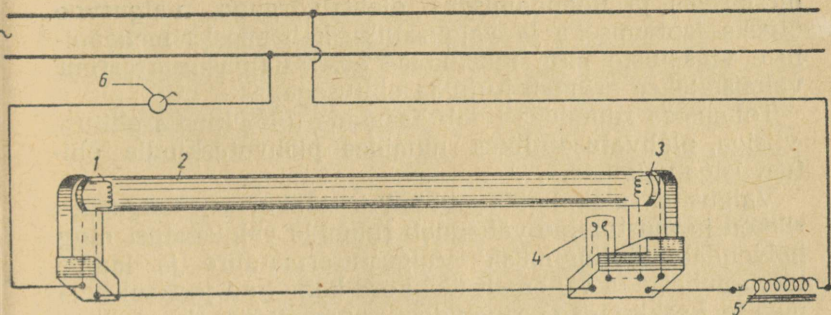
Hõõglampide keskmine kasutus-iga on 1000 tundi. Kui lambid töötavad ettenähtust kõrgemal pingel, lüheneb nende kasutus-iga järsult.

Luminescentslambi (joon. 154) põhiosaks on silindriline klaastoru, mille otstesse on kinnitatud kahe tihvtiga



Joon. 153. Hõõglamp:

- 1 — hõõgniit; 2 — kolb;
3, 4 — elektrood; 5 — sokkel;
6 — isoleermass; 7 — kontakt.



Joon. 154. Lumineestsentslambi skeem:

1 — kütteelektrood; 2 — lambi kolb; 3 — sokkel; 4 — käiviti; 5 — paispool; 6 — lüliti.

soklid. Tihvtide külge on toru sees joodetud elektroodid, millega on ühendatud volframtraadist kaksikspiraalsed kütteelektroodid. Toru sisepinnale on ühtlase kihina kantud valgust andev segu luminofoor. Mitmesugused luminofoorid annavad kõige erinevamate värvivarjunditega valgust, sealhulgas ka päevavalgusele lähedast. Õhutihi toru sisaldab 20—30 mg elavhõbedat ja vähesel hulgal puhast argooni.

Lumineestsentslamp ühendatakse järjestikku paispooliga ehk drosseliga, mis on vajalik pinge tõstmiseks lambi süütamisel, samuti lambi voolu stabiliseerimiseks töötamise ajal.

Lumineestsentslambi süütamiseks on tarvis tema elektroode kuumutada, mida tehakse spetsiaalse automaatseadise — käiviti ehk starteri — abil. Toitevoolu sisselülimisel on lambi mõlemad elektroodid ühendatud käiviti kaudu järjestikku. Mõni sekund pärast lambi võrku lülitamist avaneb käiviti automaatselt ja katkestab vooluringi. Selle tagajärjel indutseeritakse paispoolis, seega ka elektroodide vahel kõrge pinge, mille toimele tekib torus kaarlahendus. Seejuures tekib tugev ultraviolettkiirgus, mille mõjul luminofoor hakkab kiirgama nähtavat valgust.

Lumineestsentslambi valgusviljakus on tunduvalt suurem kui hõõglambil. See asjaolu võimaldab saada palju suuremat valgustustihedust sama elektrienergiaga. Lumineestsentslampide tööiga on keskmiselt 2500 tundi.

Valgustusarmatuur on ette nähtud lambi kin-

nitamiseks ja ühendamiseks elektrivõrguga, valgusvoo õigeks jaotamiseks ja valgusallika kaitsmiseks mehaaniliste vigastuste ning mustumise eest. Valgustusarmatuur valmistatakse erineva kuju ja ehitusega.

Tolmustes ruumides tuleb kasutada tolmukindla ehitusviisiga, plahvatusohtlikes ruumides plahvatuskindla ehitusviisiga valgusteid.

Valgustid tuleb hoida puhtad ja töökorras. Valgustite rikked ja mustumine vähendab ruumide valgustatust ning halvendab töötingimusi. Valgustusarmatuure ja lampe tuleb puhastada vähemalt üks kord kahe kuu jooksul normaalse keskkonnaga ruumides, vähemalt üks kord kuus vähese tolmuga ja suitsustes ruumides ning 2 korda kuus tugevasti tolmustes ruumides. Valgusteid puhastatakse petrooleumis niisutatud kaltsuga.

Läbipõlenud lampide asendamisel tuleb jälgida, et uute lampide võimsus ei ületaks antud tüüpi armatuurile lubatud suurust. Vastasel korral kuumeneb armatuur tugevasti üle ja muutub kiiresti kõlbmatuks. Lambi sissekeeramisel peab lambi sokli ja lambipesa vahel olema hea kontakt. Halva kontakti korral lamp ja armatuuri detailid kuumenevad üle ning mõnikord võib sokkel isegi lambi külge kinni keevitada.

Mistahes korratuste ilmnemisel luminescentslampide juures tuleb need võrgust välja lülitada, et vältida lampide üldist vigastumist. Luminescentslampide põhilised korratused ja nende kõrvaldamine on toodud tabelis 27.

Katlamaja põhiliste töökohtade valgustus peab vastama järgmistele nõuetele:

mõõteriistade skaalad, katla veeklaasid,	
vedelkütuse paakide nivoo näitamise	
klaasid	50 luksi ¹
katelde front, mitmesugused automaadid .	20 „
katelde teenindamise platvormid, katla-	
tagune, tuhakelder	10 „
koridorid, trepid	5 „

Peale töövalgustuse peab katlamajas olema ette nähtud veel avariivalgustus (vt. p. 51).

¹ Luks (lx) on valgustustiheduse ühik.

Luminestsentslampide põhilised korratused

Korratuse tunnus	Korratuse põhjus ja selle kõrvaldamine
Lamp ei sütti	Juhtme katkemine, halb kontakt soklis, elektroodi katkemine, käiviti rikked, paispooli vigastused. Lamp vahetada ja kui ka siis ei sütti, kontrollida pinget sokli kontaktidel; kontrollida pinget paispooli ühenduskontaktidel; käiviti vahetada
Lamp vilgub, kuid ei sütti, valgustatud ainult lambi üks ots	Lühis juhtmetes, soklis või lambi kontaktidel. Kõrvaldada lühis juhtmetes või lambi soklis; lamp vahetada
Lambi otstes näha oranži valgust, mis kaob ja tekib uuesti, kuid lamp ei sütti	Õhu olemasolu lambi kolvis. Lamp vahetada
Lamp süttib algul korralikult, kuid seejärel tekib otstes tumenemine ja lamp ei sütti	Paispooli vigastus. Paispool vahetada
Lamp perioodiliselt süttib ja kustub	Lambi või käiviti rikked. Mõõta pingelang lambis ja kui see osutub suuremaks normaalsest, lamp või käiviti vahetada
Lambi sisselülitamisel põlevad läbi elektroodid	Liiga kõrge toitevõrgu pinge. Paispooli vigastus. Kontrollida võrgu pinget. Kui see on normaalne, vahetada paispool

79. Ohutustehnilisi nõudeid elektriseadmete teenindamisel

Eri faaside juhtmete otsesel kokkupuutumisel tekib lühis. Selline kokkupuude võib tekkida juhtmete, elektrimootorite või aparaatide isolatsiooni vigastumise korral. Et takistus muutub väikeseks, kasvab vool järsult. Seejuures juhe kuumeneb kiiresti, isolatsioon võib süttida ja isegi juhtmemetall sulama hakata. Seepärast on tarvis

pidevalt hoolitseda, et elektrijuhtmete ning -mootorite kaitseaparatuur oleks korras. Sulavkaitsmetena tohib kasutada ainult kalibreeritud sulavelemente. Sulavkaitsmete vahetamiseks peab olema varuks kalibreeritud tagavara-sulavelemente.

Elektrivool võib tuleohutuse seisukohalt ohtlikuks muuta ka juhtmete kestval ülekoormamisel, mille tagajärjel juhtme temperatuur võib tõusta ohtliku suuruseni ning põhjustada isolatsiooni põlema süttimist. Juhtmete ülekoormuse põhjuseks võib olla nende liiga väike ristlõige ning liiga suure koormuse sisselülitamine.

Suurt tuleohtu põhjustab ka arleek, mis on võimeline mitte üksnes süütama tuldvõtvaid materjale, vaid ka sulatama iga metalli. Normaalses eksploatatsioonitingimustes tekib kaarleek lülitusaparaatides — automaatlülites, magnetkäivitites, vinnaklülites. Nende aparaatide konstruktsioonis on spetsiaalsed seadised leegi kiireks kustutamiseks: vinnaklülititel vedrutavad lisanoad, automaat- ja pakettlülititel mehhanism, mis tagab liikuva kontakti kiire ümberpaigutumise, käivititel leegikustutusvõred. Et elektriaparaatide väljalülitamisel tekki kaarleek ei saaks muutuda tuleohtlikuks, tuleb rangelt kontrollida lülite korrasolekut.

Tulekahju põhjuseks on tihti halb kontakt voolujuhtide vahel, mille tõttu ühenduskoht tugevalt kuumeneb. Suurte kontaktitakistuste tekkimine võib põhjustada ka sädelemist, mille tõttu kontaktide vaskosad võivad kuumeneda sulamistemperatuurini. Sulanud ja kuumenenud metallipritsmed võivad põlevatele materjalidele sattudes need põlema süüdata.

Tulekahju tekkimist saab vältida elektri-seadmete hoolika korrashoiuga.

Plahvatusohtlikes ruumides tuleb kasutada ainult plahvatuskindla ehitusviisiga elektrimootoreid, juhtimis- ning kaitseaparatuuri.

Teenindamise hõlbustamiseks tuleb elektrimootoritele ja nende poolt käitatavatele mehhanismidele värviga peale kanda mootori ja mehhanismi pöörlemissuunda näitavad nooled. Käivitusseadmel peavad olema pealkirjad «Käik» ja «Seis»; «Edasi», «Tagasi» ja «Seis».

Kõigile jaotuskilpidele monteeritud lülitele (vinnaklülitele, magnetkäivititele jm.) ja kaitsmetele tuleb teha

pealkirjad, kus näidatakse agregaadid, mille juurde need lülitid ja kaitsmed kuuluvad.

Kaitseelementide vahetamise ajaks tuleb pinge välja lülitada, et vältida voolu juhtivate osade juhuslikku puudutamist. Juhtumil kui see pole võimalik, tuleb korkkaitsete vahetamisel pinge all kätte panna kummikindad, torukaitsete vahetamisel kasutada isoleertange ja kanda kaitseprille. Torukaitsete vahetamist pinge all võib teha ainult elektrik.

Elektrilampidele, mis riputatakse vähem kui 2,5 m kõrgusele põrandast või rõdudest, lubatakse kasutada pinget mitte üle 36 voldi. Kõrgema kui 120—220-voldise pinge kasutamine on lubatav ainult tingimusel, et elektrilampide konstruktsioon ei võimalda lampe vahetada isikutel, kellele see pole katlamaja teenindamise eeskirjadega ülesandeks tehtud.

Katlamajas töötamisel tuleb kasutada elektrikandelaampe, mille pinge ei ületa 12 v o l t i.

Elektrilampe võib vahetada ja puhastada ainult siis, kui vool on välja lülitatud.

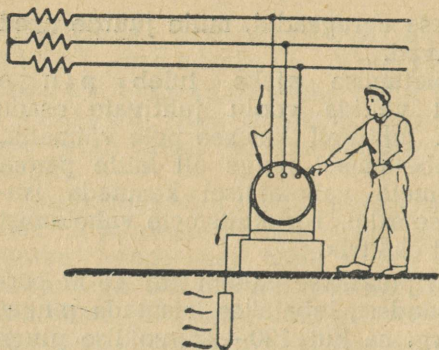
Inimese sattumisel pinge alla läbib tema keha vool, mille suurus on võrdeline pingega.

Kõige tugevama toimega on inimorganismile normaalse tehnilise sagedusega (50 Hz) vahelduvvool. Voolu puhul 2—3 mA tekib valutunne, 15-mA voolu korral aga tõmbuvad lihased krampi. Vool 50—80 mA võib paralüüsida hingamise ja katkestada südamegevuse. 220-V pinge juures võib inimest läbida vool tugevusega üle 0,20 mA.

Elektrivoolu alla sattumine on võimalik inimese vahtul kokkupuutumisel elektriseadme katmata voolu juhtivate osadega, kuid ka pinge ilmunisel elektrimasinate ja aparaatide normaalselt pingevabadele osadele isolatsiooni vigastuse tagajärjel.

Juhtumil kui elektriseadme kere isolatsiooni vigastumise tagajärjel on sattunud ühe faasi pinge alla (joonisel 155 märgitud noolega) ja kui kere ei ole ühendatud maaga, siis inimese puutumine kere külge ei erine tema puutumisest otse juhtmesse.

Et vältida elektrivoolu alla sattumist, peavad katmata voolu juhtivad osad olema monteeritud sellisele kõrgusele, et nende vastu puutumine oleks võimatu. Jaotuskilbid tuleb asetada erikappidesse. Kilbi esiküljel ei tohi olla katmata voolu juhtivaid osi. Masinate ja aparaatide kered,



Joon. 155. Elektrimootori kere maandamine.

mis võivad isolatsioonirikke tagajärjel sattuda pinge alla, maandatakse kaitsemaanduse süsteemi abil.

Maandamine toimub maandusseadeldise abil, mis koosneb maandist ning maandi ja elektriseadme kere vahelistest maandusjuhtmetest.

Kui maandusahela takistus on küllalt väike, voolab maaühendusvool mitte läbi inimese keha, vaid seadme kere ja maa vahelise ühenduse kaudu.

Maandina tuleb esmajärjekorras kasutada juba olemasolevaid maandeid — metalltorustikke, -konstruktsioone jt. seadmeid, millel on kindel ühendus maaga. Tehismaanditena kasutatakse vertikaalselt maasse löödud terastorusid, nurkterast, metallvardaid või horisontaalselt maasse asetatud teraslatte, teraslehti jms.

Kõik maandatavad elemendid ühendatakse maanduskontuuri või magistraalmaandusjuhtme külge eraldi haruna. Mitme elemendi järjestikku ühendamine on keelatud. Maandusjuhtmestik ei tohi kasutada kaitsmeid ega juheta katkestavaid lüliteid. Maandusjuhtmestik ühendatakse maandi (maanduskonstruktsioonide) külge keevitamise teel, aparaatide, masinate jt. kerede külge keevitamise teel või kindla poltühenduse abil.

XIX. TÖÖÕNNETUSED JA ESMAABI

Tööõnnetuse korral on katlamaja personal kohustatud: võtma kiiresti tarvitusele õnnetuse suurenemist takistavad abinõud, nagu peatama liikuvad seadmed, lülitama

välja elektrivoolu, sulgema auru või kuuma vee, kustutama tule jne.;

kohale kutsuma kiirabi;

andma kannatanule esmaabi;

teatama õnnetusest katlamaja eest vastutavale isikule.

Järgnevalt on toodud juhised kannatanu abistamiseks töökohal.

80. Kannatanu abistamine töökohal

Põrutused. Kannatanu tuleb panna lamama ning vähendada tal rõivaid. Meelemärkusetuse korral tuleb hoida nina all ammoniaagipudelit; hiljem anda Hoffmanni tilku (20—30 tilka korraga) ja kohvi.

Venitused. Liigesekõitmete venituse tagajärjeks on valu, paistetus, liigese piiratud liikuvus. Paistetanud kohale tuleb asetada külm kompress koos vajutussidemega. Jäse tuleb asetada kõrgemale ja vältida liigseid liigutusi.

Liigese nihestus. Nihestusel tekib luuotste väljatulek liigese kapslist, liigese väliskuju muutumine, paistetus ja valu liigutamisel. Nihestunud luuotsi ei tohi paigastada jõuga. Peale tuleb panna külm kompress (külmaveelapp). Kannatanule tuleb kindlustada rahu.

Muljumised. Muljumistel kaasneb kudede vigastamisega sageli verevalum kudedesse. Välise tunnusena tekib nahale siniseid laiike. Kohe pärast muljumist tuleb vigastatud kohale asetada külmad kompressid, edaspidi kasutada soojendavaid kompreesse.

Haavad. Haavade sidumisel tuleb taotleda maksimaalset puhtust. Mitteküllaldase puhtuse tagajärjeks võivad olla veremürgitus, kangestuskramptõbi, roos, tuberkuloos jne.

Töötaja, kes asub kannatanul haava siduma, peab oma käed põhjalikult puhtaks pesema vähemalt vee ja seebiga. Soovitav on käsi hõõruda ka piiritusega.

Haava veega mitte loputada. Kui kohapeal on võimalusi haava pesemiseks, tuleb seda teha lahjendatud piirituse või 0,3-protsendilise rivanoolilahusega. Soovitav on haavale raputada valget streptotsiidpulbrit. Haav tuleb siduda steriilse marliga.

On haavast tugev (purskav) verejooks, tuleb viimane

enne haava sidumist sulgeda. Selleks võib kasutada käte-rätikut, püksitrakse, -rihma jne., millega on võimalik pulga abil pealtpoolt haava (õlavarrel või reiel) arter vastu luud kinni suruda. Niriseva verejooksu puhul veenidest (tume veri) ei tule kasutada kirjeldatud veresulgemise viisi. Siin on tähtis kõrvaldada kõik pigistavad rõivastusesemed.

Haavale tuleb asetada steriilne lapp ja paks kord ligniini või vatti. Jäse tuleb asetada kõrgemale teistest kehaosadest.

Luumurded. Murdunud luuga kehaosale tuleb kindlustada liikumatus ja rahu. Selleks tuleb jäse panna lahasse. Lahase materjaliks võib kasutada kitsaid lauatükke, keppe, pappi, plekki jne., mille külge või vahele liiges seotakse. Lahast ei tohi siduda vastu paljast ihu. Lahtise luumurde puhul (luuots murdekohal tunginud läbi naha) tuleb haav enne lahastamist siduda.

Võõrkeha silmas. Võõrkeha sattumisel silma ei tohi viimast mingil juhul hõõruda. Samuti ei tohi lubada abistama kaastöölisi, kes ei oma selleks küllaldast vilumust. On võõrkeha sattunud silma ja lau vahele, siis on võimalik laugu ripsmete abil eemale venitada ja kõrvaldada võõrkeha õrnalt steriilse sideme või rätiku nurgaga.

Kui võõrkeha on tunginud silmamunasse, siis on igasugused eemaldamiskatsed keelatud. Silm tuleb katta sidemega ja pöörduda viivitamatult arsti poole.

Soojuslööök. Soojuslöögi puhul on nahk kuiv ja kuum. Hingamine on kiire. Kannatanu tuleb toimetada kiiresti vilusse, vabastada riietest, uhta jaheda veega ning anda rohkesti vett juua. Kui hingamine ähvardab lakata, teha kunstlikku hingamist.

Elektrilööök. Voolu läbimisel organismist tekib kramp, mistõttu voolu alla sattunu ei suuda end ise vabastada. Esimeseks tegevuseks olgu voolu väljalülitamine seadme sellest osast, mille küljes on kannatanu kinni. Kui seda pole võimalik teha küllalt kiiresti, tuleb kannatanu lahutada voolu juhtivatest osadest. Madalpinge puhul võib selleks kasutada kuivi riideid, kuiva nõöri, kuiva keppi, lauda või mingit teist kuiva isoleerivat ainet. Enda isoleerimiseks tuleb panna kätte kummikindad, jalga kalossid, mähkida käed villastesse rõivastesse jne. Kõrgepinge puhul tuleb kannatanu eraldamiseks voolu juh-

tivatest osadest kasutada kummisaapaid, kummikindaid ja tegutseda pingele vastavate isoleeritud tangidega.

Kannatanule tuleb teha kunstlikku hingamist (15 välja- ja sissehingamist minutis). Enne seda tuleb vabastada kannatanu ülakeha riietest ja lõdvendada vööd. Selja alla tuleb asetada rindkere tõstmiseks kokkukeritud riided.

Elektrilöögi puhul tuleb kunstlikku hingamist teha sageli 4—5 tundi. Otstarbekas on teha samaaegselt kunstliku hingamisega ka südamemassaaži. Selleks tuleb põlvitada kannatanust paremale poole ja sooritada tugevaid rutulisi lööke parema käe põidlagaga haige südamepiirkonda.

Põletused. Põletuse puhul on kõige otstarbekam valada põlenud kohale lubjavee ja linaõli segu (lubjaliniimenti). Samuti on soovitatav põlenud kohta määrada boorvaseliini või rasvaga. Peale tuleb asetada lapp ja siduda soojalt kinni.

On põletuskohal villid, siis ei tohi neid purustada. Lubatud on desinfitseeritud nõelaga vedelik villidest välja lasta.

Suuremate põletuste korral, kui on süttinud riided, tuleb need lahti lõigata ja ettevaatlikult kehalt eemaldada. Nõrkuse vastu tuleb anda Hoffmanni tilku (15—20 tilka veega).

Söövitused. Hapetega söövitatud kohta tuleb uhta soodaveega. Peale võib raputada kriiti, põletatud magneesiumi või hambapulbrit. Nimetatud ainete puudumisel tuleb uhta söövitatud kohta puhta veega, lahjendades seega hapet.

Kangete leelistega söövitatud haavu tuleb uhta lahja happega (näit. äädikaveega). Söövitatud kohale tuleb asetada õlilapp.

Mürgitused. Bensiini (petrooleumi) mürgitusel tekivad kõhus ja lihastes valud, hingamine on korratu ja raskeendatud. Tekib peapööritus, silmaavad vähenevad.

Mürgitatu tuleb viia värskesse õhku ning anda talle juua kanget oakohvi, piima. Hingamise seismajäämisel tuleb teha kunstlikku hingamist.

Hapete (väävel-, sool-, salpeeter-, karboolhape jne.) mürgitusel tekivad suus, huultel jm. põletushaavad, verine okse ja valud maos.

Mürgitatule tuleb anda rohkesti piima, vett või leelisevett (näit. supilusikatäis põletatud magneesiumi klaasi

vee kohta). Soodat sisse mitte anda. Maoseinte kaitseks tuleb anda tärgliskiislit või provanksõli.

Leeliste (ammoniaak, seebikivi jne.) mürgitusel tekivad suus ja neelus haavad ning valu, millega kaasub verine okse.

Mürgitatule tuleb anda happelisi jooke (lahja söögiäädikas, sidrunimahl, hapupiim). Nende puudumisel võib leelise lahjendamiseks anda ka ainult vett või rõõska piima. Maoseinte kaitseks tuleb anda tärgliskiislit või provanksõli.

Vingugaasi (CO) mürgitusel tekib peavalu, südame tugev kloppimine, pööritus, kohin kõrvus ja üldine nõrkus. Raskematel juhtudel tekib iiveldus, oksendamine, tuikuv kõnnak, meelemärgusetus ja halvatus.

Mürgitatu tuleb viia värskesse õhku, vabastada ta hingamist takistavatest riidest ja anda talle hingata hapnikku. Teha kunstlikku hingamist koos keha soojendamisega. Anda nuusutada nuuskiiritust või eetrit ning juua kuuma oakohvi.

Lisa 1

Küttepäevade arv ja välisõhu keskmised temperatuurid kütteperioodil

Linn	Kütteperioodi algus ja lõpp		Päevade arv kütteperioodil temperatuuriga alla +4,5°	Kütteperioodi keskmine temperatuur
	sügisel	kevadel		
Tallinn (I piirkond)	26. okt.	24. apr.	181	-2,7
Pärnu (II piirkond)	25. okt.	11. apr.	172	-2,2
Tartu (III piirkond)	18. okt.	20. apr.	185	-2,9
Narva (IV piirkond)	22. okt.	23. apr.	184	-3,0

Lisa 2

Kütusekulu jaotus kuude järgi

Linn	Kütusekulu jaotus kuude järgi %-des vajadusest kütteperioodil						
	okt.	nov.	dets.	jaan.	veebr.	märts	aprill
Tallinn	2	14	17	19	18	17	13
Pärnu	2	15	20	21	19	18	5
Tartu	6	14	18	20	18	17	7
Narva	4	14	18	20	18	17	9

Kütuse kulunormid hoonete kütmiseks

(kg-des tingkütust hoone 1 m³ kohta välismõõdete järgi kütteperioodi jooksul)

Hoonete kesk- mised sise- tempera- tuurid ^o	Hooned, kubatuuriga m ³ -tes						
	Kuni 1000	1000— 2000	2000— 5000	5000— 10 000	10 000— 15 000	15 000— 25 000	Üle 25 000

Esimeses piirkonnas

20	9,66	7,81	6,98	5,96	5,34	4,93	4,52
18	8,80	7,12	6,37	5,43	4,87	4,50	4,12
16	7,95	6,43	5,75	4,91	4,40	4,06	3,72

Teises piirkonnas

20	8,97	7,25	6,49	5,54	4,96	4,58	4,20
18	8,16	6,60	5,91	5,04	4,52	4,17	3,82
16	7,36	5,95	5,32	4,54	4,07	3,76	3,44

Kolmandas piirkonnas

20	9,96	8,05	7,20	6,14	5,51	5,08	4,66
18	9,09	7,35	6,57	5,61	5,03	4,64	4,25
16	8,22	6,64	5,94	5,07	4,55	4,20	3,85

Neljandas piirkonnas

20	9,95	8,04	7,19	6,14	5,50	5,08	4,66
18	9,08	7,34	6,57	5,60	5,02	4,64	4,29
16	8,22	6,64	5,94	5,07	4,54	4,20	3,85

Kivimajade kohta, mida köetakse esimest sesooni, üalnimetatud norme suurendatakse järgmiselt:

mais-juulis	asustatud	hoonetele	kuni	12%
juulis-augustis	"	"	"	20%
septembris	"	"	"	25%
kütteperioodi ajal	"	"	"	35%

Hoonete keskmised temperatuurid

Nimetus	Keskmine sisetemperatuur °
Elumajad	18
Ametiasutused	18
Õppeasutused, auditooriumid	16
Lasteaiad, lastesõimed	20
Võõrastemajad	18
Raamatukogud	18
Koosolekute saalid	16
Klubid, teatrid	16
Võimlad	15
Kinod	14
Haiglad, sanatooriumid	20
Sööklad	16
Kauplused	15
Kerge füüsilise töö töökojad	18

Lisa 5

Vajalik vee temperatuur kateldes, et tagada ruumitemperatuuri +18° sõltuvalt välisõhu temperatuurist

Välisõhu temperatuur	Keskkuüte süsteemidele, kus on aluseks võetud katlavee temperatuur +80° C, madalama välistemperatuuri $t_{\vartheta} = -23^{\circ}$ C juures		Keskkuüte süsteemidele, kus on aluseks võetud katlavee temperatuur +95° C, madalama välistemperatuuri $t_{\vartheta} = -23^{\circ}$ C juures	
	sundtsirkulatsioon	loomulik tsirkulatsioon	sundtsirkulatsioon	loomulik tsirkulatsioon
1	2	3	4	5
+5	41	43	49	51
+4	43	45	51	53
+3	44	46	53	55
+2	46	48	55	57
+1	47	49	57	59
0	49	51	59	61
-1	51	53	61	63
-2	52	54	62	64
-3	53	55	64	66
-4	55	57	66	68
-5	56	58	67	69

1	2	3	4	5
-6	58	60	69	71
-7	59	61	71	73
-8	61	63	72	74
-9	62	64	74	76
-10	63	65	75	77
-11	64	66	77	79
-12	65	67	79	80
-13	66	68	81	82
-14	68	70	82	83
-15	69	71	83	84
-16	71	72	85	86
-17	73	74	86	87
-18	74	75	87	88
-19	75	76	88	89
-20	76	77	90	91
-21	77	78	92	92
-22	78	79	94	94
-23	79	80	95	95

- Märkused. 1. Katlavee temperatuuri -80°C puhul on tabeli koostamisel võetud aluseks majad, mis on ehitatud enne 1941. aastat.
2. Kui katelde kütmine ei taga normaalset ruumitemperatuuri, tuleb tabelis oma kogemuste alusel teha vastavad muudatused.

Lisa 6

Katlamaja tööriistade loetelu

Jrk. nr.	Nimetus	Arv
1	2	3
1.	Plaanrestist 1 m võrra pikem varras (ora)	
2.	1,5 m pikkune kang	
3.	Plaanrestist 1 m võrra pikem lame roop	
4.	1,5 m pikkune lame roop	
5.	Restinuga (restist 0,5 m pikem terav roop räbu läbilõikamiseks resti alt)	
6.	Plaanrestist 1 m võrra pikem roop räbu väljatõmbamiseks	
7.	Varrega varustatud traatharjad malmkatelde suitsukäikude ja teraskatelde suitsutorude puhastamiseks	
8.	Vasar kütuse purustamiseks	
9.	Kirves puude lõhkumiseks	
10.	Amber või raudkast tuha ja räbu väljaviimiseks	
11.	Söelabidas (kühvel)	

1	2	3
12.	Veeämber	
13.	Luud	
14.	Rootsi tangid nr. 2	
15.	Tellitav võti nr. 3	
16.	Lukkseparas 0,6 kg	
17.	Meisel	
18.	Sõel sõe eraldamiseks räubust	
19.	Kaalud või mõõtekast kütuse jaoks	
20.	Kantav elektrilamp pingega 12 V	
21.	Termomeeter välisõhu temperatuuri mõõtmiseks	
22.	Tormilatern	
23.	Tulekustutaja ОП-5	

Lisa 7

Lihvimispastade ГОИ koostis ja omadused

Koostis ja iseloomustus	Omadused sõltuvad sordist		
	Jäme	Keskmine	Peen
Keemiline koostis			
%-des:			
kroomoksiid	81	76	74
steariin	10	10	10
silikogeel	2	2	2
rasv	5	10	10
petrooleum	2	2	2
oleiinhape	—	—	1,8
naatriumbikarbo- naat (söögisooda)	—	—	0,2
Värvus	Tumeroheline		
Kasutamisaala	Lõiketera jälge- de kõrvaldami- seks; armatuuri eelnevaks lihvi- miseks	Eelneval lihvi- misel jäänud jälgede kõrval- damiseks	Heleroheline Peegelsileda pinna saamiseks

Lisa 8

I. Polzunovi nim. Katla-Turbiini Keskinstituudi poolt väljatöötatud tihenduspasta koostis

Peeneks jahvatatud asbestikiud (kiu pikkus mitte üle 2—3 mm)	5 kaaluosa
Peeneks jahvatatud kvartslüüv (osakeste suurus kuni 100 mikrooni)	80 "
Naatrium-vesiklaas mooduliga 2—2,8	100 "
Pürolüsiit või vaskoksüüd	15 "

Märkus. Kõik komponendid tuleb segada kuivalt ja seejärel lisada vesiklaasi. Ühendatavate osade liitumine toimub pärast ööpäevast seismist. Säilitada tihedas pakendis.

Ühtlusseeria elektrimootorite tehnilisi andmeid

Tüüp	Võimsus kW	Pöörete arv minutis	Kasutegur %	Võimsustegur $\cos \varphi$	Kaal kg
AO ja AOJI 31-2	0,6	2860	76	0,85	20/12,5
AO ja AOJI 31-4	0,6	1410	74	0,76	21/12,5
A ja AJI 31-2	1,0	2850	79	0,86	17/12
AO ja AOJI 32-2	1,0	2860	79	0,86	26,5/16,5
A ja AJI 32-4	1,0	1410	78,5	0,79	24/16
AO ja AOJI 32-4	1,0	1410	78,5	0,79	27/16,5
A ja AJI 41-6	1,0	930	77	0,72	34/21,5
AO ja AOJI 41-6	1,0	930	77	0,72	37/23
AO ja AOJI 41-2	1,7	2880	81,5	0,87	36,5/24
A ja AJI 41-4	1,7	1420	81,5	0,82	34/22
AO ja AOJI 41-4	1,7	1420	81,5	0,82	37/23,5
A ja AJI 42-6	1,7	930	79,5	0,75	42/29
AO ja AOJI 42-6	1,7	930	79,5	0,75	45/30,5
AO ja AOJI 42-2	2,8	2880	84	0,88	41,5/31,5
A ja AJI 42-4	2,8	1420	83,5	0,84	42/29,5
AO ja AOJI 42-4	2,8	1420	83,5	0,84	45/31
A ja AJI 51-6	2,8	950	82,5	0,78	70/47
AO ja AOJI 51-6	2,8	950	82,5	0,78	80/49,5
AO ja AOJI 51-2	4,5	2900	85,5	0,88	79/72
A ja AJI 51-4	4,5	1440	85,5	0,85	70/48
AO ja AOJI 51-4	4,5	1440	85,5	0,85	80/50,5
A ja AJI 52-6	4,5	950	84,5	0,80	91/63
AO ja AOJI 52-6	4,5	950	84,5	0,80	100/65,5
AO ja AOJI 52-2	7	2900	87,5	0,89	101/68
A ja AJI 52-4	7	1440	87	0,86	91/64,5
AO ja AOJI 52-4	7	1440	87	0,86	100/67
A 61-6	7	970	86	0,81	125
AO 62-6	7	980	86	0,81	165
A 62-8	7	730	85	0,78	140
AO 62-2	10	2930	87,5	0,89	170
A 61-4	10	1450	87	0,88	125
AO 62-4	10	1460	87,5	0,88	165
A 62-6	10	970	86,5	0,82	140
AO 63-6	10	980	87,0	0,82	180
A 71-8	10	730	85,0	0,80	205
A 61-2	14	2920	87,5	0,89	130
AO 63-2	14	2930	88	0,90	188
A 62-4	14	1450	88	0,88	140
AO 63-4	14	1460	88,5	0,88	180
A 71-6	14	970	87	0,83	205
AO 72-6	14	980	88	0,83	280
A 72-8	14	730	87	0,81	230
A 62-2	20	2920	88,5	0,90	145
AO 72-2	20	2940	88,5	0,90	280
A 71-4	20	1450	89	0,88	205
AO 72-4	20	1460	89	0,88	280
A 72-6	20	970	88	0,84	230
AO 73-6	20	980	88,5	0,84	310
A 81-8	20	730	88	0,82	360

Kestvalt lubatavad arvutuslikud koormused vask- (lugejas) ja alumiinium- (nimetajas) soontega isoleeritud juhtmetele ja kaablitele

Soone rist- lõige mm ²	Lahtiselt paigal- datud III, II, I, II, I, I, AII, AII juhtmed	Lahtiselt paigaldatud vasksoontega juhtmed ja kaablid ¹		Juhtmed II, II, I, I, I, I, AII, AII ühes torus						Juhtmete soonte arv			
		kahe- soone- lised	kolme- soone- lised	2 ühe- soonelist	3 ühe- soonelist	4 ühe- soonelist	1 kahe- sooneline	1 kolme- sooneline	ühe- soonelised	kahe- soonelised	kolme- soonelised	nelja- soonelised	
on lubatud ainult valgustites kasutamiseks													
0,5	10/—	—	—	14/—	13/—	12/—	13	12	—	—	—	—	
0,75	13/—	—	—	17/—	15/—	15/—	15	13	30	25	18/14	—	
1	15/—	20	17	17/—	15/—	15/—	15	13	30	25	18/14	—	
1,5	20/—	20	17	17/—	15/—	15/—	15	13	30	25	18/14	—	
2,5	27/21	25	20	24/18	22/17	22/17	22	20	40	30	28/22	25/—	
4	36/28	35	30	34/25	30/25	27/20	28	25	55	40	37/29	35/—	
6	46/35	45	35	40/32	37/28	35/27	35	30	75	55	45/35	45/35	
10	70/50	60	50	60/45	55/42	45/35	50	45	95	75	60/45	60/45	
16	90/70	80	65	75/55	70/55	65/50	70	60	120	95	80/60	80/60	
25	125/95	100	85	100/75	90/70	80/60	90	75	160	130	105/80	100/75	
35	150/115	125	105	120/90	110/85	100/75	110	90	200	150	125/95	120/95	
50	190/145	155	130	165/125	150/115	135/105	140	120	245	185	155/120	145/110	
70	240/185	190	160	200/155	185/145	165/125	175	155	305	225	200/155	185/140	
95	290/225	230	195	245/190	225/175	260/155	215	190	360	275	245/190	215/165	
120	340/260	265	230	280/215	255/195	230/175	260	220	415	320	285/220	260/200	
150	390/300	310	270	320/245	290/225	—	—	—	470	375	330/255	300/—	

¹ Nimetatud margiga ühesoonelistele juhtmetele ja kaablitele tuleb koormus võtta lahtrist 2.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Genin, M., Smirnov, L., **Sanitaartechniliste seadmete montaaž**. Eesti Riiklik Kirjastus. 1962.
2. Irak, A., Veide, H., **Aurukatlad**. Eesti Riiklik Kirjastus. 1964.
3. Listov, P. jt., **Maaelektrimontööri õpik**. Eesti Riiklik Kirjastus. 1962.
4. **Ohutustehnika eeskirjad**. Aurukatlad, survemahutid, tõsteseadmed. Kirjastus «Valgus». 1965.
5. Võšelesski, A. jt., **Toitlustetevõtete elektri-, külmutus- ja sanitaartechnilised seadmed**. Eesti Riiklik Kirjastus. 1963.
6. Белоусов В. В., Михайлов Ф. С., **Монтаж отопительных котельных установок**. Стройиздат. 1964.
7. Друскин Л. И., **Сжигание газа в промышленных печах и котлах**. Гостоптехиздат. 1962.
8. Ларченко А. А., **Автоматизация отопительных и промышленных газифицированных котельных**. Ленинград. 1960.
9. Массовер А. М., **Пособие для кочегара коммунальных предприятий**. Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР. 1961.
10. Новак С. Я., **Руководство для обслуживающего персонала газифицированных котельных**. Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР. 1961.
11. Панин В. И., **Котельные установки малой и средней мощности**. Издательство литературы по строительству. 1964.
12. Стяцкий Л. Р., **Кочегор котельных на жидком и газообразном топливе**. Издательство «Недра». 1964.
13. Уревич А., **Краткий справочник газовика**. Издательство «Беларусь». 1963.

SISUKORD

Sissejuhatus	3
I. Põhimõisteid füüsikast ja keemiast	5
1. Üldmõisteid	5
2. Rõhk	6
3. Soojus	8
4. Veeaur	12
5. Elektrilised põhisuurused	15
6. Põlemine	17
II. Kütused	21
7. Kütuste koostis. Kütteväärtus	21
8. Kütuste põhilised liigid	23
9. Kütuste säilitamine ja arvestamine	29
III. Toitevesi ja selle ettevalmistus	32
10. Looduslik vesi ja selle lisandid	32
11. Katlakivi tekkimine. Põhimõisteid toitevee ettevalmistamisest	34
IV. Keskküttesüsteemid	38
12. Keskküttesüsteemide liigitus	38
13. Vesiküttesüsteemid	38
14. Auruküttesüsteemid	50
15. Kombineeritud küttesüsteemid	56
16. Õhuküttesüsteemid	58
17. Soojaveevarustus	59
18. Üldmõisteid tsentraliseeritud soojusvarustusest	65
V. Keskküttesüsteemide põhielemendid	69
19. Torustik	69
20. Torustiku armatuur	72
21. Paisumispaak	75
22. Kondenspotid	77
23. Küttekehad	79
VI. Keskküttekatlad	84
24. Keskküttekatelde liigitus ja iseloomustus	84
25. Malmkatlad	85
26. Teraskatlad	99

VII. Katla armatuur ja garnituur	110
27. Armatuuri jaotus	110
28. Kaitseeadméd	111
29. Manomeeter	115
30. Veeseisunäitajad	118
31. Toiteregulaatorid	121
32. Katla garnituur. Põlemisregulaatorid	122
VIII. Kollete ehitus ja teenindamine	127
33. Kollete liigitus ja iseloomustus	127
34. Kütmise põhijooni	129
35. Kütja tööriistad	132
36. Käsitsi teenindatavad kolded	134
37. Poolmehaanilised kolded	140
38. Kaheastmelise põlemisega kolded	143
39. Öliküttekolded	146
40. Gaasiküttekolded	155
41. Keskküttekatelde töötamise automatiseerimine	171
IX. Katlaehituse materjalid	179
42. Metallid	179
43. Müüritise materjalid	180
44. Tihendusmaterjalid	181
45. Isoleermaterjalid	182
X. Tõmbe- ja õhupuhumiseadmed	183
46. Korstnad ja suitsukäigud	183
47. Tõmbeventilaatorid ja õhupuhumiseadmed	185
XI. Pumbad	186
48. Pumpade ülesanne. Käsipumbad	186
49. Tsentrifugaal- ja propellerpumbad	188
50. Kolbpumbad	192
XII. Keskküttekatalamajad	193
51. Katlamajadele esitatavad nõuded	193
52. Katlamajade sisseseade	195
XIII. Soojustehnilised ja elektrilised mõõteriistad	198
53. Temperatuuri mõõtmine	198
54. Rõhu mõõtmine	200
55. Gaasi analüüsimine	201
56. Veekulu mõõtmine	203
57. Gaasihulga mõõtmine	205
58. Elektrilised mõõteriistad	206
XIV. Keskküttesüsteemide ja keskküttekatelde teenindamine	207
59. Ettevalmistused algavaks kütteperioodiks	207
60. Katla sissekütmine ja süsteemi käikulaskmine	208
61. Katla ja abiseadmete järelevalve töötamisel	210
62. Katla töötamise lõpetamine	215
63. Katla küttepindade puhastamine tule poolt	217
64. Katla küttepindade puhastamine katlakivist	218

XV. Katla soojusbilanss	221
65. Soojuskaod ja katla kasutegur	221
XVI. Keskkütteseadmete korratused ja avariid	223
66. Keskküttesüsteemide korratused ja nende kõrvaldamine	223
67. Keskküttekatelde korratused ja vigastused	226
68. Tõmbe- ja õhuseadmete korratused	229
69. Mehaaniliste seadmete korratused	231
70. Avariid	232
XVII. Katla järelevalve ja ohutustehnilised nõuded	236
71. Katelde järelevalvatused	236
72. Üldisi ohutustehnilisi nõudeid	239
73. Ohutustehnilised nõuded gaasiga kütmisel	241
XVIII. Keskküttekattlamaja elektriseadmed	242
74. Elektrimootorid	242
75. Juhtimisaparatuur	249
76. Kaitseseadmed	253
77. Elektrijuhtmed	259
78. Elektrivalgustus	262
79. Ohutustehnilised nõuded elektriseadmete teenindamisel	265
XIX. Tööõnnetused ja esmaabi	268
80. Kannatanu abistamine töökohal	269
Lisa 1. Küttepäevade arv ja välisõhu keskmised temperatuurid kütteperioodil	273
Lisa 2. Kütusekulu jaotus kuude järgi	273
Lisa 3. Kütuse kulunormid hoonete kütmiseks	274
Lisa 4. Hoonete keskmised temperatuurid	275
Lisa 5. Vajalik vee temperatuur kateldes, et tagada ruumitemperatuuri $+18^{\circ}$, sõltuvalt välisõhu temperatuurist	275
Lisa 6. Katlamaja tööriistade loetelu	276
Lisa 7. Lihvimispastade ГОВИ koostis ja omadused	277
Lisa 8. I. Polzunovi nim. Katla-Turbiini Keskinstituudi poolt väljatöötatud tihendus pasta koostis	277
Lisa 9. Uhtlusseeria elektrimootorite tehnilisi andmeid	278
Lisa 10. Kestvalt lubatavad arvutuslikud koormused vask-(lugejas) ja alumiinium-(nimetajas) soontega isoleeritud juhtmetele ja kaablitele	279
Kasutatud kirjandus	280

Вейде Харри Мартинович
В ПОМОЩЬ КОЧЕГАРУ КОТЛА
ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ
На эстонском языке
Оформление В. Варе

Издательство «Валгус»,
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja J. Ristoja
Kunstiline toimetaja R. Tungla
Tehniline toimetaja O. Mullari
Korrektorid: M. Pohlak ja M. Saks

Ladumisele antud 6. IV 1965. Trükkimisele
antud 10. XII 1965. Paber 54×84, 1/16. Trüki-
poognaid 17,75. Tingtrükipoognaid 14,9.
Arvestuspoognaid 15,14. Trükiarv 6000.
MB-10578. Tellimise nr. 7707. Trükikoda
«Kommunist», Tallinn, Pikk tn. 2.

Hind 63 kop.

42-

6 2199

4.2.04.

63 kop.

A

27 137

.. 7857313

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00785731 3

63 kop.

A

27 137

.. 7857313

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00785731 3

63 kop.

A
27 137

.. 7857313

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00785731 3

ABIKS KESKKÜTTEKATLA KÜTJALE



ABIKS
KESK-
KÜTTE
KATLA
KÜTJALE

T r ü k i v i g u

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema
45	3. ülalt	Joonisel 13 on toodud	Joonisel 13 toodud
210		Joonis 132 on trükis ümber pööratud	