
ABIKS
KESK-
KÜTTE-
KATLA
KÜTJALE

A-24004 III

H. VEIDE

ABIKS KESKKÜTTEKATLA KÜTJALE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1961

Kujundus *V. Vare*

Raamat sisaldab keskküttе- ja soojaveevarustuse 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.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
52317

SISSEJUHATUS

Iga aastaga laieneb Eesti NSV-s ehitustegevus. Käesoleval seitseaastakul on ette nähtud ehitada vabariigis üle 2 300 000 ruutmeetri elamispinda. Suur osa ehitatavatest hoonetest varustatakse keskküttesüsteemidega ning soojaveevarustuse sisseseadega. Individuaalkatlamajade kõrval leiavad laialdast kasutamist grupikatlamajad, 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 soojusetarvidusele, 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 mõjutavate 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.

Autor

I. PÕHIMÕISTEID FÜÜSIKAST JA KEEMIAST

1. Üldmõisteid

Kõik esemed kujutavad endast füüsikalisi 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 (m^2), ruutdetsimeetrites (dm^2), ruutsentimeetrites (cm^2) või ruutmillimeetrites (mm^2); keha mahtu mõõdetakse kuupmeetrites (m^3), kuupdetsimeetrites (dm^3) ehk liitrites (l), kuupsentimeetrites (cm^3) või kuupmillimeetrites (mm^3).

1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm;
1 m^2 = 100 dm^2 = 10 000 cm^2; 1 cm^2 = 100 mm^2;
1 m^3 = 1000 dm^3; 1 dm^3 (liiter) = 1000 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 t = 1000 kg; 1 kg = 1000 g.

Kehade t i h e d u s 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. E r i k a a l u k s nimetatakse keha mahuühiku kaalu. Võttes mahuühikuks 1 kuupmeetri, 1 kuupdetsimeetri või 1 kuupsentimeetri, on keha erikaalu ühikuks vastavalt tonni kuupmeetri kohta (t/m³), kilogrammi kuupdetsimeetri kohta (kg/dm³) või grammi kuupsentimeetri kohta (g/cm³). Näiteks vee erikaal on 1 t/m³, 1 kg/dm³ ehk 1 g/cm³, terase erikaal 7,8 t/m³, 7,8 kg/dm³ ehk 7,8 g/cm³.

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/m³-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 ja mahtu, võib määrata keha kaalu:

keha kaal = erikaal × maht.

N ä i d e. Määrata männipuust tala kaal, kui tala maht on 1,2 m³.
$G = 0{,}5 \cdot 1{,}2 = 0{,}6$ t.

Puistainete (kivisüsi, tuhk, liiv jm.) kaalu väljendatakse m a h u k a a l u g a, millega mõistetakse 1 m³-sse mahtuva aine kaalu kilogrammides (kg/m³) või tonnides (t/m³).

2. Rõhk

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

Ühele pinnaühikule mõjuvat jõudu nimetatakse r õ h u k s. Mõõtes jõudu kilogrammides ja pinda ruutsentimeetrites, saame rõhu kilogrammides ruutsentimeetrile

(kg/cm²). Rõhku 1 kg/cm² nimetatakse *tehniliseks atmosfääriks* (at). Teades rõhku, võib määrata kogu jõu, millega näiteks vesi või aur rõhub anuma seintele:

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

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

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

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.

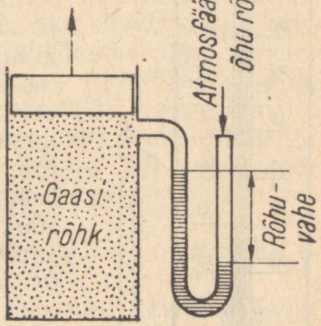
Järelikult 10 m kõrgune veesammas (vs) rõhub 1 cm² suurusele pinnale jõuga 1 kg. Sama suurt rõhku avaldab 735 mm kõrgune elavhõbeda- (Hg) sammas.

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 *ata*, ülerõhku aga *atü*. Absoluutne rõhk atmosfäärides on 1 ühiku võrra suurem kui vastav ülerõhk.

Suurendades näiteks atmosfäärilise rõhu all oleva gaasi mahtu kolvi ülespoole liigutamisega (joon. 1), gaas hõreneb ja gaasi rõhk muutub atmosfäärilisest rõhust väiksemaks. Vahet atmosfäärilise rõhu ja gaasirõhu vahel nimetatakse *alarõhuks*,



Joon. 1. Alarõhu mõõtmine.

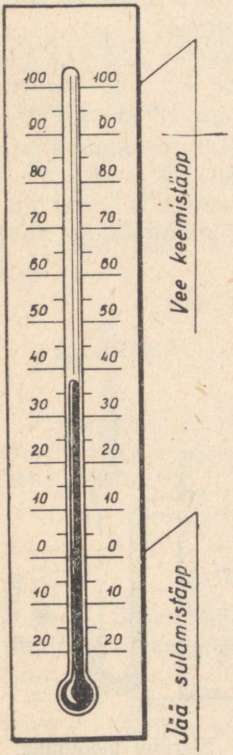
hõrenduseks ehk vaakuumiks. Alarõhk esineb näiteks katla koldes ja gaasikäikudes.

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 gaasianumaga, gaasi rõhk. Selle tagajärjel veetase U-toru vasakus pooles tõuseb kõrgemale kui paremas. Veesammaste kõrguste vahe näitab alarõhu suurust.

Mõõteriista alarõhu määramiseks katla gaasikäikudes nimetatakse tõmbemõõtjaks (vt. p. 51).

3. Soojus



Joon. 2. Elavhõbetermomeeter.

Kui mingile kehale juhtida juurde soojust, siis keha temperatuur tõuseb ja ümberpöördult, 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 elavhõbeda sammas alla 0°. Temperatuuri alla 0° loetakse negatiivseks ja tähis-

tatakse 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. 50).

Soojushulga ühikuks on tehnikas kilokalor (kcal), 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	vask	1,7 mm
teras	1,1 mm	klaas	0,6—0,9 mm

1 m^3 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.

Soojus võib levida soojusjuhtivuse, konvektsiooni 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:

vask	300—400 kcal/mh°	asbest	0,10—0,14 kcal/mh°
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 seina pinnaga 1 m². Seina temperatuur ühel pool olgu 100°, teisel pool 20°.
Seina läbiv soojushulk 1 tunni jooksul on siis:

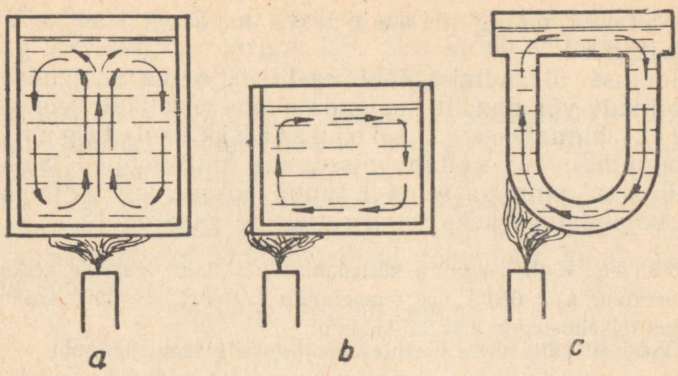
tellisseina puhul 0,35 (100—20) = 28 kcal,
terasseina puhul 50 (100—20) = 4000 kcal.

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 üleminekuks takistamiseks soojusisolatsioonimaterjalina. Siia kuuluvad asbest, diatomiit, mineraalvatt jt. Soojusisolatsioonimaterjalide kasutamisega on võimalik vähendada katla ja torustiku soojuskadusid välisõhku.

Halvad soojusjuhid on ka katlakivi, tahm ja tuhk. Seepärast 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.

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.



Joon. 3. Vee tsirkulatsioon:
a — soojuse juurdejuhtimisel põhja keskelt; *b*, *c* — soojuse juurdejuhtimisel äärelt.

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 veeosakesed soojenemisel paisuvad, muutuvad kergemaks ja tõusevad üles; nende asemel langevad aga ülevalt külmemad veeosakesed. 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 välja 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 kiirgamise 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 tem-

peratuur ning mida puhtamad on katla küttepinnad.

Soojuse üleandmist läbi eraldava seina soojendavalt vedelikult või gaasilt soojendatavale vedelikule või gaasile hinnatakse soojusläbikandeteguriga (kcal/m²h°), mis näitab, missugune hulk soojust kcal-tes läbib 1 m² pinnaga seina 1 tunni jooksul, kui soojendava ja soojendatava keha temperatuuride vahe on 1°.

Näide. Katla leegitoru küttepind $H_k = 3$ m², gaaside keskmine temperatuur $t_g = 600°$, vee temperatuur katlas $t_v = 105°$, keskmine soojusläbikandetegur $k = 25$ kcl/m²h°.

Gaasidelt katla veele üleantav soojushulk 1 tunni jooksul

$$Q = 3 \cdot 25(600—105) = 37\,100 \text{ kcal/h.}$$

4. Veeaur

Vesi, nagu teisedki vedelikud, pole praktiliselt kokkusurutav. 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 anumas tõuseb vee temperatuur järk-järgult kuni 100°-ni, mis on vee keemistäpiks atmosfäärilisel rõhumisel. Keemisel tekivad vees aurumullid, mis veepinnale tõustes lõhkevad. Vee temperatuur anumas jääb hoolimata edasisoojendamisest püsima 100°-le, sest kulutatud soojus läheb vee aurustamiseks.

Tekkinud auru temperatuur on võrdne keeva vee temperatuuriga 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°, siis 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. Sama 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 ümberpöördult. 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.

Küllastunud veeauru omadusi

Tabel 1

Absoluutne rõhk kg/cm²	Keemistemperatuur °	Vedelikusoojus kcal/kg	Aurustussoojus kcal/kg	Auru soojussisaldus kcal/kg	1 kg auru maht (erimaht) m³/kg	1 m³ auru kaal (mahukaal) kg/m³
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

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, 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 toitmisel 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 vääveldioksüüdi (SO_2) 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.

Tabel 2

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. Põlemine

Põlemiseks nimetatakse kütuse põlevelementide (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 aatomi hapnikuga, mille tulemusel saadakse üks molekul süsihappegaasi (CO_2). Viimane on lõhnatu ja värvitu gaas, ligikaudu 1,5 korda raskem õhust ja ei põle. Põlev küünal süsihappegaasis kustub. Ühe kilogrammi süsiniku põlemisel vabaneb 7850 kcal soojust:

$$1 \text{ kg } C + 2^2/_3 \text{ kg } O_2 = 3^2/_3 \text{ kg } CO_2 + 7850 \text{ kcal.}$$

Õhu puudusel ühineb 1 aatom süsinikku 1 aatomi hapnikuga ja tekib 1 molekul vingugaasi (CO), kusjuures 1 kg põleva süsiniku kohta vabaneb ainult 2180 kcal soojust:

$$1 \text{ kg } C + 1^1/_3 \text{ kg } O_2 = 2^1/_3 \text{ kg } CO + 2180 \text{ kcal.}$$

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:

$$1\text{kg } H_2 + 8 \text{ kg } O_2 = 9 \text{ kg } H_2O + 28\,900 \text{ kcal.}$$

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

$$1 \text{ kg } S + 1 \text{ kg } O_2 = 2 \text{ kg } SO_2 + 2180 \text{ kcal.}$$

Põlemine on täielik, kui kõik kütuse põlevaine lõplikult ära põleb, s. o. kui kõik süsinik põleb süsihappegaasiks, kõik vesinik veeauruks ja kõik väävel vääveldioksüüdiks.

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

Lendosaderikaste kütuste (vt. p. 6) puhul tekib mittetäielikul 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. 6) ja niiskust, võib määrata ligikaudse teoreetilise õhuhulga järgmise avaldisega:

$$V_o = k \frac{Q_t^k + 6\ W_t}{1000}\ \text{nm}^3\text{*)/kg},$$

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.

*) nm^3 — normaalkuupmeeter, s. o. 1 m^3 gaasi 0° ja 760 mm elavhõbeda samba juures.

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

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

Et kõik koldesse juhitav õhk ei segune kütuse lendosadega ega võta seetõttu põlemisest osa, tuleb koldesse anda õhku teoreetilisest vajadusest rohkem. Suhet tegeliku ja teoreetilise õhuhulga vahel nimetatakse liigõhutegu**riks** 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. 52).

Liiga väikese liigõhuteguri puhul võib tekkida mittetäielik 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.

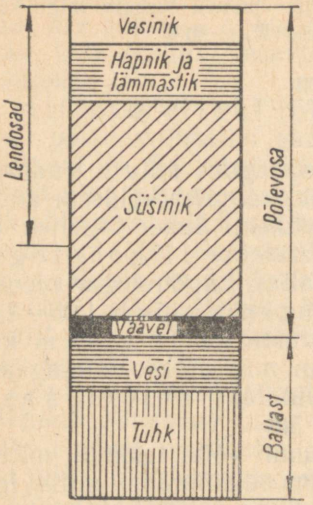
II. KÜTUSED

6. Kütuste koostis. Kütteväärtus

Keskküttekatelde kütmiseks kasutatakse nii **tahkeid**, **vedelaid** kui ka **gaasilisi** kütuseid.

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

Süsinik on puhtal kujul tahke aine; teda leidub kõigis orgaanilistes ühendites. Kütustes moodustab ta peamise põlevelemendi. Kütustest sisaldavad kõige enam süsinikku



Joon. 4. Kütuse koostise skeem.

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 sisaldavad vedel- ja gaasilised kütused.

Kütuses esinev väävel osaliselt põleb ära, osaliselt jääb 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 räbu. Mida tuharikkam on kütus, seda raskem on teda põletada ja seda vähem annab ta soojust. Suur tuhasisaldus kütuses põhjustab restipinna ja koldeseinte räbustumist, küttepindade mustumist lendtuhaga ning suurt soojuskadu, tingituna kolde sagedasest puhastamisest.

Seda kütust, mis antakse koldesse, kaasa arvatud ka ballast, nimetatakse tarbimiskütuseks.

Kütuse kuumutamisel eraldub temast kõigepealt niiskus ja seejärel gaasilised lendosad. Viimased koosnevad peamiselt süsiniku ja vesiniku ühendeist ning põlevad kolderuumis, kütusekihi peal. Tahket jääki, mis põleb restil ning koosneb süsinikust ja tuhast, nimetatakse koksiks. 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 *küttevääruseks*. Tarbimiskütuse küttevääruust tähistatakse Q_t^k (kcal/kg). Küttevääruus on seda suurem, mida väiksem on tuha ja niiskuse hulk kütuses. Rea kütuste koostised ja küttevääruused on toodud tabelis 3.

Erineva küttevääruusega kütuste võrdlemiseks kasutatakse *ting-* ehk *leppekütust*, milleks on kütus küttevääruusega 7000 kcal/kg (vt. tab. 5).

7. Kütuste põhilised liigid

Keskküttekatelde kütusena on kõige otstarbekam kasutada kõrgevääruslikke kütuseid, s. o. kütuseid, mis sisaldavad vähe tuhka ja niiskust ning mille küttevääruus 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.

Tabel 3

Tahke- ja vedelkütuste omadusi

Nimetus	Tarbimiskütuse				Lendosade sisaldus põlevaines L_p %
	Niiskus W_t %	Tuhk A_t %	CO_2 %	Küttevääruus Q_t^k kcal/kg	
Donetsi kivisöed:					
pikaleegiline	12,0	19,8	—	4900	43,0
rasvane aurusüsi	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 — suurkivi	9,0	39,0	10,9	3600	82,0
II sort — väikekivi	11,0	41,0	13,3	3000	82,0
III sort — peenkivi	13,0	42,0	14,8	2600	82,0
Tükkturvas	35,0	7,2	—	2820	70,0
Freesturvas	45,0	6,1	—	2290	70,0

Nimetus	Tarbimiskütuse				Lendosade sisaldus põlevaines L_p %
	Niiskus W_t %	Tuhk A_t %	CO_2 %	Küttevääartus $Q_t^k \frac{kcal}{kg}$	
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	—

Põlevkivi on tekkinud kauges minevikus, 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 ⅔ ja aherainekihid ⅓ lademe üldkõrgusest. Kihtide paksus ulatub 10 cm-st kuni 1 m-ni.

Kaevanduses toodetud põlevkivi sorteeritakse sorteerimisjaamades. Vabariiklike tehniliste tingimuste A 26-57 järgi jagatakse põlevkivi tükisuuruselt kolme sorti (vt. tab. 4).

Tabel 4

Põlevkivi sortide omadusi

Sort	Tükisuurus mm	Niiskus %	Tuhasisaldus kuivaines %	Küttevääartus kcal/kg
I	Üle 125	9—12[1]	55	3600—3400[1]
II	125—25	11—13	62	3000—2800
III	Alla 25	13—18	66	2600—2400

Põlevkivi on lendosaderikas suure tuhasisaldusega kütus. Lendosade hulk põlevaines on kuni 82%, tuhasisaldus tarbimiskütuses kuni 60%. Põlevkivi küttevääartus ulatub kuni 3700 kcal/kg. Kaevandatud põlevkivi niiskus on

[1] Esimene arv tähendab keskmist, teine lubatud piirväärtust.

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 keskküttekateldes põlevkivi kasutamist tema suur tuhasisaldus.

T u r v a s 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 t ü k k t u r v a s (masinaturvas). Tükkturba tootmisel karjäärist tulev turbamass purustatakse, segatakse veega, pressitakse ja lõigatakse pätsideks, mis kuivatatakse õhu käes rabapinnal. Õhukuivas tükkturbas on niiskust ligikaudu 35%. Turba tuhasisaldus on 5—15%. Turba küteväärtus sõltub suurel määral tema niiskusest. Õhukuiva turba küteväärtus on keskmiselt 2800—3000 kcal/kg. Lendosade sisaldus põlevaines ulatub 70%-ni. Koldes põleb turvas võrdlemisi pika leegiga.

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

F r e e s t u r v a s kujutab endast peent kütust, tükisuurusega 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 freesturvas soojeneb. Mõned turbaliigid kalduvad seejuures isesüttimisele. Freesturba küteväärtus on 2200—2700 kcal/kg. Freesturvast põletatakse tööstuslikes kateldes.

B r i k e t t - t u r v a s t valmistatakse freesturbast, mis kuivatatakse kunstlikult 10%-lise niiskuseni ja pressitakse 1500 atmosfäärilisel rõhul brikettideks. Brikett-turba küteväärtus on keskmiselt 4450 kcal/kg.

P u i d u 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 küttevääртused erinevad väga vähe, olles keskmiselt 3100—3300 kcal/kg.

K i v i s ü s i 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 p i k a l e e g i l i s t e k s, lendosade sisaldusega 35—42% — g a a s i s ü t e k s.

Mõnedel kivisöe sortidel on omadus põlemisel p a a k u d a. Väikese lendosade sisaldusega (alla 17%) ja mittepaakuvaid kivisüsi nimetatakse l a h j a d e k s süteks. Viimased põlevad suitsuta, madala leegiga.

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

P r u u n s ü s i on kivisöega võrreldes tekkimisvanuselt noorem, lendosaderikkam (30—47%), suurema niiskuse- (20—55%) ja tuhasisaldusega (kuni 50%). Pruunsüte küttevääртus on 1400—4200 kcal/kg. Pruunsüsi kasutatakse tööstuslike katelde kütmiseks.

A n t r a t s i i d i d on süte hulgas vanimad ja seetõttu lendosadevaesemad (3—4%). Antratsiitide küttevääртus 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 väävlining niiskusesisaldusega peened söed, kalduvad isesüttimisele.

Vedelkütustest kasutatakse keskküttekateldes masuuti ja põlevkivi-kütteõli.

M a s u u t 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 küttevääртus on 10 000 kcal/kg. Masuut hangub harilikult miinus 10—15° juures, parafiinirikas masuut aga tunduvalt kõrgematel temperatuuridel.

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 küttevääртus on 9000 kcal/kg; hangumispunkt on ligikaudu —10°.

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.

Gaasilistes kütustes puudub tahke ballast, väljaarvatud tolm. Suurima küttevääртusega on looduslikud gaasid, keskmiselt 8000—9000 kcal/nm³, üksikutes leiukohtades kuni 15 200 kcal/nm³. Generaatorigaasi küttevääртus on 1000—1500 kcal/nm³, kõrgahjugaasil — 950 kcal/nm³, põlevkivigaasil — 3350 kcal/nm³.

Gaasiliste kütuste kasutamisel, võrreldes tahkekütustega, on rida eeliseid: kütuse hoidmiseks pole tarvis laoruume; õhku ega ruume ei saastata kütusega ega selle põlemisjääkidega; soojusülekanne koldegaasidelt küttepindadele on parem, sest viimased ei kattu lendtuha ega tahmaga.

Gaasiliste kütuste kasutamisel tuleb arvestada, et põlevgaasid, eriti kunstlikud gaasid (põlevkivigaas jt.), mis sisaldavad suuremal või vähemal määral vingugaasi (CO), on mürgised ja kahjustavad seetõttu inimese tervist; 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; 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.

Kütuste mahukaale, kütteväärtusi ja ümberarvutus tingkütusele

Kütus	Mahukaal kg/m³	Kütteväärtus kcal/kg	1 tonnile kütusele vastav tingkütuse hulk tonnides	1 m³ kütusele vastav tingkütuse hulk tonnides
Põlevkivi, I sort	1000	3200	0,457	0,457
Põlevkivi, II sort	1000	2600	0,371	0,371
Põlevkivi, III sort	900	2400	0,343	0,299
Brikett-turvas, laotud (10% niiskust)	1000	4300	0,614	0,614
Brikett-turvas, loobitud (10% niiskust)	600	4300	0,614	0,368
Tükkturvas, 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	10000	1,428	1,412
Põlevkivi-kütteõli	1000	9000	1,286	1,286

[1]) 1 ruumimeetri kohta

8. Kütuste säilitamine ja arvestamine

Kõiki tahkekütuseid on soovitav 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, millede 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.

Isesüttimisele 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° 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.

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 suurusest 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 kütuse hulga 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				Vanemkütja allkiri	Temperatuurid kontrolltubades	Kontrolltubade valdajaje allkirjad	Märkused korratuste, avariide 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

9. 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 paakide, 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-ekvivalent liitri 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.

10. 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. Nendel 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 ülekuumenemist 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.

---

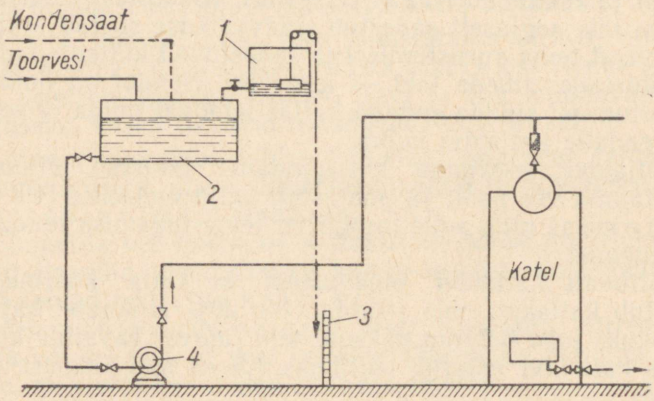
[1]) Ühele milligramm-ekvivalendile liitri kohta vastab 28 mg CaO või 20,13 mg MgO sisaldus 1 l vees.

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 ebaühtlane paisumine põhjustab katlaosade ühenduskohtade (torude valtsimiskohtade, neetõmbluste) lekkimist.

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

Keskküttekateldes tekib katlakivi sagedasel ja hulgalisel värske vee lisandamisel süsteemi torustiku lekkimise jm. tõttu. Katlakivi tekkimise vältimiseks tuleb vett pehmendada.

Väikeste aurukatelde puhul, kus pole otstarbekas üles seada keerukaid veepuhastusseadmeid, kasutatakse edukalt katlavee pehmendamist katla sees. Seejuures on ülesandeks muuta katlavees sisalduvad kalkussoolad kergesti väljapuhutavaks mudaks, mida saavutatakse paraja hulga leelise lisamisega katlasse. Kemikaalidena kasutatakse soodat (Na_2CO_3), seebikivi (NaOH), trinaatriumfosfaati (Na_3PO_4), tamme-ekstrakti jne. Kalkussoolad langevad katlas leelise mõjul mudana põhja, tekitamata katlakivi. Muda eemaldatakse katlast aegajalise läbipuhumisega.



Joon. 5. Katlavee pehmendamise skeem:
1 — leelisepaak; *2* — veepaak; *3* — leelise taseme ujukitüüpi näitaja; *4* — toitepump.

Katlavee pehmendamise skeem on toodud joonisel 5.

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 6 toodud andmetest.

Tabel 6

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, sulfiitleelis jt.)	5	5	5	5	5	5

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

IV. KESKKÜTTESÜSTEEMID

11. Keskküttesüsteemide liigitus

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

Küttesüsteeme, kus kõik kolm elementi on koondatud ühte seadmesse, nimetatakse kohalikeks süsteemideks (ahjuküte). Süsteeme, kus ruumide kütmine toimub ühest kesksest soojusetekitajast, mis asub köetavatest ruumidest eemal, nimetatakse kesksteteks 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-vesiküte- ja vesi-vesiküttesüsteemid.

12. Vesiküttesüsteemid

A. Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemid

Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemi töötamine põhjeneb füüsika seadusel, mille põhjal vee mahukaal tema soojenemisel väheneb. Katlas *1* (joon. 6) soojenenud 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, tsirkulatsioonisüsteemiks.

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 keskkohtade kõrguste vahe peab olema vähemalt 3 m.

Tsirkulatsioonijõu suuruse võib määrata avaldisega

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

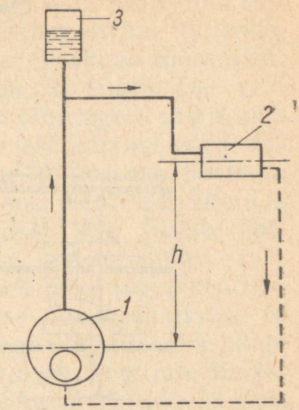
kus h on vertikaalkaugus katla keskkohast kuni küttekeha keskkohani, m;

γ_1 — sooja vee mahukaal kg/m³;

γ_2 — tagasivoolava jahtunud vee mahukaal kg/m³.

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 põhjustada süsteemi elementide (katla, torustiku, küttekehade) vigastusi. Selle vältimiseks ühendatakse keskküttesüsteem paisumispaagiga *3* (vt. p. 20). Viimane on ühenduses välisõhuga.



Joon. 6. Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemi töötamise põhimõte: *1* — veekatel; *2* — küttekeha; *3* — paisumispaak.

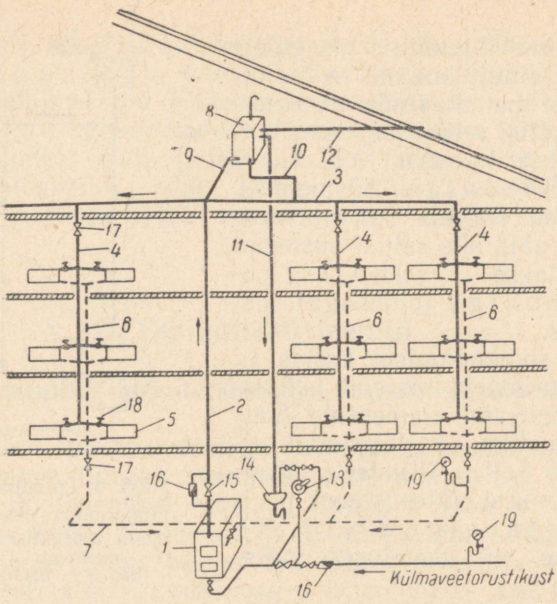
Vees on alati lahustunud teatud hulk õhku. Soojendamisel õhk eraldub veest, tõuseb ülespoole ja väljub paisumispaagi kaudu atmosfääri. Kui tsirkulatsiooniringi mõnes punktis tekib õhu kuhjumine (õhukork), siis katkestab see veevoolu ning vee ringlemine süsteemis lakkab.

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

Kahetorulistes 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. 7) tõuseb 90—95° 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 küttekehadest tagasivoolupüstikuid *6* mööda tagasivoolumagistraali *7* ja sealt katlasse. Küttekehades jahtub vesi 20—25° võrra.

Õhu eemaldamiseks küttesüsteemist paigaldatakse peale-



Joon. 7. Kahetoruline ülemise jaotusega vesiküttesüsteem:

1 — katel; *2* — peapüstik; *3* — pealevoolumagistraal; *4* — toitepüstik; *5* — küttekeha; *6* — tagasivoolupüstik; *7* — tagasivoolumagistraal; *8* — paisumispaak; *9* — paisumistoru; *10* — tsirkulatsioonitoru; *11* — signaaltoru; *12* — ülevoolutoru; *13* — käsipump; *14* — valamu; *15* — kiiber; *16* — tagasilöögiklapp; *17* — ventiil (kraan); *18* — kahekordse reguleerimisega kraan; *19* — manomeeter.

voolumagistraal tõusuga 1/100 kuni 1/200 paisumispaag suunas. Tagasivoolumagistraal paigaldatakse küttesüs teemi veest tühjendamise võimaldamiseks kaldega 1/10 kuni 1/200 katla suunas. Paisumispaak paigaldatakse süs teemi kõige kõrgemasse punkti (pööningule) ja ühenda takse peapüstikuga.

Üksikute püstikute väljalülitamiseks küttesüsteemis asetatakse püstikutele kraanid (ventiilid). Küttekehasi läbiva veehulga reguleerimiseks asetatakse nende ett k a h e k o r d s e r e g u l e e r i m i s e g a kraanid (vt. p. 19

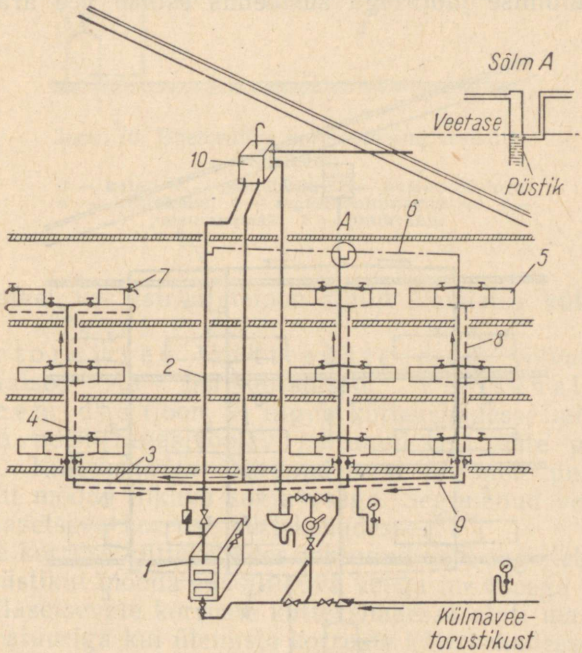
Süsteemi tühjendamiseks kanalisatsiooni ning süsteem täitmiseks veega mitteküllaldase rõhu puhul vesivarustus torustikus on ette nähtud k ä s i p u m p (vt. p. 45).

Ülemise jaotusega süsteem saab töötada ainult sii

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. 8) liigub soe vesi katlast *1* peapüstikut *2* mööda pealevoolumagistraali *3*, mis paigaldatakse keldrikorrusele või esimese korruse põrandaalusesse kanalisse, harvemini esimese korruse põranda peale. Magistraaltorudest tõuseb soe vesi püstikuid *4* mööda küttekehadesse *5*. Küttekehadest vesi liigub katlasse sama teed mööda nagu ülemise jaotuse puhul.

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



Joon. 8. Kahetoruline alumise jaotusega vesiküttesüsteem:

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

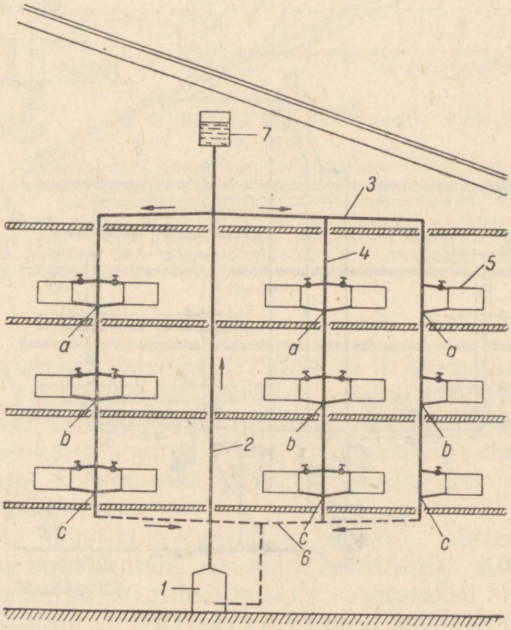
ei tekiks vee ringlust vastupidises suunas vee põhilisele liikumisele tsirkulatsiooniringis. Selleks ehitatakse püstikute ühenduskohtadele õhutorudega sõlmed *A*, mis täidavad kunstlikult tekitatud õhukorgi ülesannet.

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.

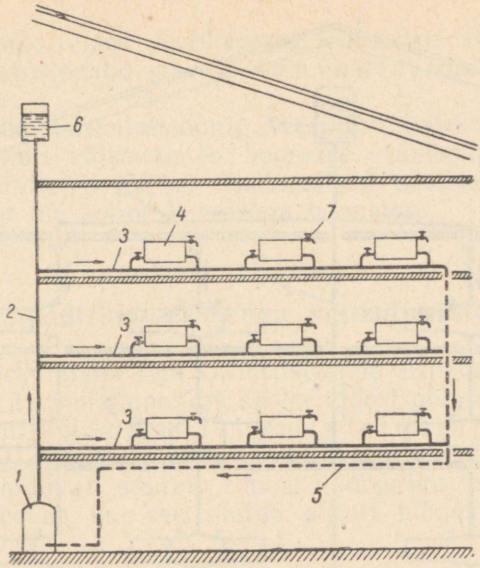
Õhku võib süsteemist eemaldada ka läbi õhukraanide *7*, mis monteeritakse ülemise korruse küttekehadele; sel puhul ühendatakse küttekehad soojavee- ja tagasivoolutorustikuga altpoolt.

Paisumispaak sooja vee alumisel jaotusel võib asetseda madalamal kui ülemisel jaotusel, kuid tingimata kõrgemal ülemise korruse küttekehadest.

Kui alumise jaotusega süsteemis esineb vee ärajooks,



Joon. 9. Ühetoruline vertikaalne vesiküttesüsteem:
1 — katel; *2* — peapüstik; *3* — pealevoolumagistraal; *4* — püstik; *5* — küttekeha; *6* — tagasivoolumagistraal; *7* — paisumispaak.



Joon. 10. Ühetoruline horisontaalne vesiküttesüsteem:

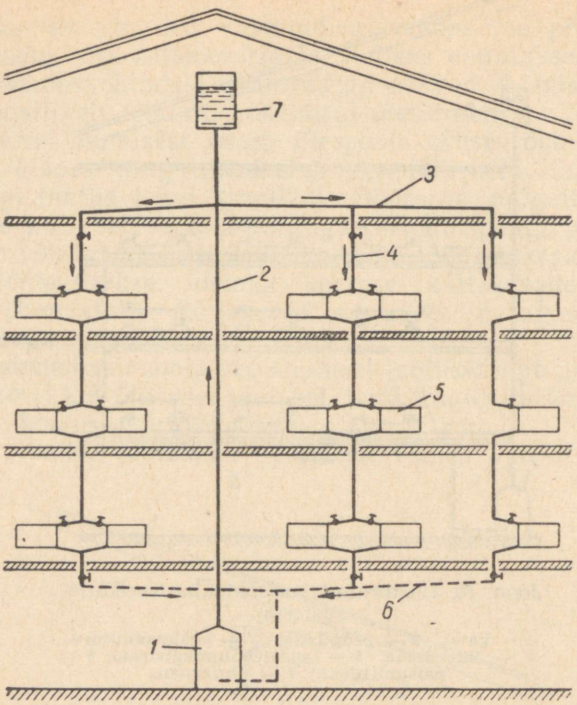
1 — katel; *2* — peapüstik; *3* — pealevoolutoru; *4* — küttekeha; *5* — tagasivoolumagistraal; *6* — paisumispaak; *7* — õhukraan.

siis katkeb vee tsirkulatsioon ainult ülemistes küttekehades.

Ühetorulised küttesüsteemid võivad olla vertikaalsed ja horisontaalsed. Vertikaalsetes süsteemides (joon. 9) 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 punktis *b* püstikut mööda edasiliikuva veega jne. Seega siseneb vesi allasetsevate korruste küttekehadesse alati madalama temperatuuriga kui ülemiste korruste küttekehadesse. Ruumide ühtlane temperatuur saavutatakse küttekehade küttepinna suuruse õige valikuga.

Ühetorulistes horisontaalsetes süsteemides (joon. 10) hargnevad peapüstikult *2* igal korrusel horisontaalsed pealevoolutorud *3*, milledega on ühendatud kütte-



Joon. 11. Vertikaalne läbivooluga vesiküttesüsteem:
1 — katel; *2* — peapüstik; *3* — pealevoolumagistraal; *4* — toitepüstik; *5* — küttekeha; *6* — tagasivoolumagistraal; *7* — paisumispaak.

kehad *4*. Õhk eemaldub süsteemist paisumispaagi *6* ja küttekehadele monteeritud õhukraanide *7* kaudu. Selline õhueemaldamise viis raskendab teenindamist.

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

Peale kirjeldatud süsteemide leiavad kasutamist ühetorulised läbivooluga küttesüsteemid, mis võivad samuti olla kas vertikaalsed või horisontaalsed.

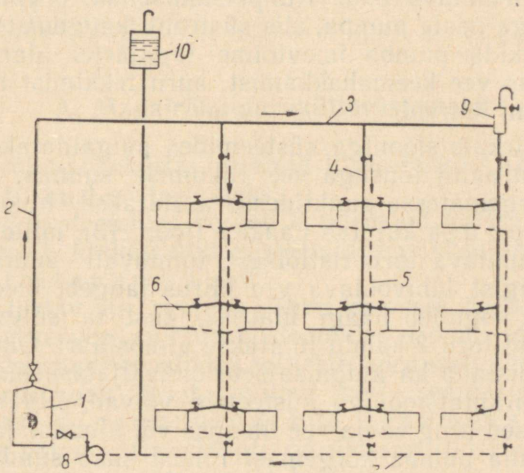
Joonisel 11 on toodud vertikaalses läbivooluga süsteemis läbib kogu vesi, mis on jõudnud toitepüstikutesse *4*, küttekehasid *5*. Selle süsteemi eeliseks on väiksem armatuuride (kraanide) arv ja monteerimise lihtsus.

Kõik ühetorulised vertikaalsed loomuliku tsirkulatsiooniga küttesüsteemid saavad olla a i n u l t sooja vee ülemise jaotusega.

Loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttesüsteeme saab kasutada ainult väiksemates hoonetes, süsteemi tegevraadiusega[1] mitte üle 50 m. Ühetorulised süsteemid leiavad kasutamist üle kolme korrusega hoonetes.

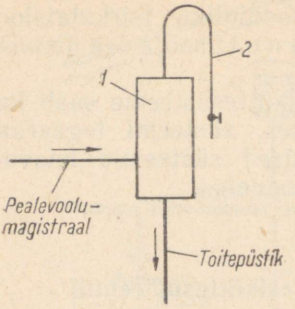
B. Sundtsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemid

Sundtsirkulatsiooniga küttesüsteemid erinevad (joon. 12) loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemidest põhiliselt sellega, et süsteemi lülitatakse t s i r k u l a t s i o o n i p u m p, mis sunnib vett liikuma mööda torustikku. Pump tekitab rõhu, mis on tunduvalt suurem rõhust loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemis, kus see ulatub ainult mõnekümne milli-



Joon. 12. Sundtsirkulatsiooniga vesiküttesüsteem:
1 — katel; *2* — peapüstik; *3* — pealevoolumagistraal; *4* — toitepüstik; *5* — tagasivoolupüstik; *6* — küttekeha; *7* — tagasivoolumagistraal; *8* — tsirkulatsioonipump; *9* — õhukoguja; *10* — paisumispaak.

[1]) Küttekeha suurim kaugus katlast horisontaalsuunas.



Joon. 13. Õhukoguja.
1 — paak; *2* — õhutoru.

meetrini veesammast. Seetõttu leiavad need süsteemid kasutamist suurte hoonete, samuti aga ka hoonete rühma või linna terve rajooni kütmisel ühest katlamajast.

Tsirkulatsioonipumpasid on vähemalt kaks, milledest üks töötab, kuna teine on reservis. Pumbad asetatakse tagasivoolumagistraalile, kus vee temperatuur on kõige madalam, mille tõttu pumba enese ja ta laagrite töötamine on kindlam.

Pump imeb vett tagasivoolumagistraalist ja surub selle läbi katla soojaveemagistraali.

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

Sundtsirkulatsiooniga süsteemides paigaldatakse soojaveemagistraalid tõusuga vee liikumise suunas; süsteemi kõige kõrgematesse punktidesse asetatakse õhukogujad.

Õhukoguja kujutab paaki *1* (joon. 13), 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 ning sooja vee ülemise või alumise jaotusega.

Tingituna pumba kõrgemast rõhust saab sundtsirkulatsiooniga süsteemides kasutada suuremaid vee kiirusi kui loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemides. See võimaldab kasutada väiksema läbimõõduga torusid, mille tagajärjel metallikulu, samuti ka süsteemi ehituskulud on väiksemad. Et pump tarbib elektrienergiat, mis suurendab ekspluatatsioonikulusid, siis väikeste hoonete juures sundtsirkulatsiooniga süsteemide kasutamine pole otstarbekas.

13. 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 2/3 (aurukoguja korral ainult poole) sellest, jättes vabaks nn. aururuumi.

Aurukütte puhul liigub katlast kuni küttekehadeni aur ja küttekehadest kuni katlani kondensaat (madalrõhusüsteemides), või kondensaadi ja auru segu (kõrgrõhusüsteemides). Seetõttu tehakse auruküttesüsteemide puhul vahet autorustiku ja kondensaaditorustiku vahel.

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

Madalrõhukatlad varustatakse torulukuga (purgimisseadmega) (vt. p. 27), mis väldib auru rõhu tõusmist katlas üle lubatava piiri.

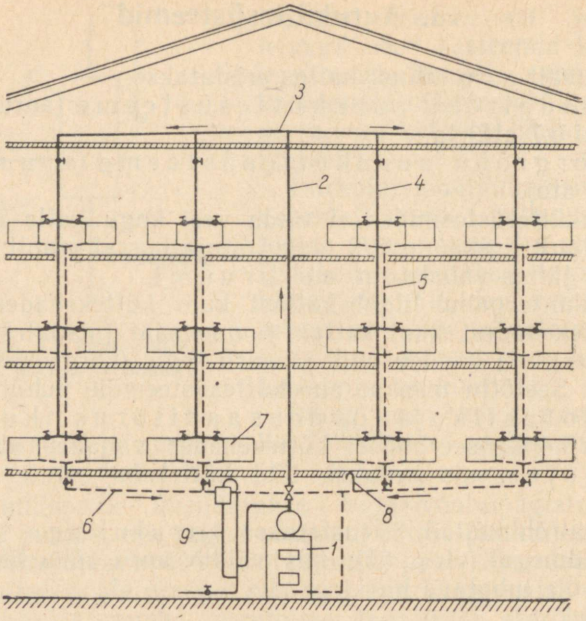
A. Madalrõhu-auruküttesüsteemid

Madalrõhu-auruküttesüsteemid liigitatakse suletud ja katkestatud süsteemideks.

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

Katlas tekkiv aur avaldab rõhku ka veele. Selle tagajärjel surutakse vesi suletud süsteemides (joon. 14) 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. 14), siis nimetatakse selliseid kondensaaditorustikke leppeliselt «kuivadeks». Katlasse tagasivoolav kondensaat täidab sellise torustiku ristlõiget ainult osaliselt. Kui kondensaaditorustiku horisontaalne osa on paigaldatud madalamale, siis täidab konden-



Joon. 14. Ülemise jaotusega suletud madalrõhu-auruküttesüsteem:

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

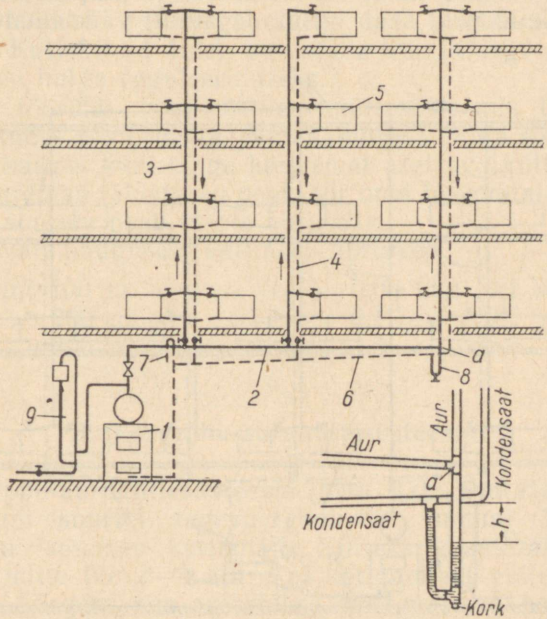
saat toru kogu ristlõike ning sellist kondensaaditorustikku nimetatakse leppeliselt «märjaks».

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 väljajuhtimise koht ei oleks katlast väljasurutava veega üle ujutatud, kuna see takistaks õhu eemaldamist ja põhjustaks 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.

14) töötavad käratult, sest aurutorudes liiguvad aur ja kondensaat, mis tekib auru jahtumisel torustikes, samas suunas. Auru alumise jaotusega süsteemid (joon. 15) on ökonoomsemad, sest alumise jaotuse puhul vähenevad torustiku pikkus ja soojuskaod. Alumise jaotusega süsteemides tuleb aurutorustikust eemaldada selles tekkinud kondensaat, 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 kondenspotte (vt. p. 21), mis asetatakse kondensaadimagistraalile.

Sifoon kujutab endast veesulgurit, mis laseb läbi kondensaadi, kuid peatab auru läbivoolu. Sifooni U-toru üks ots ühendatakse punktis *a* aurutorustikuga *2* (joon. 15).



Joon. 15. Alumise jaotusega suletud madalrõhuauruküttesüsteem:

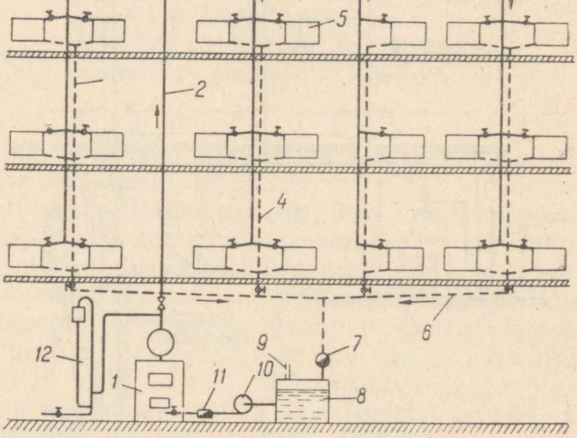
1 — aurukatel; *2* — aurutorustik; *3* — aurupüstik; *4* — kondensaadipüstik; *5* — küttekeha; *6* — kondensaadimagistraal; *7* — õhutoru; *8* — sifoon; *9* — torulukk.

teine ots kondensaadimagistraaliga *6*. Punktis *a* mõjuva aururõhu toimel surutakse veesammas sifooni parempoolses 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.

Sifooni puhastamise võimaldamiseks varustatakse ta allosas korgiga.

Auru rõhul 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-



Joon. 16. Katkestatud madalrõhu-auruküttesüsteem:
1 — aurukatel; *2* — aurumagistraal; *3* — aurupüstik; *4* — kondensaadipüstik; *5* — küttekeha; *6* — kondensaadimagistraal; *7* — kondenspott; *8* — kondensaadipaak; *9* — õhutoru; *10* — toitepump; *11* — tagasilöögiklapp; *12* — torulukk.

rõhkudel, praktiliselt mitte üle 0,2 atü. Kõrgematel rõhkudel tuleks tunduvalt suurendada katlamaja sügavust, et ülessurutava vee tase ei ulatuks alumise korruse küttekehadeni. Katlamaja sügavuse suurendamine pole aga enamikul juhtudel teostatav ega otstarbekas. Seepärast aururõhkudel üle 0,2 atü kasutatakse katkestatud süsteeme (joon. 16).

Viimastes voolab kondensaat kondensaadimagistraalist *6* kondensaadipaaki *8*, kust ta toitepumbaga *10* (vt. p. 45) antakse katlasse. Et pumba seisakutel aur ei suruks vett katlast tagasi kondensaadipaaki, asetatakse pumba ja katla vahele tagasilöögiklapp *11* (vt. p. 19), mis võimaldab veel liikuda ainult katla suunas. Õhk eemaldatakse süsteemist kondensaadipaagi kaanes oleva õhutoru *9* kaudu.

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

Katla töörõhk 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.

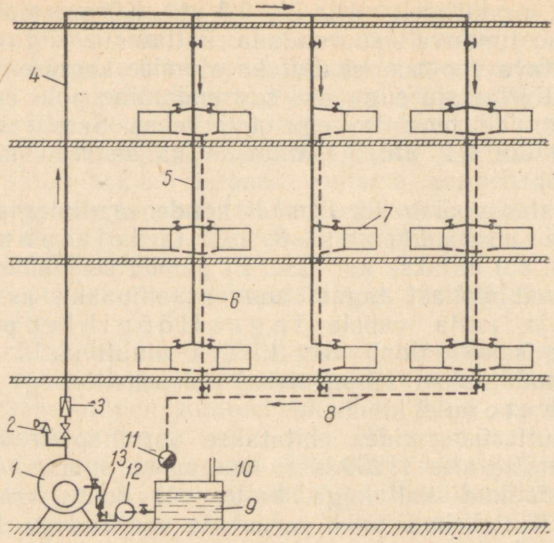
Olenevalt kaugusest valitakse aururõhk:

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. 17) 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 konden-



Joon. 17. Kõrgrõhu-auruküttesüsteem:
1 — aurukatel; *2* — kaitseklapp; *3* — reduktsiooniklapp; *4* — aurutorustik; *5* — aurupüstik; *6* — kondensaadipüstik; *7* — küttekeha; *8* — kondensaadimagistraal; *9* — kondensaadipaak; *10* — õhutoru; *11* — kondenspott; *12* — toitepump; *13* — tagasilöögiklapp.

saadimagistraalist kondensaadipaaki *9* ja sealt toitepumba *12* abil katlasse *1*. Pumba ja katla vahele asetatakse tagasilöögiklapp *13*.

Kõrgerõhuline aur ei jõua täielikult kondenseeruda küttekehades. Seetõttu on kondensaaditorustik täidetud kondensaadi ja auru seguga. Et vältida auru sattumist kondensaadipaaki, asetatakse kondensaaditorustikule kondenspott *11*.

Kõrgrõhu-auruküttesüsteemid tuleb ehitada ülemise jaotusega, et vältida püstikutes auru ja kondensaadi vastupidist liikumist.

14. Kombineeritud küttesüsteemid

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

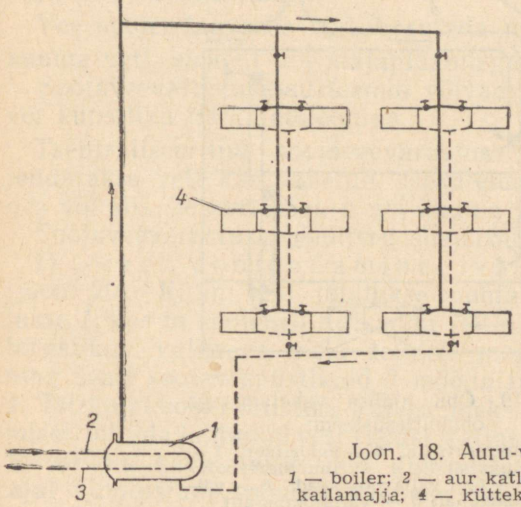
Auru-vesiküttesüsteemi kasutatakse sel juhul,

kui põhiliseks soojuskandjaks on aur, kuid üksikute hoonete (elamute, ambulatooriumide, kontoriruumide jt.) küttеks tuleb soojuskandjana kasutada vett.

Auru-vesiküttesüsteem (joon. 18) kujutab endast tegelikult loomuliku või sundtsirkulatsiooniga töötavat vesiküttesüsteemi, milles katel on asendatud köetavasse hoonesse paigutatud boileriga *1*. Viimane on terassilinder, millesse on asetatud terasest või messingist siugtorud. Aur katlamajast siseneb 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 vee rõhu 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. 18. Auru-vesiküttesüsteem:
1 — boiler; *2* — aur katlamajast; *3* — kondensaat katlamajja; *4* — küttekeha; *5* — paisumispaak.

15. 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. 22), mida köetakse kas auru või kuuma veega.

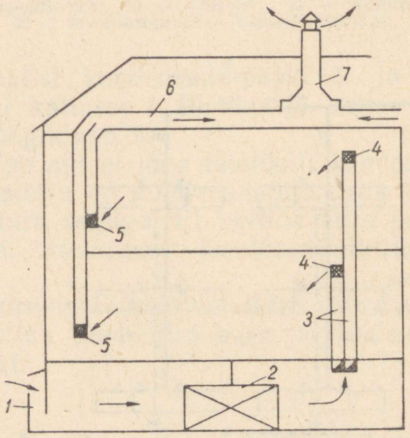
Õhuküttesüsteemid võivad olla:

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 19 on kujutatud õhu alalise vahetamisega õhuküttesüsteem. Värske õhk, mis juhitakse sisse läbi õhuvastuvõtja *1*, soojendatakse keldrikorrusel asetsevas kalori-



Joon. 19. Õhu alalise vahetamisega õhuküttesüsteem:

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

feeris *2* ning juhitakse kanaleid *3* mööda läbi žalusiirestiga või metallvõrguga varustatud ava *4* ruumi. Tarvitatud õhk eemaldub ruumist avade *5*, väljatõmbekanali *6* ja väljatõmbešahti *7* kaudu atmosfääri. Õhuvahetus toimub värske ja tarvitatud õhu mahukaalude erinevuse arvel.

Õhukanalid ehitatakse seintesse. Suurema tegevusraadiusega õhuküttesüsteemides, kus õhu loomulik tsirkulatsioon võib osutada mitteküllaldaseks, kasutatakse ventilaatoreid.

Õhuküttesüsteeme iseloomustab ehituse ja ekspluatatsiooni 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.

16. Soojaveevarustus

Sooja vett vajatakse elamutes majapidamistarbeks (vannid, duššid, 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.

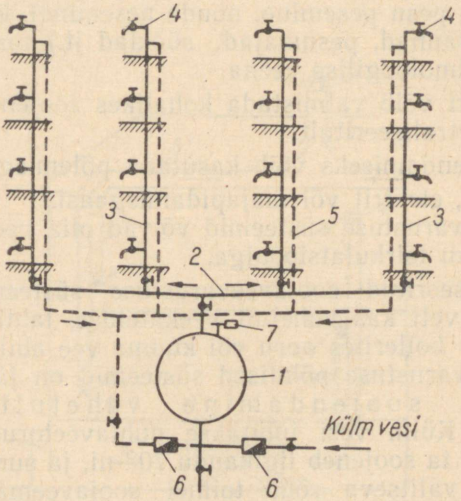
Soojaveevarustuse põhilised süsteemid on järgmised:

1) vee soojendamine vahetult katlas (joon. 20). Külm 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 jm.). Külmavee-, samuti ka tsirkulatsioonitorustikule asetatakse tagasilöögiklapid *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.

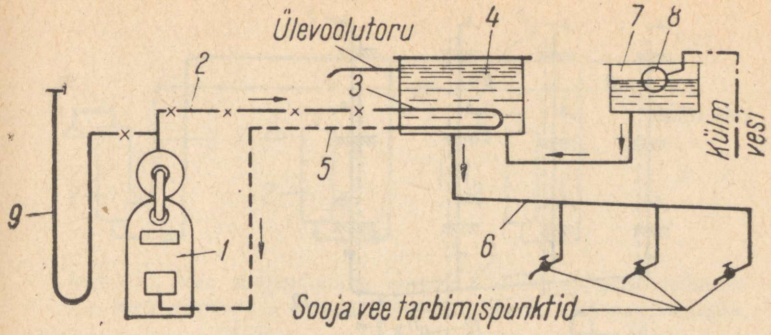
Külm vesi juhitakse katlasse külmaveetorustikus valitseva rõhu toimel, käsipumbaga või mehaanilise pumbaga (vt. p. 45).

2) vee soojendamine paagis auruga (joon. 21). Aur liigub katlast *1* aurutorustiku *2* kaudu siugtorudesse *3*, mis on paigaldatud pööningul asetsevasse soojaveepaaki *4*; kondensaat voolab toru *5* kaudu katlasse tagasi. Soojendatud vesi juhitakse paagist toru *6* kaudu veetarbimise kohtadesse. Külm vesi siseneb soojaveepaaki



Joon. 20. Vee soojendamine vahetult katlas:

1 — veekatel; *2* — soojaveemagistraal; *3* — soojaveepüstik; *4* — sooja vee tarbimispunkt; *5* — tsirkulatsioonitorustik; *6* — tagasilöögiklapp; *7* — kaitseklapp.

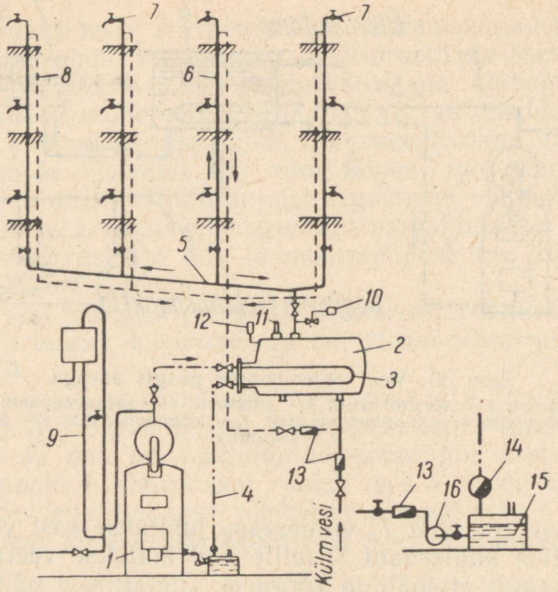


Joon. 21. Vee soojendamine paagis auruga:
1 — aurukatel; *2* — aurutorustik; *3* — siugtoru; *4* — soojaveepaak; *5* — kondensaaditorustik; *6* — soojaveetorustik; *7* — külmaveepaak; *8* — kuulkraan; *9* — torulukk.

4 külmaveepaagist *7*; viimasesse juhitakse vesi veetorustikust läbi kuulkraani *8*, mille abil hoitakse veetase külmaveepaagis ettenähtud kõrgusel. Ületäitmise vältimiseks on soojaveepaagil ülevoolutoru. Katelt täidetakse külmaveetorustikust (pole joonisel näidatud) selles valitseva rõhu toimel või pumba abil;

3) vee soojendamine boileris auruga (joon. 22). Vee soojendamiseks kasutatav aur juhitakse siin aurukatlast *1* boileris *2* asuvasse siugtorustikku *3*; kondensaat juhitakse toru *4* kaudu kondenspaaki *15* ja sealt pumba *16* abil tagasi katlasse. Kondensaadipaak varustatakse õhutoruga, mida mööda kondensaadiga kaasa toodud õhk eemaldub atmosfääri.

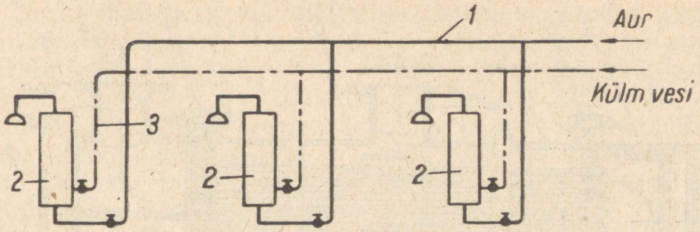
Et kasutada aurus peituvat aurustussoojust boileris oleva vee soojendamiseks, varustatakse kondensaaditorustik kondenspotiga *14*, mis laseb läbi kondensaati, takistab aga auru läbivoolu. Boileris on soe vesi puhtaveetorustikus valitseva rõhu all. Boilerist juhitakse soe vesi tarbimispunktidesse *7*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



Joon. 22. 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.

4) vee soojendamine individuaal-eelsoojendites (joon. 23). Väiksemates tööstuslikes seadmetes kasutatakse tehase katlamajast tulevat auru vahetult vee soojendamiseks individuaal-eelsoojendites. Aur liigub katlamajast aurutorustikku *1* mööda eelsoojenditesse *2*, kuna soojendatav külm vesi saabub torustikku *3* mööda.

Joonisel 24 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.

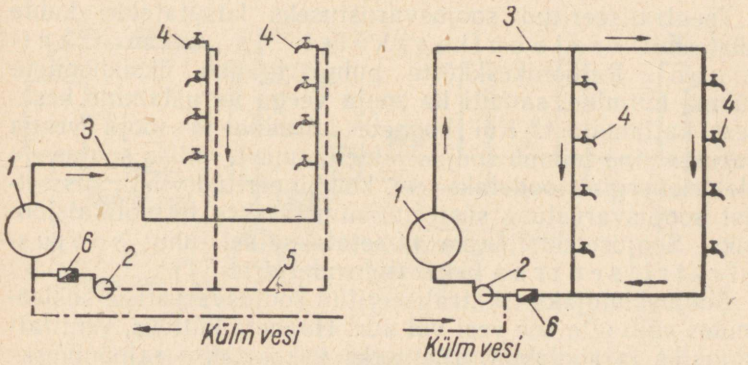


Joon. 23. Vee soojendamine auruga individuaal-eelsoojendites:
1 — aurutorustik; *2* — individuaal-eelsoojendi; *3* — külmaveetorustik.

Vasakpoolsel skeemil on pump ette nähtud ainult sooja vee tsirkuleerimiseks, parempoolsel skeemil nii sooja vee tsirkuleerimiseks kui ka külma vee juurdeandmiseks. Selliseid süsteeme kasutatakse juhtudel, kui sooja vett tarbitakse kaugel selle valmistamise kohast.

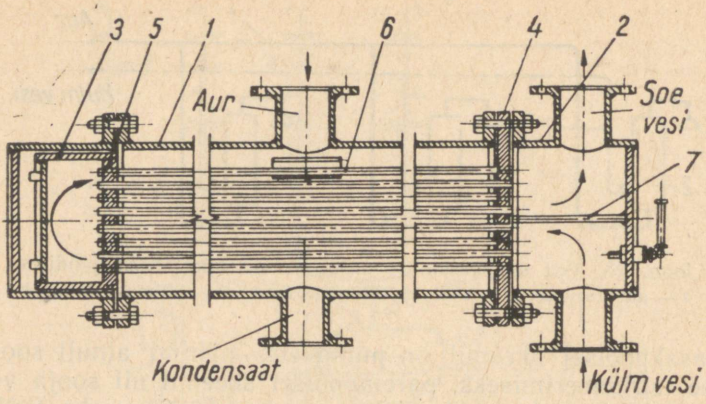
Joonisel 25 on kujutatud soojaveevarustuses kasutatav auruga köetav veesoojendi (boiler). Viimane koosneb silindrilisest kerest *1*, millele on mõlemas otsas äärikute abil kinnitatud veekambrid *2* ja *3*. Kere torulaudadesse *4* ja *5* on valtsitud torud *6*, mis moodustavad veesoojendi küttepinna. Kambris *2* on vahesein, mis suunab külma vee veesoojendi alumistesse torudesse.

Aur voolab boilerisse ülevalt, kondensaat väljub alt. Kondensaaditorustikule on asetatud kondenspott, mis



Joon. 24. Soojaveevarustuse skeem pumpvirgutusega:
1 — veekatel; *2* — tsirkulatsioonipump; *3* — soojaveetorustik; *4* — sooja vee tarbimiskoht; *5* — tsirkulatsioonitorustik; *6* — tagasilöögiklapp.

TRÜ Raamatukogu



Joon. 25. Veesoojendi (boiler):
1 — kere; *2, 3* — veekambrid; *4, 5* — torulauad; *6* — toru; *7* — vahesein.

takistab auru läbivoolu. Veesoojendi on varustatud vastava armatuuriga: sulgventiilidega või siibritega, manomeetriga, termomeetriga ja kaitseklappide või torulukuga.

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

17. Üldmõisteid tsentraliseeritud soojusvarustusest

Tsentraliseeritud soojusvarustuseks kasutatakse kahte süsteemi: rajoonikeskkütet ja termofikatsiooni. Rajoonikeskkütte puhul toimub üksikhoonete rühma kütmine, samuti ka sooja veega varustamine keskset 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).

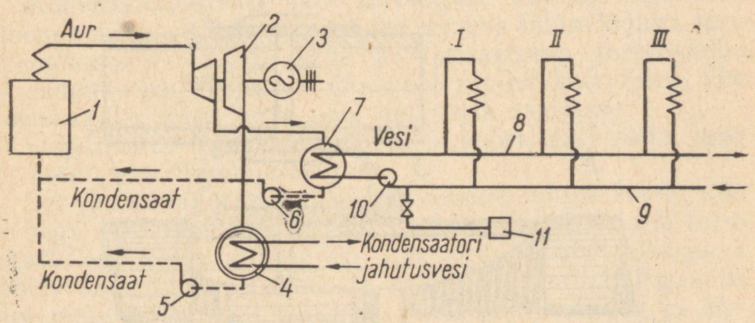
Soojuskandjaks tsentraliseeritud soojusvarustuse süsteemides võib olla soe vesi või aur. Hoonete kütteks, ventilatsiooniks ja soojaveevarustuseks kasutatakse rajoonikeskkütte puhul vett temperatuuriga kuni 95° ja madalarõhulist auru, termofikatsiooni puhul aga ülekuumendatud vett temperatuuriga kuni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

Termofikatsiooni põhimõtteline skeem on toodud joonisel 26. Aurukatlas *1* toodetud aur juhitakse eritüüpi auruturbiini (nn. termofikatsiooni-turbiini) *2*, mis paneb liikuma elektrigeneraatori *3*. Töötanud aur rõhuga 0,03—0,04 ata juhitakse turbiinist kondensaatorisse *4*, kus ta kondenseerub veeks-kondensaadiks. Viimane viiakse toitepumba *5* abil katlasse tagasi. Suurem osa auru, mis võetakse turbiini vahepealsest astmest, juhitakse boilerisse *7*, mida läbides ta soojendab selles olevat vett. Aurust tekkiv kondensaat viiakse pumba *6* abil katlasse tagasi. Soe vesi boilerist juhitakse torustiku *8* kaudu soojustarbijatele *I*, *II*, *III* jne. Jahtunud vesi kohalikest süsteemidest juhitakse 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. 26. 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.

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

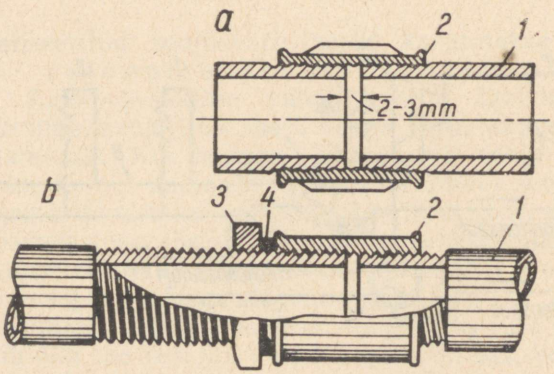
V. KESKKÜTTESÜSTEEMIDE PÕHIELEMENDID

18. Torustik

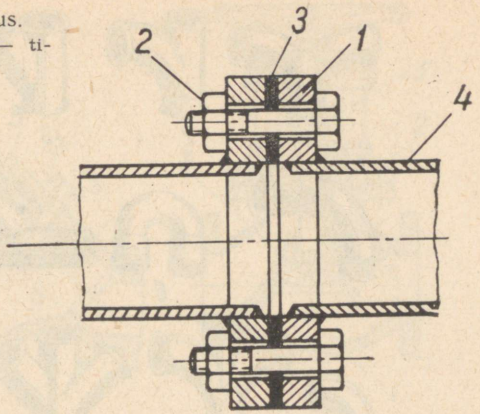
Keskküttetorustik monteeritakse gaasi- ja keevitatud või tõmmatud terastorudest. Torude läbimõõdu puhul 76 mm (3 tolli) kasutatakse gaasitorusid, üle selle aga keevitatud või tõmmatud torusid.

Gaasitorusid mõõdetakse siseläbimõõdu, keevitatud ja tõmmatud torusid välisläbimõõdu järgi.

Gaasitorud on paksema seinaga, neid saab keermetada ja nad ühendatakse torumuhvide abil (joon. 27). 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 tsinkvalgega immutatud asbestnööri. Keevitatud ja tõmmatud torud ühendatakse tavaliselt keevitamise teel. Äärikühendust (joon. 28) kasutatakse ainult armatuuri paigaldami-



Joon. 27. Gaasitorude ühendamine torumuhvide abil:
a — koha peal lahtivõetamatu ühendus; *b* — koha peal lahtivõetav ühendus; *1* — gaasitoru; *2* — muhv; *3* — kontramutter; *4* — tihend.



Joon. 28. Äärikühendus.
1 — äärik; *2* — polt; *3* — tihend; *4* — toru.

seks 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.

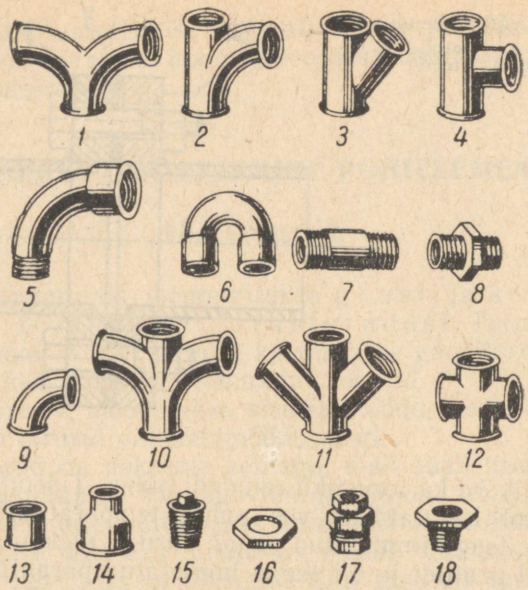
Torustike käänakuteks ja hargnemisteks kasutatakse toruliitmikke (fitinguid), mis gaasitorude puhul on tempermalmist ja sisekeermega, keevitatud ning tõmmatud torude puhul aga harilikust valumalmist ning äärikutega.

Põhilised toruliitmikud gaasitorudele on toodud joonisel 29.

Muhve kasutatakse kahe ühesuguse läbimõõduga toru ühendamiseks, siirdemuhve kahe erineva läbimõõduga toru ühendamiseks, niplit kahe kõrvutiasetseva 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, pikkusega 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 seejärel muhv. Edasi asetatakse toruotsad vastamisi ja keeratakse muhv tihedasti kuni lühema keerme lõpuni. Muhvi vastu keeratakse kontramutter, mille ette on mähitud tihend (joon. 27).



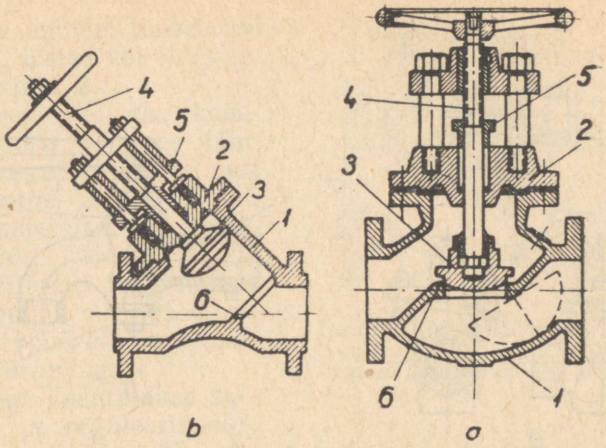
Joon. 29. Toruliitmikud gaasitorudele:
1, 2, 3, 4 — kolmikud; *5, 6, 9* — poognad; *7, 8* — niplid; *10, 11, 12* — toruristmikud; *13* — torumuhv; *14* — siirdemuhv; *15* — kork; *16* — kontramutter; *17* — ühendusmutter; *18* — vähendustükk.

19. Torustiku armatuur

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

Ventiile kasutatakse sulgemis- või reguleerimisorganitena vee ja auru jaoks. Ventiil (joon. 30) koosneb kerest *1* koos äärikutega, kaanest *2*, vaheseinast koos klapipesaga *6*, klapist *3*, mis on ühendatud spindliga *4*, ja käsirattast. Auru või vee läbiimbumist spindli ja kaane vahelt takistab tihenduspuks *5*. Tihendina kasutatakse vee puhul tavotiga immutatud linakiude, auru puhul grafiidiga ülehõõrutud asbestnööri.

Käsiratta keeramisel ühele või teisele poole spindel koos



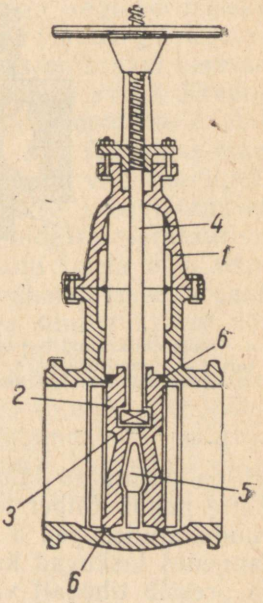
Joon. 30. Ventiilid:
a — normaalventiil; *b* — kaldventiil; *1* — kere; *2* — kaas; *3* — klapp; *4* — spindel; *5* — tihenduspuks; *6* — klapipesa.

klapiga kas tõuseb või langeb ning avab või suleb läbivoolu.

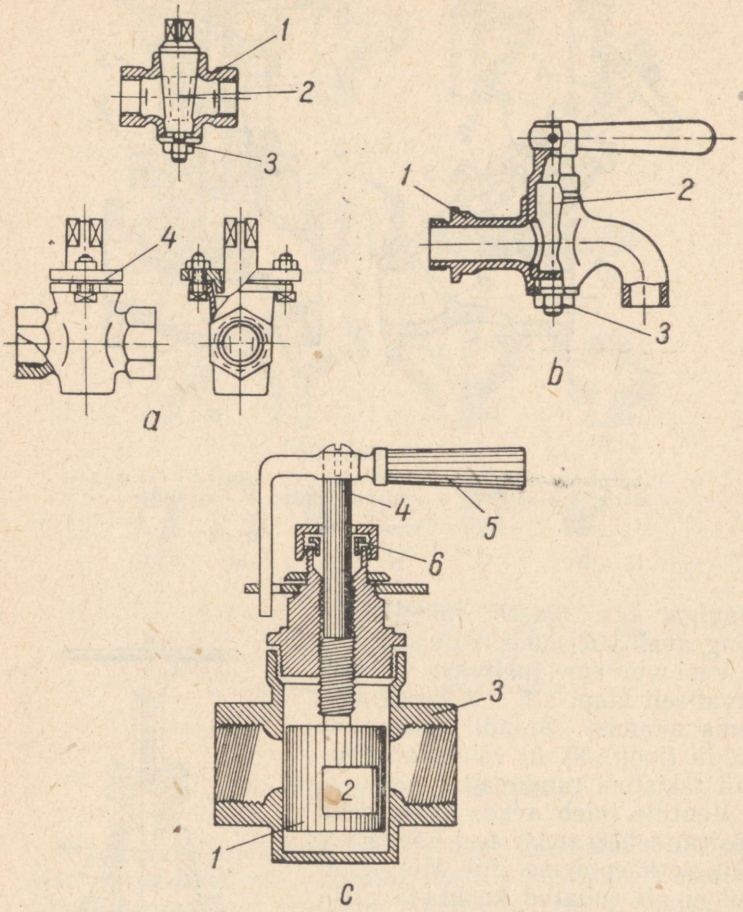
Vesi või aur juhitakse ventiili tavaliselt klapi alt, mis kergendab tema avamist. Spindli asetamine kaldu (joon. 30, *b*) vähendab ventiili takistust tunduvalt.

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 suureläbimõõdulistel vee- ja aurutorustikel. Joonisel



Joon. 31. Siiber:
1 — kere, *2* — ketas; *3* — spindlipea; *4* — spindel; *5* — kiil; *6* — pronksrõngas..

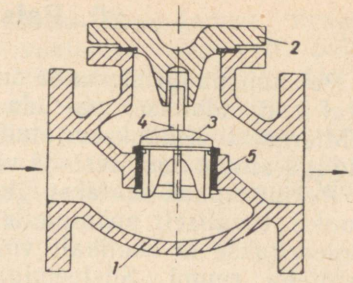


Joon. 32. Kraanid:
a — läbivoolukraan; *b* — otsakraan; *1* — kere; *2* — kork; *3* — kinnitusmutter; *4* — tihenduspuks; *c* — kahekordse reguleerimisega kraan; *1* — kann; *2* — läbivooluava; *3* — kere; *4* — spindel; *5* — käepide; *6* — tihenduspuks.

31 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 kee-

ramisel spindel tõuseb või laskub, tõstes või langetades kettaid *2*.

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



Joon. 33. Tagasilöögiklapp.
1 — kere; *2* — kaas; *3* — klapp; *4* — klapi juhtvarras; *5* — klapipesa.

Kraane kasutatakse sulgemis- ja reguleerimisorganitena. Joonisel 32, *a* kujutatud läbivoolukraanid koosnevad kerest *1* ja koonilisest korgist *2*, mis on varustatud vee läbivooluavaga. Kraani kere ja korgi tööpinnad on hoolikalt lihvitud. Kraanikork kinnitatakse kerele kas mutri *3* abil, mis puhul ta on peenemast otsast keermetatud, või tihenduspuksi *4* abil. Joonisel 32, *b* on kujutatud otsakraan.

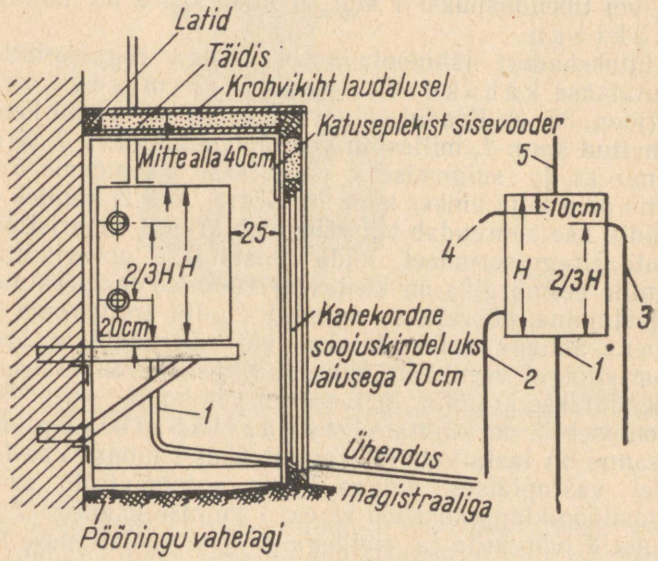
Küttekehadest läbivoolava vee hulga reguleerimiseks kasutatakse kahekordse reguleerimisega kraane (joon. 32, *c*). Kraani sulgevaks osaks on kraani keresse *3* lihvitud kann *1*, milles on vee läbivooluks ava *2*. Kraani avamiseks ja sulgemiseks pööratakse käepideme *5* abil kannu oma telje ümber kuni 90° võrra. Ava *2*, muutes oma asendit, kas suurendab või vähendab kraani vabaristlõiget. Montaažireguleerimisel, mida teostatakse prooviküttmisel ja mille eesmärgiks on köetavate ruumide temperatuuride ühtlustamine, pööratakse spindlit *4* mitu korda oma telje ümber. Sellega suurendatakse või vähendatakse kraani vabaristlõiget vertikaalpinnas, millega suurendatakse või vähendatakse kraanist läbivoolava vee hulka.

Joonisel 33 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.

20. Paisumispaak

Paisumispaagi ülesanne on võimaldada süsteemis olevat veel soojendamisel paisuda. Paisumispaak (joon. 34) 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 ²/₃ kõrgusele ühendatakse kontrolltoru (signaaltoru) *3*, mille teine, kraaniga varustatud ots viiakse katlamajas olevasse valamusse. Kontrolltoru abil kontrollib kütja vee-



Joon. 34. Paisumispaak:
1 — paisumistoru; *2* — tsirkulatsioonitoru; *3* — signaaltoru; *4* — ülevoolutoru; *5* — õhutoru.

seisu paagis enne süsteemi töösse rakendamist. Kraani avamisel peab kontrolltorust voolama välja vett. Selle puudumisel tuleb süsteemi täiendavalt veega täita. Paisumispaak 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 tuleb valida tabeli 7 kohaselt.

Tabel 7

Paisumispaagi torude läbimõõdud

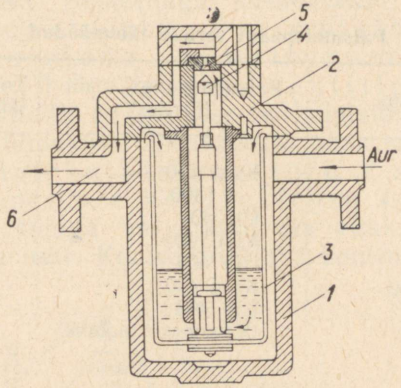
Toru nimetus	Paisumispaagi maht liitrites	Toru minimaalne läbimõõt tollides
Ülevoolutoru	Kuni 150	1¼
„	„ 400	1½
„	Üle 400	2
Paisumistoru	Kuni 400	1
„	Üle 400	1¼
Tsirkulatsioonitoru	Kuni 400	¾
„	Üle 400	1
Kontrolltoru	Olenemata mahust	½

21. Kondenspotid

Kondenspotid asetatakse auruküttesüsteemides kondensaadimagistraalile ja nende ülesanne on läbi lasta kondensaati, kuid takistada auru läbivoolu. Selle tulemusena on võimalik küttekehades täielikult ära kasutada aurus peituvat soojust, mis vastasel juhul läheb kaotsi. Lahtise ujukiga kondenspott (joon. 35) 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 klapiga ava *5* poti ülaosas. Kere täitumisel hakkab kondensaat voolama ujukisse, viimane muutub raskemaks, vajub alla ja vabastab ava *5*. Potti kogunenud kondensaat surutakse auru rõhu 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. 36) koguneb kondensaat kondenspoti parempoolsesse ülemisse ossa. Kondenspoti kere täitumisel kondensaadiga hakkab kuulujuk *1* ujuma ning avab hoova *2* abil siibri *3*, mille kaudu kondensaat surutakse auru rõhu toimel kondenspotist torustikku. Seejuures langeb ujuk allapoole ja väljumisava suletakse varem, kui kondenspott on jõudnud veest täieli-

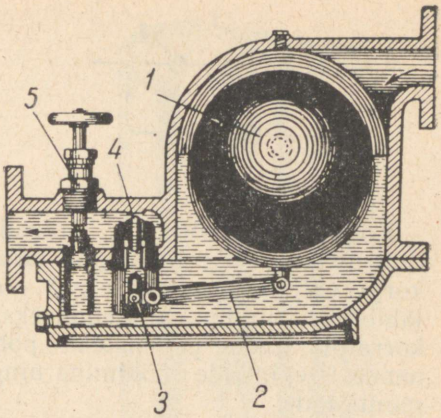


Joon. 35. Lahtise ujukiga kondenspott:
1 — kere; *2* — kaas; *3* — ujuk; *4* — kooniline klapp; *5* — ava; *6* — kanal.

kult 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.

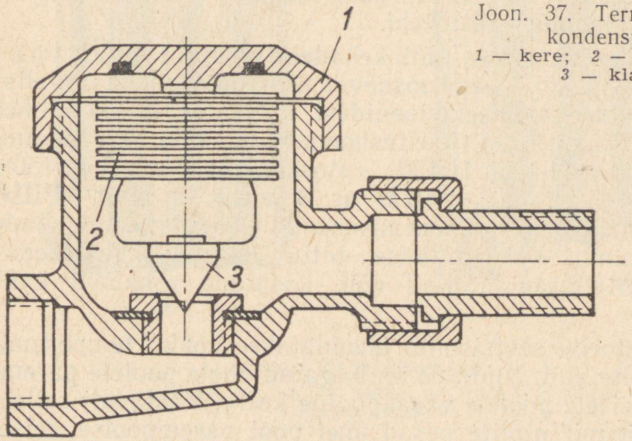
Joonisel 37 on kujutatud termostaadiga kondenspott. See koosneb malmkerest *1*, millesse on asetatud lõõtsakujuline metallplekist termostaat *2*. Viimasesse on valatud madala keemistemperatuuriga (90—95°) vedelikku. Termostaadiga on ühendatud klapp *3*, mis avab ja suleb kondensaadi väljavooluava. Kui kondenspotti satub koos kondensaadiga ka auru, tõuseb termostaadis oleva vedeliku

Joon. 36. Kinnise kuulujukiga kondenspott:

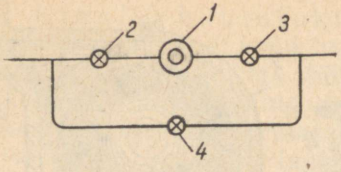


temperatuur ning intensiivistub ta aurustumine. Suurenenud rõhu tõttu termostaat pikeneb ning klapp *3* suleb väljavooluava. Kondensaadi jahtumisel 80—85°-ni vedeliku aurud termostaadis kondenseeruvad, termostaat lüheneb, klapp *3* tõuseb üles ja avab väljavooluava.

Kondenspotid tuleb varustada m ö ö d a v i i g u g a (joon. 38), mis võimaldab nende väljalülitamist puhastamiseks ning remondiks. Kondenspottide töötamisel ventiilid *2* ja *3* on avatud, ventiil *4* suletud.



Joon. 37. Termostaadiga kondenspott:
1 — kere; *2* — termostaat; *3* — klapp.



Joon. 38. Kondenspoti paigaldamine:
1 — kondenspott; *2*, *3*, *4* — ventiilid.

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 peamisteks põhjusteks on klappide ja nende istepindade sööbimine ning ujukiseinte ebatihedaks muutumine.

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

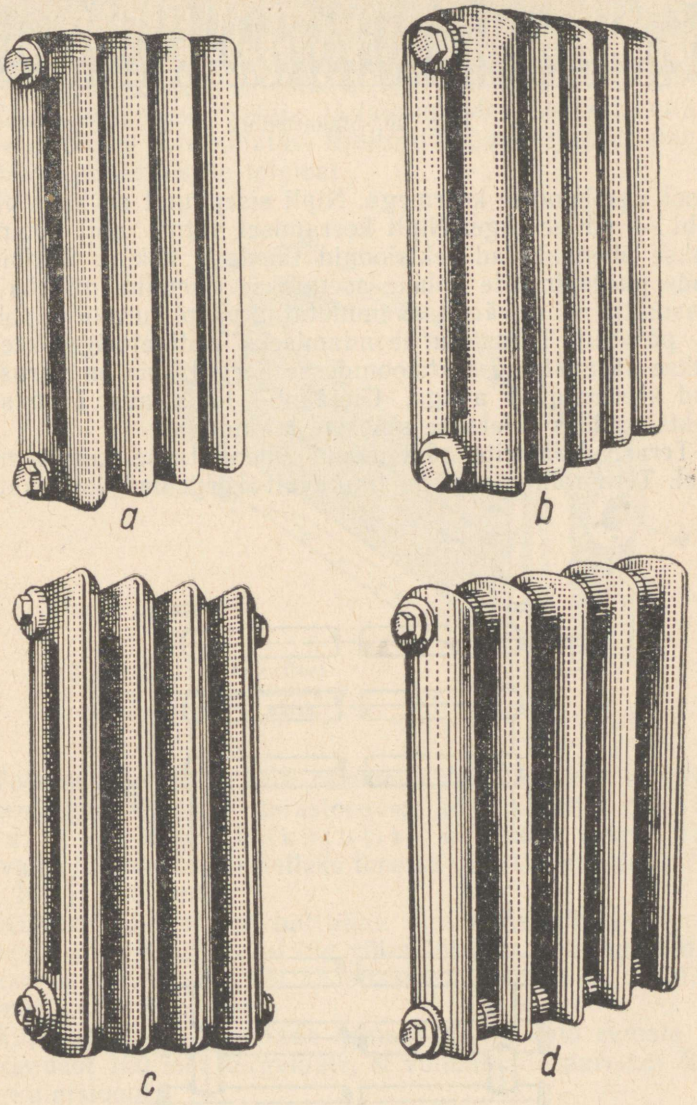
22. Küttekehad

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

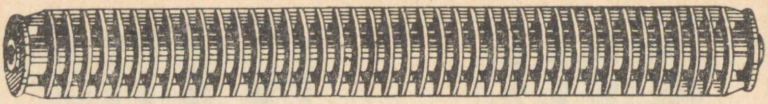
Keskküttesüsteemides kasutatakse järgmist tüüpi küttekehi: malm- ja terasradiaatoreid, malmribitorusid, siledatest torudest spiraali- või registrikujulisi küttekehi, kalorifeere. Nii vesi- kui ka auruküttesüsteemides kasutatakse üht ja sama tüüpi küttekehi.

Kõige levinumateks küttekehadeks on malmradiaatorid (joon. 39). Need koosnevad üksikutest siledapinnalistest õõnsatest malmsektsioonidest. Elamutes, ühiskondlikes hoonetes, samuti ka tööstushoonetes kasutatakse malmradiaatoreid H-136, H-150, «Moskva-132, «Moskva-150», ЛОР-150, ЛОР-300, «Polza» nr. 3 ja nr. 6 ning «РШ». Malmradiaatoreid «Гигиенический» kasutatakse nende hõlpsa tolmust puhastamise tõttu haiglates, lasteaedades jm. Malmradiaatoreid võib kasutada rõhkudel kuni 5 atü.

Radiaatorite sektsioonid ühendatakse kokku tempermalmist niplite abil. Niplitele on lõigatud ühele poolele parempoolne, teisele poolele vasakpoolne keere. Vastavalt sellele on sektsioonil niplite pesad ühel pool parempoolse, teisel



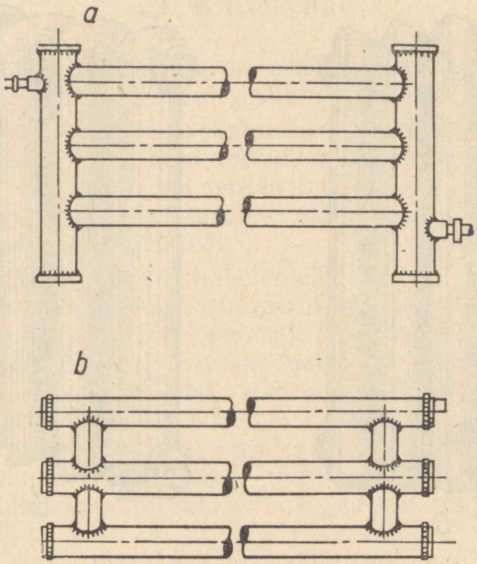
Joon. 39. Radiaatorid:
a — «Moskva-132»; *b* — Polza nr. 3; *c* — ЛОР-150; *d* — «Гигиенический».



Joon. 40. Malmribitoru.

pool vasakpoolse keermega. 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.

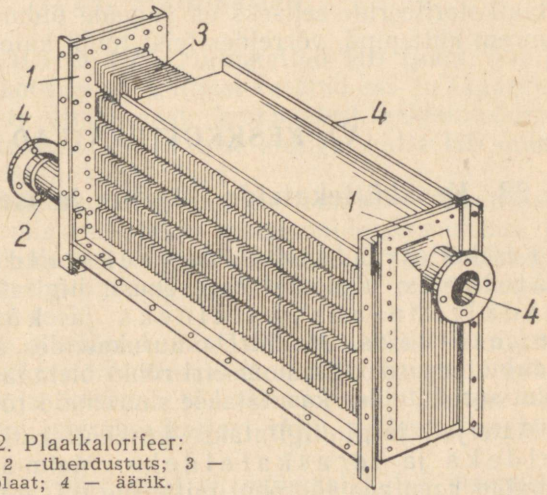
Terasradiaatorite sektsioonid ühendatakse keevitamise teel. Terasradiaatorid on tunduvalt kergemad kui malm-



Joon. 41. Siledatest torudest registrikujulised küttekehad:
a — aurule; *b* — veele.

radiaatorid, kuid nende puuduseks on suurem roostetamine.

Malmribitorud valmistatakse peamiselt ümmarguste ribidega (joon. 40). 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.



Joon. 42. Plaatkalorifeer:
1 — karp; *2* —ühendustuts; *3* — metallplaat; *4* — äärik.

Tööstushoonetes ja eriti tolmurikastes ruumides kasutatakse sageli siledatest terastorudest kokkukeevitatud spiraali- või registrikujulisi küttekehi (joon. 41). 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 siseseinte juurde, kuid välisseinast mitte kaugele.

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

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

Joonisel 42 kujutatud plaatkalorifeer koosneb kahest karbist *1*, mis on varustatud ühendustutsidega *2*.

Ühte karpi voolab aur või kuum vesi, teisest väljub kondensaat või jahtunud vesi. Karpide seintesse (torulaudadesse) on keevitatud terastorud, milledele 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

23. Keskküttekatelde liigitus ja iseloomustus

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

Materjali järgi liigitatakse keskküttekatlad malmkateldeks ja teraskateldeks. Malm-aurukatlaid on lubatud kasutada töörõhul 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-auruküttel ning vee temperatuuril üle 115°. Neid saab valmistada keevitamise teel. Katlakivi kõrvaldamine teraskatelde küttepindadelt on hõlpsam kui malmkatelde juures.

Keskküttekatla soojuslikku võimsust iseloomustab tema soojusjõudlus, mis näitab ühe tunni jooksul katlast saadavat soojushulka kilokalorites (kcal/h). Katla soojusjõudlus sõltub tema küttepinna suurusest 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 puhtusest.

24. Malmkatlad

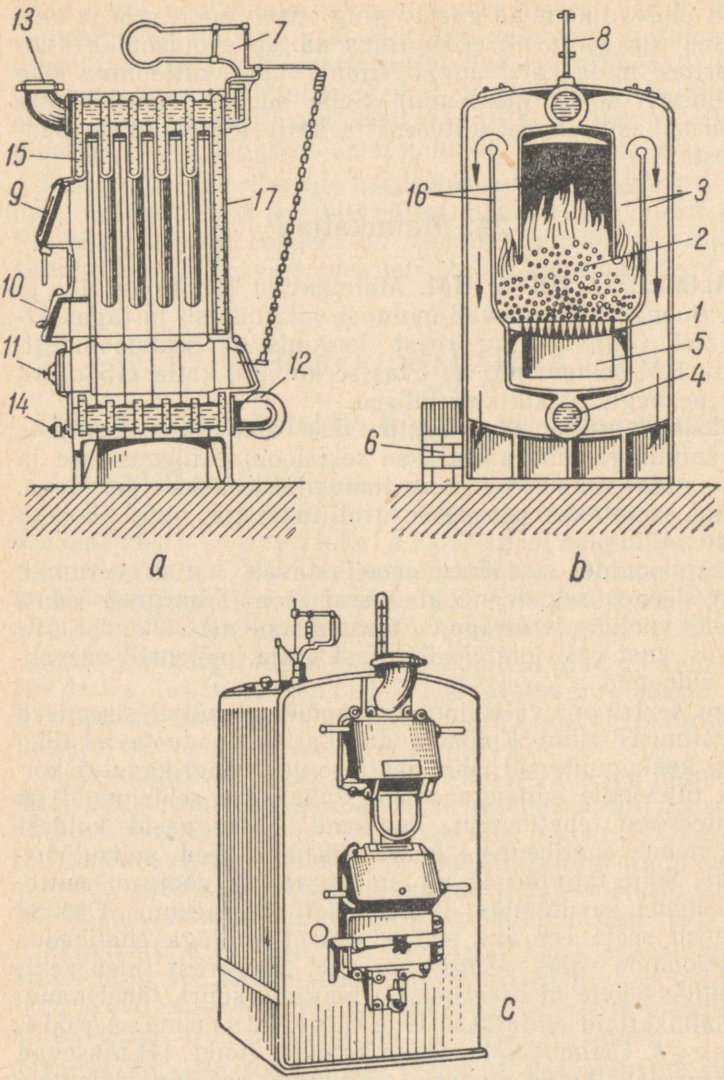
Malmkatlad НБ ja НМ. Malmkatlad НБ (joon. 43) ja НМ (joon. 44) koosnevad malmist valatud esi- ja tagasektsioonist (-lülist) ning reast keskmistest sektsioonidest. Katla НМ sektsioonid on ovaalse kujuga, katla НБ omad aga peaaegu ristkülikukujulised.

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.

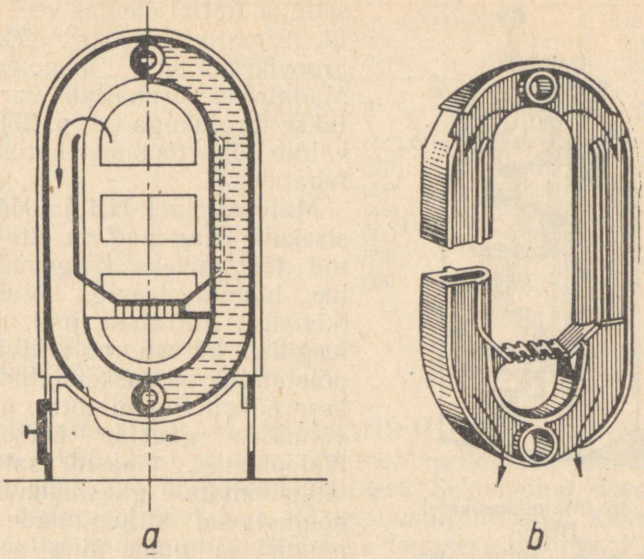
Iga sektsiooni välispinnal on mõlemal küljel sisemised ja välimised ribid. Kokkupandud katlal moodustavad tihedasti kokkupuutuvad ribid sektsioonide vahel kanalid koldest tulevatele suitsugaasidele. Juhul, kui sektsioonid on monteeritud ebatihedalt, voolavad suitsugaasid koldest läbi nende ebatiheduste kõige otsemat teed suitsulõõridesse. Selle tagajärjeks on suitsugaaside soojuse mittekülllaldane kasutamine ja suur kütuse ülekulu. Ühtlasi põlevad seejuures ära ribide servad, millega ebatihedus sektsioonide vahel veelgi suureneb. Seepärast tuleb sektsioonide õigele monteerimisele pöörata suurt tähelepanu.

Malmkatlaid ehitatakse ülemise ja alumise põlemisega. Ülemise põlemisega kateldes (joon. 44) tõusevad suitsugaasid kolde ülaossa, pöörduvad seejärel mõlemale poole alla ja, läbinud ribidevahelised kanalid, voolavad suitsulõõrisid mööda korstnasse. Alumise põlemisega kateldes (joon. 43) juhitakse suitsugaasid algul alla suitsukäiku. Tingituna suitsugaaside pikemast teest on soojuse kasutamine alumise põlemisega kateldes parem. Puudu-



Joon. 43. Malm-veekatel НБ:

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



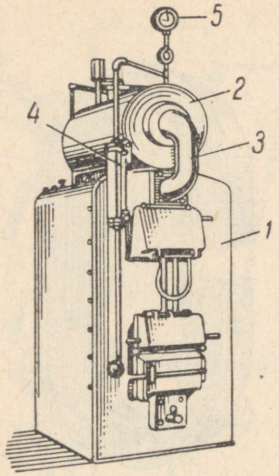
Joon. 44. Malm-veekatel HM:
a — ristlõige; *b* — keskmine sektsioon.

seks on aga sektsioonide ebaühtlane kuumenemine, mis võib põhjustada nendes pragude tekkimist. Seetõttu kasutatakse peamiselt ülemise põlemisega malmkatlaid.

Katla esisektsioonis on uksed 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 lendtuhast ja tahmast. Alla varisev tuhk ning tahm eemaldatakse läbi alumiste puhastusluukide. Katla töötamisel peavad puhastusluugid olema tihedasti suletud, et vältida väärõhu sissepääsu ja selle tagajärjel suitsugaaside ning katla küttepindade jahtumist.

Katelde НБ ja НМ kasutamisel aurukateldena (joon. 45) varustatakse need silindrilise aurukogujaga *2*, mis monteeritakse katla peale. Aurukoguja ühendatakse põlvikute *3* abil malmsektsioonide õõntega — katla veeruumiga. Peale



Joon. 45. Malm-aurukatel НБ:

1 — katel; *2* — aurukoguja; *3* — põlvik; *4* — veeseisunäitaja; *5* — manomeeter.

selle on katlal olemas veel vajalik armatuur, nagu veeklaas, proovikraanid, manomeeter. Madalrõhu-aurukatlad varustatakse torulukuga (vt. p. 27), mis väldib rõhu tõusmist katlas üle lubatava.

Malmkateldel НБ ja НМ on sisekolle ning nad on ette nähtud töötamiseks kõrgeväärtuslike, lühikese leegiga kütustega (kivisüsi, antratsiit jm.). Pikaleegiliste kütuste (põlevkivi jm.) põletamine on raskendatud väikese põlemisruumi tõttu, mis ei võimalda gaaside korralikku läbipõlemist. Gaasid, sattudes läbipõlematult gaasikäikudesse, põhjustavad küttepindade tahmumist ja tõmbe ning soojusülekande halvenemist. Põlevkivi põletamist raskendab veel selle suur tuhasisaldus.

Malm-veekatlaid НБ ja НМ võib kasutada veesamba rõhul kuni 3 atü, s. o. kuni 7-korruselistes hoonetes. Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on keskmiselt 6000—7000 kcal/m²h.

Katelde НБ ja НМ ehituslikke andmeid on toodud tabelis 8.

Tabel 8

Malmkatelde НБ ja НМ ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Küttepind m²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		Pikkus	Laius	Kõrgus	
		Katlad НБ			
5	8,9	595	900	2265[1]	1427
6	11,1	720	900	2265	1650
7	13,3	845	900	2265	1872
8	15,5	975	900	2265	2095
9	17,7	1095	900	2265	2326
10	19,9	1220	900	2265	2556
11	22,1	1315	900	2265	2690
12	24,3	1470	900	2265	3016

Sektsioonide arv	Küttepind m²	Ehituslikud mõõtmed			Katlakaal kg
		Pikkus	Laius	Kõrgus	
		Katlad HM			
6	5	793	600	1880[2]	1032
7	6	920	600	1880	1065
8	7	1047	600	1880	1247
9	8	1174	600	1880	1328
10	9	1301	600	1880	1410
11	10	1428	600	1880	1492
12	11	1555	600	1880	1573

[1] Katla kõrgus koos aurukogujaga
[2] Katla kõrgus aurukogujata

Malmkatel НР-Ч. Malmkatel НР-Ч (joon. 46) koosneb kahest Г-kujulisest poolest, mis monteeritakse kokku üksikutest õõnsatest malmsektsioonidest. Sektsioonid ühendatakse omavahel üleval ja all koonusniplite abil. Keskmised sektsioonid on piiratud esi- ja tagasektsiooniga. 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.

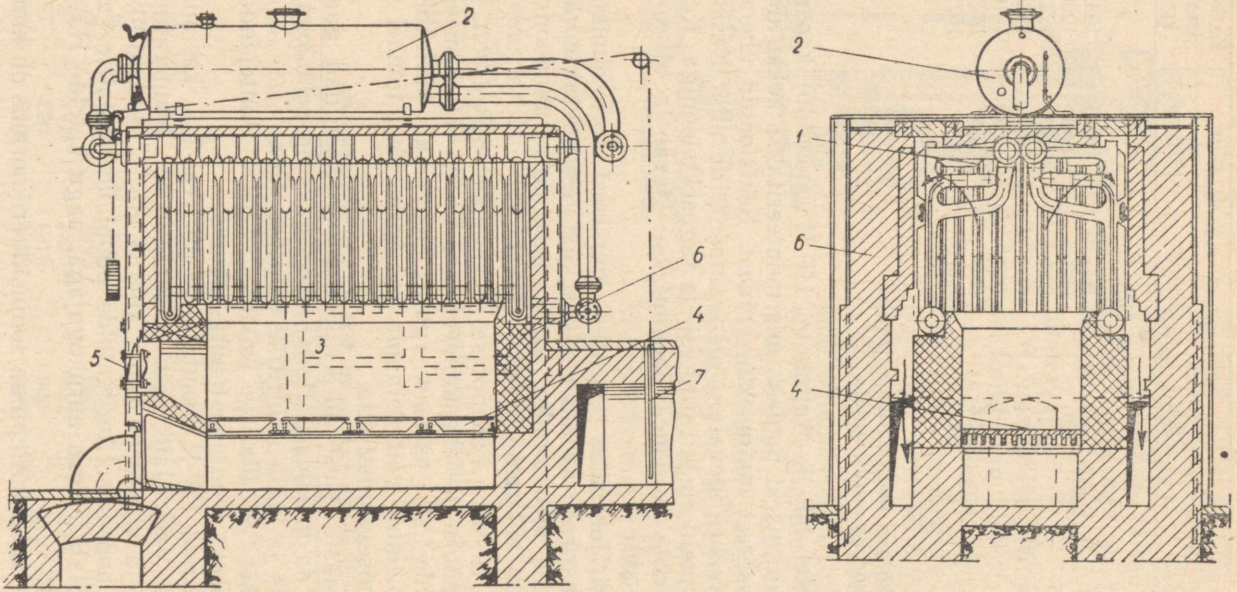
Katlad НР-Ч on kahepoolse — sümmeetrilise (joon. 46) — ja ühepoolse — ebasümmeetrilise (joon. 47) ehitusega. Sektsioonide all asetsev ruum moodustab küttekolde. Kütuse põlemine võib toimuda kas loomulikul tõmbel või õhu puhumisega resti alla.

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

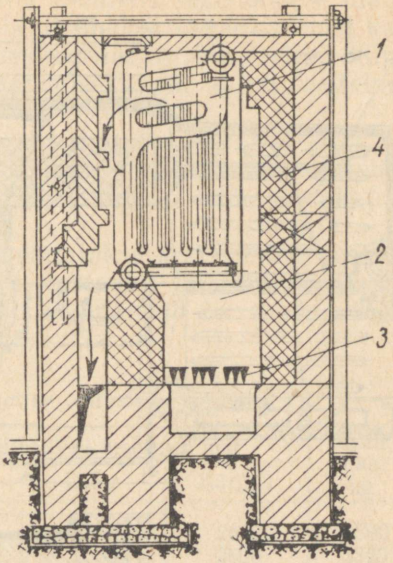
Müüritises on ülal ja esiküljel luugid küttepindade puhastamiseks lendtuhast ning tahmast.

Malmkatlaid НР-Ч 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 katelde НМ ja НБ puhulgi.

Katelde НР-Ч küttepinna soojuslik erikoormus on kunst-



Joon. 46. Kahepoolse ehitusviisiga malm-aurukatel НР-Ч:
1 — katla sektsioon; *2* — aurukoguja; *3* — kolle; *4* — rest; *5* — koldeuks; *6* — katla müüritis; *7* — siiber.



Joon. 47. Ühepoolse ehitusviisiga malmkatel НР-Ч:
1 — katla sektsioon; *2* — kolle; *3* — rest; *4* — katla müüritis.

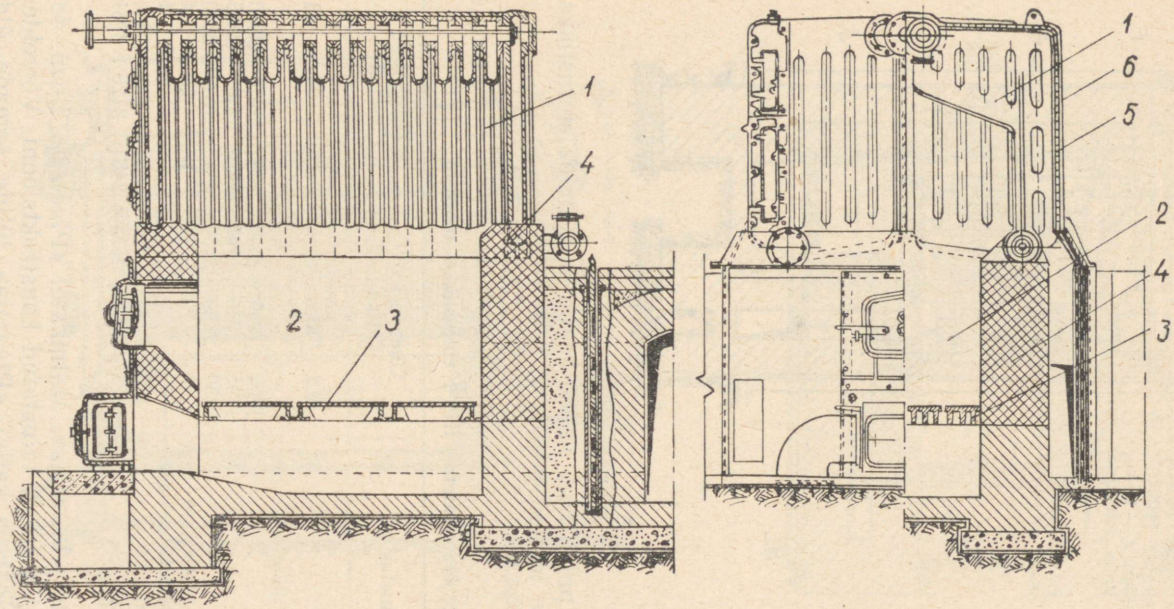
liku tõmbe puhul kuni 12 000 kcal/m²h. Katelde ehituslikke andmeid on toodud tabelis 9.

Tabel 9

Malmkatelde НР-Ч ehituslikke andmeid

Nimetus	Ühepoolsed katlad			Kahepoolsed katlad		
Küttepind m²	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	2630	2630
Keskmiste sektsioonide arv	6	10	14	18	26	34
Äärmiste sektsioonide arv .	2	2	2	4	4	4
Katla veemaht l	170	230	300	400	520	640
Katla kaal kg	972	1299	1625	2487	3126	3781

Malmkatel «Plaamja». Malmkatel «Plaamja» (joon. 48) kujutab katla НР-Ч täiustatud konstruktsiooni. Võrreldes katlaga НР-Ч on katlal «Plaamja» lülide samade üldmõõtmete juures suurem küttepind ning parem vee tsirku-



Joon. 48. Malmkatel «Plaamja»:
1 — katla sektsioon; *2* — kolle; *3* — rest; *4* — kolde müüritis; *5* — isolatsioon (asbestpapp); *6* — lehtterasest kate.

latsioon sektsioonides. Katla müüritis sektsioonide ulatuses 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 10.

Tabel 10

Malmkatelde «Plaamja» ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Küttepind m²	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» (joon. 49) koosneb kahest poolest, mis monteeritakse kokku õõnsatest malmsektsioonidest. Viimased ühendatakse omavahel niplite abil ja tõmmatakse kokku poltidega. Katla sektsioonid toetuvad kolde müüritisele.

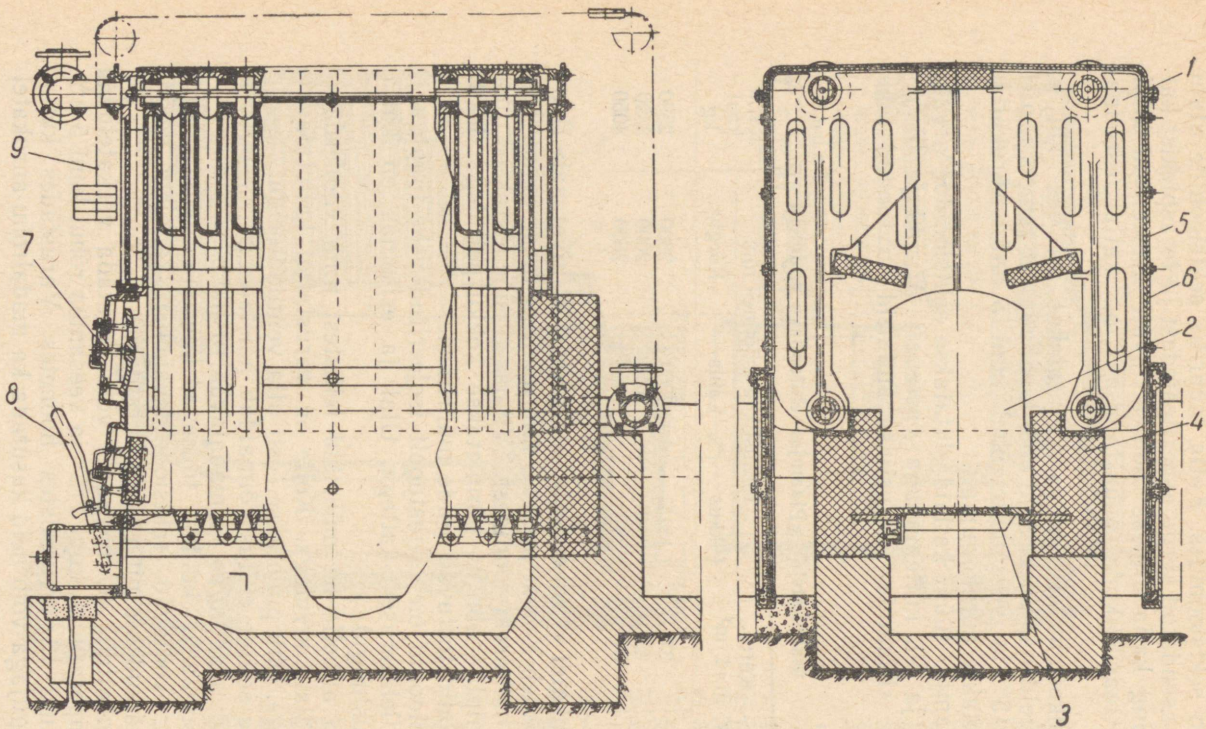
Sektsioonid on väljastpoolt isoleeritud asbestpapiga ja kaetud lehtterasest kattega. Ülal ja esiseinas on katlal puhastusluugid.

Katla allkolle on müüritud tellistest ning vooderdatud tulekindlate kividega. Kolle on varustatud kallutatavate restidega. Õhk puhutakse resti alla ventilaatoriga.

Kolde selline ehitus võimaldab põletada mitmesuguseid kütuseid, sealhulgas ka madalaväärtuslikke.

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

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



Joon. 49. Malmkatel «Universaal»:

1 — katla sektsioon; *2* — kolle; *3* — rest; *4* — kolde müüritis; *5* — isolatsioon (asbestpapp); *6* — lehtterasest kate; *7* — koldeuks; *8* — resti liigutamishoob; *9* — siibri käivitusseade.

Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on kuni 8000 kcal/m²h. Katla sektsioonide arv võib muutuda 12-st kuni 24-ni, millele vastavalt katla küttepind on 12—24,6 m².

Malmkatelde «Universaal» ehituslikke andmeid on toodud tabelis 11.

Tabel 11

Malmkatelde «Universaal» ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Küttepind m²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
		Pikkus	Laius	Kõrgus	
12	12	720	1370	1810	1979
14	14,1	845	1370	1810	1218
16	16,2	970	1370	1810	1346
18	18,3	1095	1370	1810	1480
20	20,4	1220	1370	1810	1613
22	22,5	1345	1370	1810	1747
24	24,6	1470	1370	1810	1880

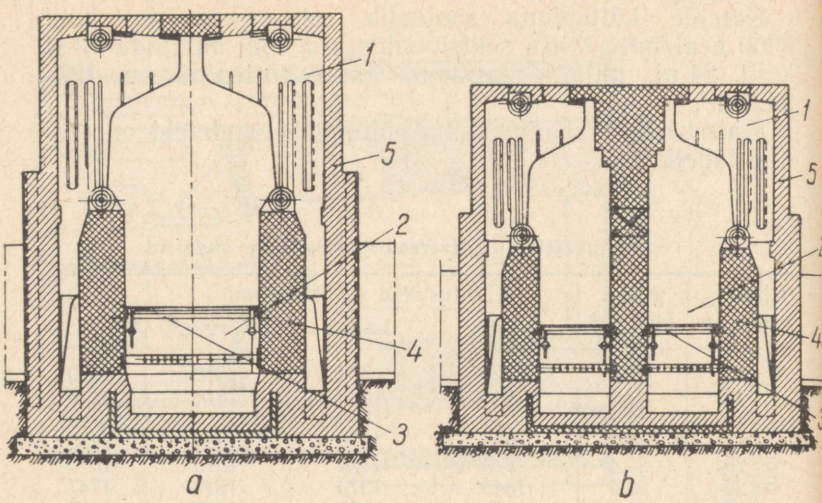
Malmkatel МГ-2. Malmkatel МГ-2 (joon. 50) koosneb Г-kujulistest õõnsatest malmsektsioonidest, mis ühendatakse omavahel kokku niplite abil. Katlad ehitatakse kas kahepoolsetena või ühepoolsetena, üksik- või plokkmüüritisega. Katla sektsioonid toetuvad kolde müüritisele. Väljastpoolt on sektsioonid ümbritsetud tellisvoodriga või asbestmassiga.

Katlad МГ-2 on ette nähtud vesiküttele vee temperatuuril kuni 115° ja veesamba rõhul kuni 5 atü. Varustades katlad aurukogujaga võib neid kasutada ka madalrõhuaurukateldena, rõhuga kuni 0,7 atü.

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

Katel on varustatud kallutatavate restidega ja puhumisseadmega. See võimaldab katelde МГ-2 kolletes põletada mitmesuguseid, sealhulgas ka madalaväärtuslikke kütuseid. Suitsugaasid tõusevad kolde ülaossa ja, pöördunud alla, läbivad sektsioonide ribidevahelisi kanaleid, andes oma soojuse üle lülide sees alt ülespoole liikuvale veele.

Tingituna küttepindade viimistletud kujust on katelde МГ-2 kasutegur, võrreldes teiste eespool kirjeldatud kateldega, kõrgem. Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on kuni 12 000 kcal/m²h.



Joon. 50. Malmkatel МГ-2:

a — kahepoolse ehitusviisiga; *b* — ühepoolse ehitusviisiga; *1* — katla sektsioon; *2* — kolle; *3* — rest; *4* — kolde müüritis; *5* — katla välisvooder (müüritis või asbestmass).

Malmkatelde МГ-2 ehituslikke andmeid on toodud tabelis 12.

Tabel 12

Malmkatelde МГ-2 ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Kütte-pind m²	Ehituslikud mõõtmed mm		
		Pikkus	Laius	Kõrgus
8	16,8	1840	1770	2000
12	25,2	2380	1770	2000
15	31,5	2740	1770	2000
16	33,6	1840	2490	2600
19	39,9	2020	2490	2600
22	46,2	2200	2490	2600
28	58,8	2560	2490	2600
32	67,2	2930	2490	2600
38	79,8	3290	2490	2600

25. Teraskatlad

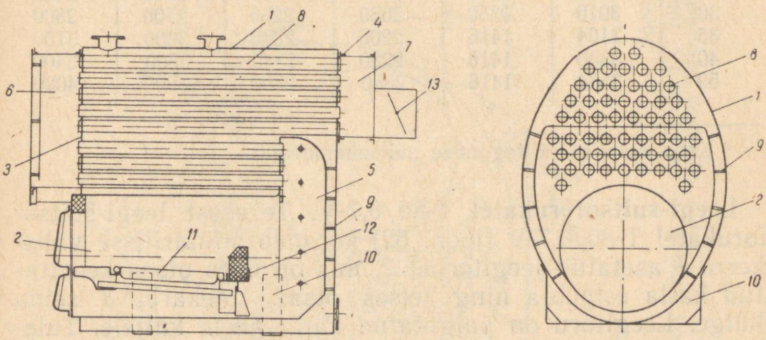
Leegi-suitsutorukatel «Armatuur». Eesti NSV-s on keskküttekatlana levinud terasest kolmekäiguline leegi-suitsutorukatel «Armatuur» (joon. 51). Viimane koosneb ovaalsesse väliskerre *1* asetatud leeegitorust *2*, mis on otstes keevitatud katla esipõhja *3* ja tulekarbi *5* külge. Tulekarbi seinad on sidestatud 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.

Uuema konstruktsiooniga kateldel ehitatakse 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 eesmisse suitsukambrisse *6* ja sealt ülemisi suitsutorusid mööda eest tagumisse suitsukambrisse *7* ning edasi suitsukäiku. Suitsukamber on varustatud luukidega torude puhastamiseks, järelevaatamiseks ja remondiks. Tagumises suitsukäigus on siiber *13* tõmbe reguleerimiseks.

Tahkekütust põletatakse leegitorru asetatud restil *11*.



Joon. 51. Leegi-suitsutorukatel «Armatuur»:
1 — katla kere; *2* — leegitoru; *3* — esipõhi; *4* — tagapõhi; *5* — tulekarp; *6* — eesmine suitsukamber; *7* — tagumine suitsukamber; *8* — suitsutoru; *9* — sidepolt; *10* — katlatugi; *11* — rest; *12* — tulemüür; *13* — siiber.

Madalaväärtuslike kütuste põletamiseks varustatakse katel eeskoldega.

Kolmekäiguliste leegi-suitsutorukatelde «Armatuur» küttepind on 18—50 m^2 ja neid kasutatakse nii auru- kui ka veekateldena. 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/m^2h. Katelde ehituslikke andmeid on toodud tabelis 13.

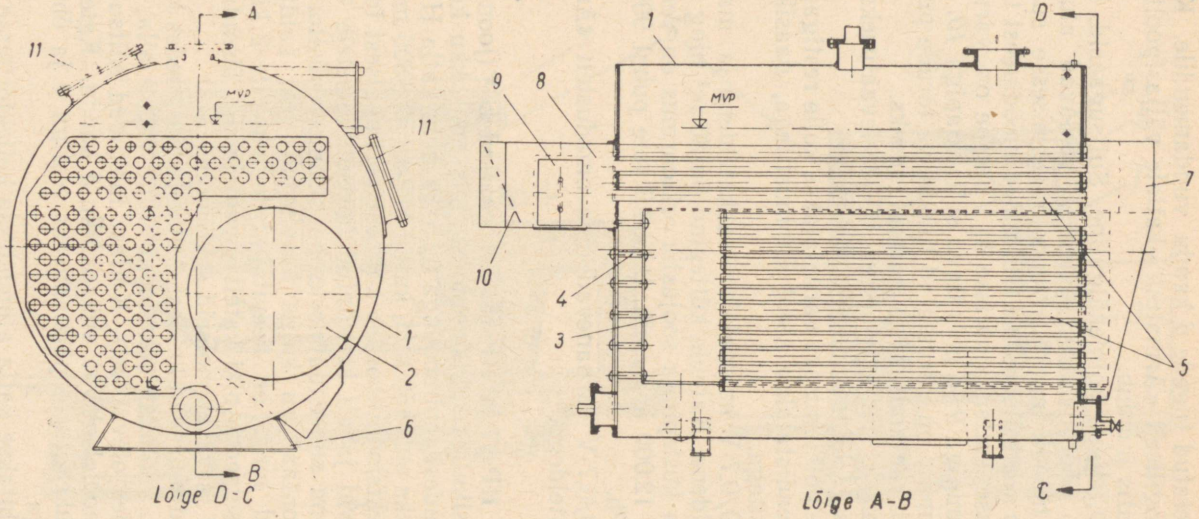
Tabel 13

Leegi-suitsutorukatelde «Armatuur» ehituslikke andmeid

Küttepind m^2	Ehituslikud mõõtmed mm				Katla kaal kg	
	Pikkus[1]	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. 52) koosneb silindrilisse väliskerre *1* asetatud leegitorust *2*, mis on ühes otsas keevitatud katla esipõhja ning teises otsas tulekarbi *3* seina külge. Leegitoru on paigutatud katla ühele küljele. Tulekarbi seinad on sidestatud katla tagapõhjaga ja kerega sidepoltide *4* abil. Suitsutorud *5* on valtsitud torulaudadesse, milleks on katla esi- ja tagapõhi ning tulekarbi esisein.



Joon. 52. 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.

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, järelevaatamiseks ja korrastamiseks.

Katla sisemiseks puhastamiseks ja järelevaatuseks 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 vedel- ja gaasiküttel 12 000 kcal/m²h, tahkekütuste puhul 9000—10 000 kcal/m²h.

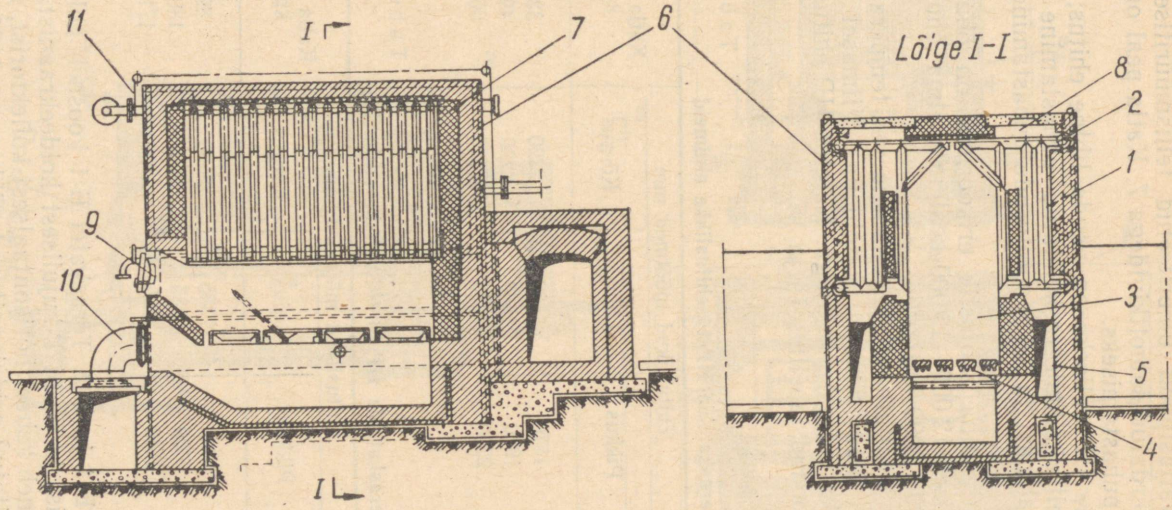
Katlad T-80/0,7-V sarnanevad oma omadustelt «Armatuur»-tüüpi kateldega.

Teraskatlad HP-17 ja HP-18. Teraskatlad HP (joon. 53) 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 horisontaaltoru külge keevitatud veel kaldtoru. Horisontaalsed torud on keevitatud kollektorite 2 külge. 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 olevat suitsukäiku *5* kaudu. Katel on varustatud tahkekütuste põletamiseks restiga *4* ja õhupuhumisseadmega.

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



Joon. 53. Teraskatel HP-18:

1 — vertikaaltoru; *2* — kollektor; *3* — kolle; *4* — rest; *5* — suitsulõõr; *6* — katla müüritis; *7* — šamottvooder; *8* — puhastusluuk; *9* — koldeuks; *10* — õhutoru; *11* — siibri käivitusseade.

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 lendtuhast ning tahmast ja sektsioonitorude puhastamine katlakivist.

Katelde küttepinna soojuslik erikoormus on õhupuhumise kasutamisel 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 14 ja 15.

Tabel 14

Teraskatelde HP-17 ehituslikke andmeid

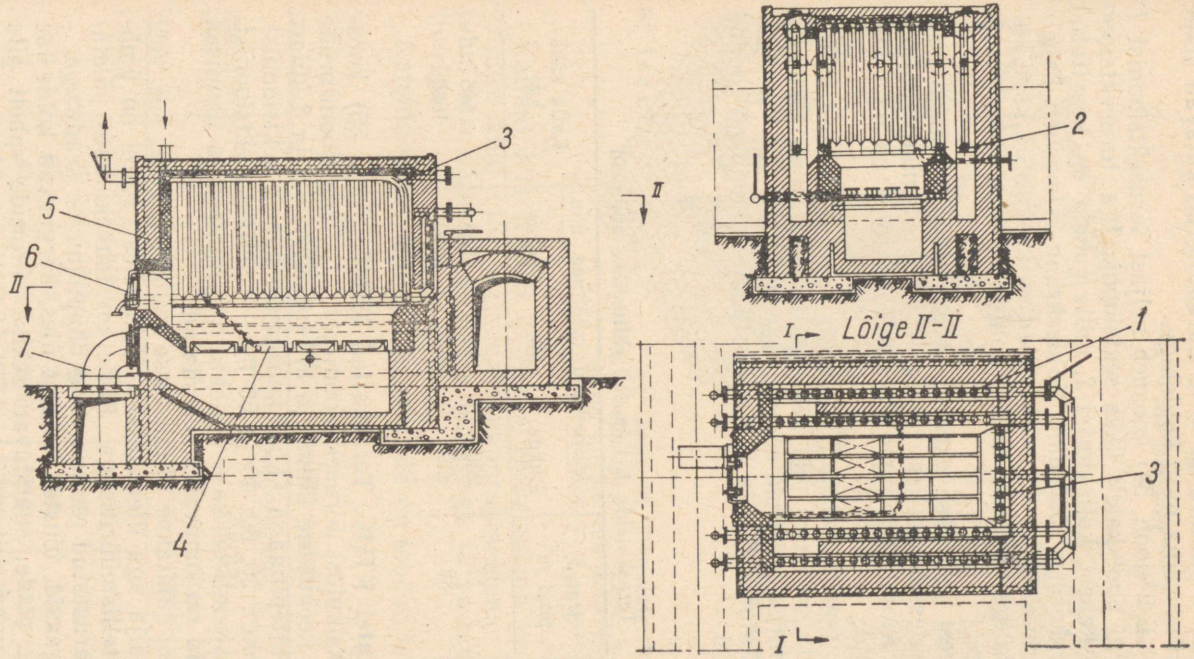
Küttepind m²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
	Pikkus	Laius	Kõrgus	
10	1570	1680	2220	330
15	1980	1680	2220	495
20	2390	1680	2220	660

Tabel 15

Teraskatelde HP-18 ehituslikke andmeid

Küttepind m²	Ehituslikud mõõtmed mm			Katla kaal kg
	Pikkus	Laius	Kõrgus	
26	2020	2385	2600	890
38	2580	2385	2600	1300
50	3140	2385	2600	1715

Teraskatlad Б-1 ja Б-2. Teraskatel Б-1 koosneb kolmest torusekstsioonist 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



Joon. 54. Teraskatel Б-2:

1 — torusektsioon; *2* — kollektor; *3* — koldeekraan; *4* — rest; *5* — müüritis; *6* — koldeuks; *7* — õhutoru.

keevitatud 6 painutatud toru. Ekraanitorud katavad kolde tagumist otsseina ning koldelage.

Katel Б-2 (joon. 54) 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 16.

Tabel 16

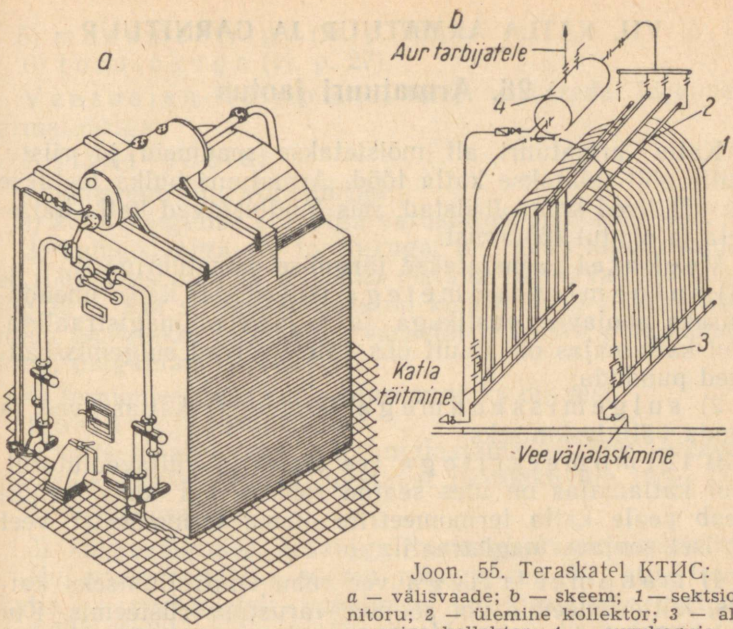
Teraskatelde Б-1 ja Б-2 ehituslikke andmeid

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. 55) koosnevad üksikutest torusektsioonidest *1*. Sektsioonitorude otsad on keevitatud üleval ja all kollektorite *2* ja *3* külge. Katlad küttepinnaga 11 m^2 koosnevad kahest sektsioonist, küttepinnaga 20, 30, 40 ja 50 m^2 — 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.

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



Joon. 55. Teraskatel КТИС:
a — välisvaade; *b* — skeem; *1* — sektsioonitoru; *2* — ülemine kollektor; *3* — alumine kollektor; *4* — aurukoguja.

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

Katelde КТИС ehituslikke andmeid on toodud tabelis 17.

Tabel 17

Teraskatelde КТИС ehituslikke andmeid

Sektsioonide arv	Kütte-pind m²	Ehituslikud mõõtmed mm				Aurutootlikkus 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

26. Armatuuri jaotus

Katla armatuuri all mõistetakse seadmeid ja riistu, 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; 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, torulukuga, möödaviikudega (vt. p. 27).

Madalrõhu-aurukatel varustatakse järgmise armatuuriga:

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

2) toiteliini sulgventiiliga (kraaniga) ja tagasilöögiklapiga. Juhul, kui katelt toidetakse kondensaadiga, 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. 29);

5) manomeetriga (vt. p. 28);
6) torulukuga (vt. p. 27).

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 röörõhku 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 torulukk ning aurutorustiku madalrõhu- ja kõrgrõhupoolele reduktsiooniklapi juurde kaks kolmekäigulise kraaniga manomeetrit.

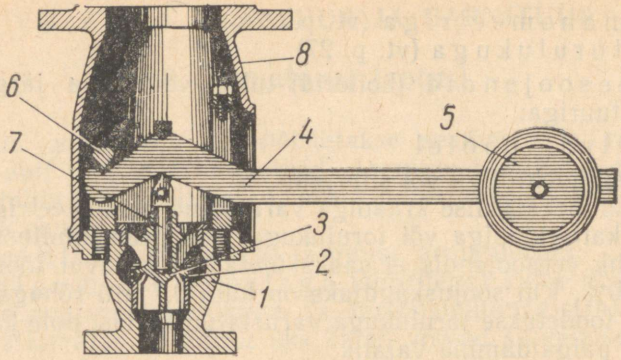
27. Kaitseseadmed

Igal vee- ja aurukatlal peavad olema kaitseseadmed, 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 aga kaks kaitseklappi.

Kõikidel veekateldel lubatakse üks kaitseklapp asendada sooja vee väljavoolu sulgemisseadmest möödaviiguga (baipassiga), millel on tagasilöögiklapp. Katla kütmisel soojaveetoru suletud siibri puhul võimaldab möödaviik veel katlas paisuda, juhtides lisamahu süsteemi torustikku.

Iga tüüpi soojaveevarustuse kateldel lubatakse kaitseklappide asemel üles seada eraldi torulukk, mis ühendab katla ülaosa veepaagi ülaosaga. Sel juhul ei tohi



Joon. 56. Raskusega koormatud kaitseklapp:
1 — kere; *2* — klapi-iste; *3* — taldrik; *4* — hoob; *5* — raskus; *6* — tugi; *7* — varras; *8* — kate.

torulukul katla ja paagi vahel olla sulgemisseadet, paak ise peab aga olema ühendatud atmosfääriga.

Joonisel 56 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, misjuures liigne vesi voolab kaitseklapi äravoolutoru kaudu valamusse. Klapi raskus kinnitatakse pärast reguleerimist 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.

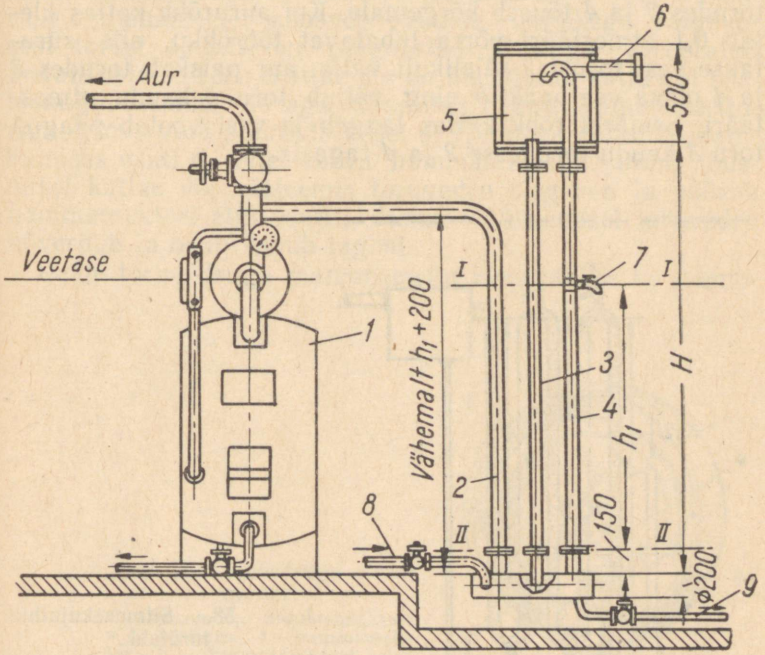
Madalrõhu-aurukatlad tuleb varustada torulukkudega. Torulukk peab tagama, et aururõhk katlas ei ületaks kõige kõrgemat lubatavat rõhku rohkem kui 0,1 atmosfääri võrra. Laialt on levinud ülemise paagiga torulukud (joon. 57), mida pole pärast auru igakordset väljalöömist vaja veega täita. Paagi paigutuskõrgus H (meetrites) arvutatakse valemiga

$$H = 10p + 1,$$

kus p on katla lubatav töörõhk 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.

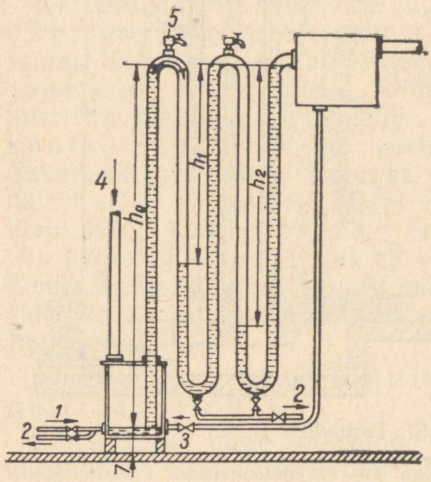


Joon. 57. Torulukk:

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

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	76
240 000	450 000	100
450 000	800 000	125
800 000	1300 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 töörõhu 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 töörõhku, 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.



Joon. 58. Silmusekujuline torulukk.

1 — veevõrgust; *2* — vee väljavool; *3* — tagasilöögiklapp; *4* — katla aururuumist; *5* — õhukraan.

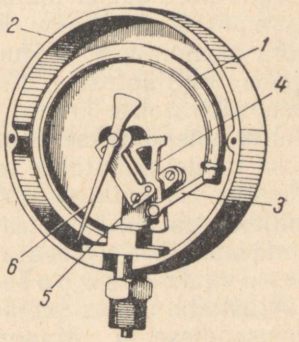
Madala katlaruumi ja kõrge põhjavee puhul, mis takistab toruluku paigaldamist süvendisse, kasutatakse silmusekujulist torulukku (joon. 58). Silmuste arv valitakse vastavalt katla töörõhule.

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.

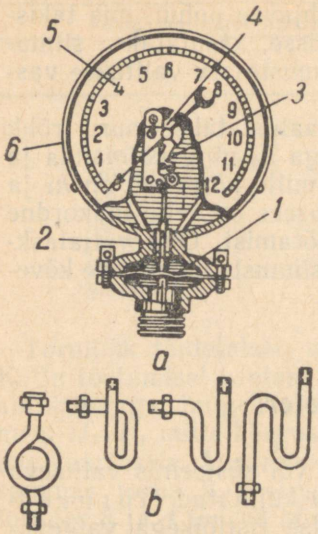
28. Manomeeter

Manomeetrit kasutatakse katlas või süsteemis valitseva rõhu kontrollimiseks. Joonisel 59 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 hammassektori abil osutit. Rõhu vähenemisel toruvedru kõverdub ja osuti liigub tagasi.

Peale toruvedruga manomeetrite kasutatakse ka memb-



Joon. 59. Toruvedruga manomeeter:
1 — toruvedru; *2* — metallkest; *3* — tõmmits; *4* — hammassektor; *5* — hammassektori telg; *6* — osuti.



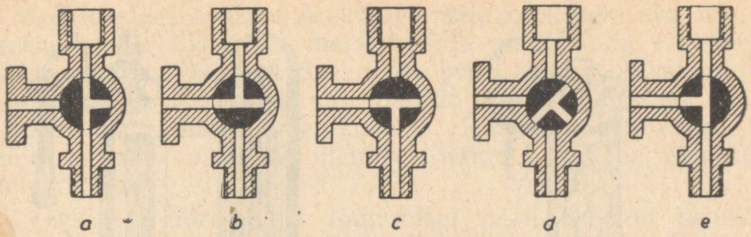
Joon. 60. Membraaniga manomeeter:
a — manomeeter; *b* — silmustorud; *1* — membraan; *2* — varras; *3* — hammassektor; *4* — hammasratas osutiga; *5* — skaala; *6* — manomeetri kest.

raaniga manomeetreid (joon 60). Aururõhk mõjub siin lainelisele membraanile *1*, mis on tehtud õhukesest lehterasest, ja painutab selle üles poole, pöörates sektorit ja selle kaudu manomeetri osutit.

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

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

Aurukatelde manomeetrid varustatakse silmustoruga (joon. 60,*b*), mis, moodustades veeluku, takistab auru tungimist toruvedrusse. Silmustoru ja manomeetri vahele asetatakse kolmekäiguline kraan (joon. 61), millel on äärik kontrollmanomeetri kinnitamiseks. Kolmekäigulise kraani abil kontrollitakse manomeetri töötamist. Manomeetri normaalsel töötamisel asub kraani kork asendis *a*. Manomeetri nullseisu kontrollimiseks pööratakse kraani kork asendisse *b*; seejuures peab manomeetri osuti langema 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 aurulaskmine manomeetri toruvedrusse pole lubatav, kuna see võib viimast kahjustada. Alles seejärel pööratakse kraanikork uuesti tööasendisse *a*. Manomeetri näitamise kontrollimiseks



Joon. 61. Kolmekäigulise kraani asendid:
a — tööasend; *b* — manomeetri nullseisu kontrollimine; *c* — sifoontoru läbipuhumine; *d* — vee kogumine sifoontorusse; *e* — manomeetri kontrollimine kontrollmanomeetriga.

kontrollmanomeetri abil pööratakse kraanikork asendisse *e*.

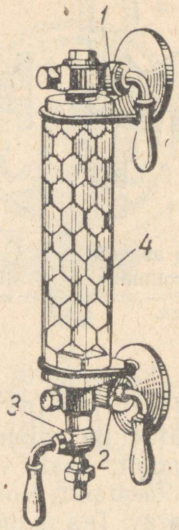
Manomeeter peab olema kontrollitud ja plommitud Mõõtude ja Mõõduriistade Komitee poolt, hästi valgustatud ja kütjale hästi nähtav tema töökohast. Kontrollimata manomeetri kasutamine pole lubatav. Iga manomeetrit tuleb lasta kontrollida ja plommida vähemalt üks kord aastas.

29. Veeseisunäitajad

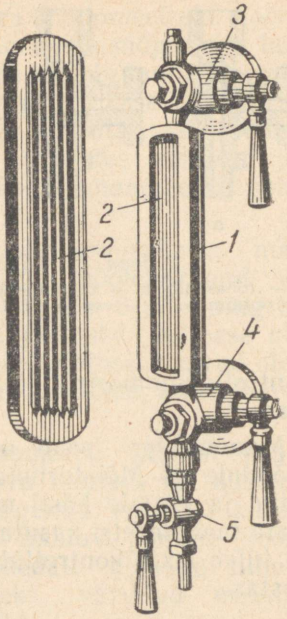
Veeseisu kontrollimiseks aurukatlas kasutatakse veeklaase ja proovikraane.

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. 62) või lamedad (joon. 63). Ümmargused klaasid purunevad kergemini 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.

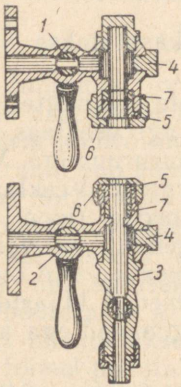
Veeklaasid varustatakse aurukraaniga *1* (joon. 64) ja veekraaniga *2*, millede abil on neid vajaduse korral võimalik katlast eraldada. Veekraani juures asub läbipuhumiskraan *3* klaasi läbipuhumiseks. Kraani keres on keermega kork *4* kraani ava puhastamiseks selle ummistumisel.



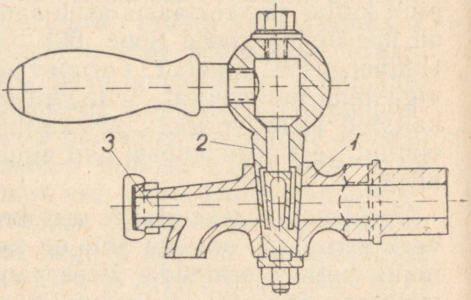
Joon. 62. Ümmargune veeklaas:
1 — aurukraan; *2* — veekraan; *3* — läbipuhumiskraan; *4* — võrkklaasist kate.



Joon. 63. Lame veeklaas:
1 — metallraam; *2* — klaas; *3* — aurukraan; *4* — veekraan; *5* — läbipuhumiskraan.



Joon. 64. Veeklaasi armatuur:
1 — aurukraan; *2* — veekraan; *3* — läbipuhumiskraan; *4* — puhastuskork; *5* — vajutispuks; *6* — tihenduspuksi mutter; *7* — tihend.



Joon. 65. Proovikraan:
1 — kere; *2* — kork; *3* — puhastusava.

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

Veeklaasi normaalsel töötamisel peab veepind selles kergelt kõikuma, 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. 56).

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 m^2, võib olla ainult üks veeklaas.

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

Proovikraan (joon. 65) 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, lauatükk, kinnas või muu ese. Auru väljumise puhul jääb ese kuivaks, vee puhul aga märgub.

30. 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 seesmise kaitseplaadiga, mis väldib uste kaardumist ja ärapõlemist, ning lingiga sulgemiseks.

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

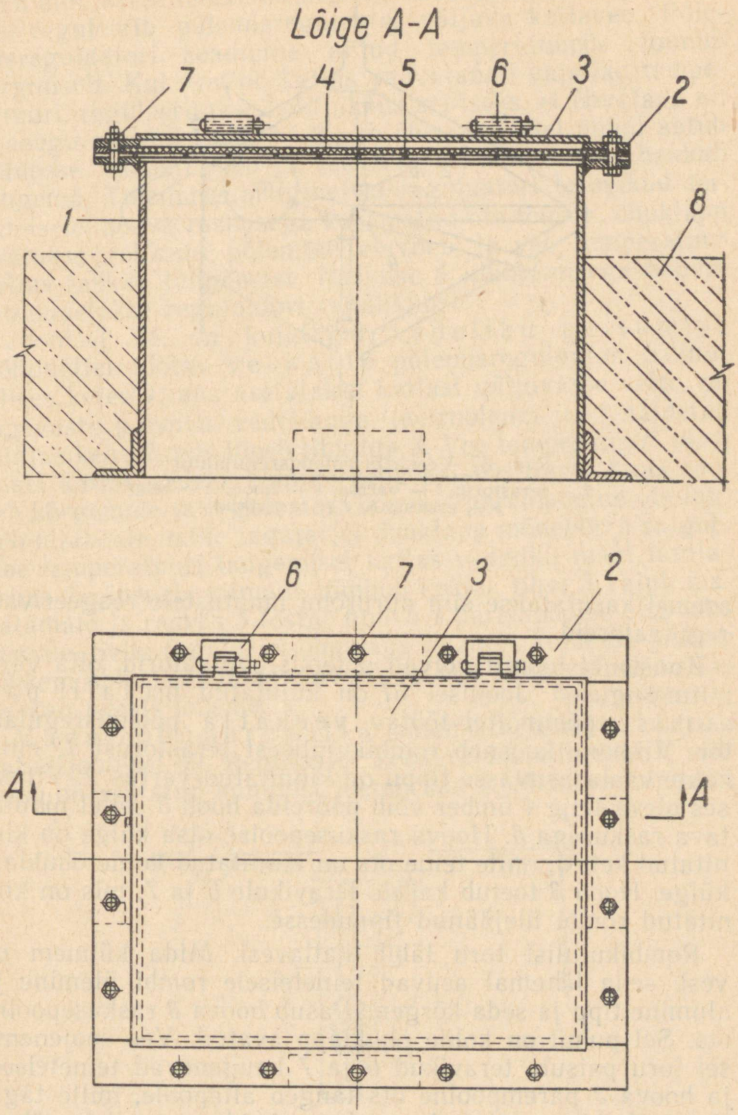
Katla lahutamiseks tõmbeseadmetest ja tõmbe reguleerimiseks kasutatakse siibreid. Viimased peavad liikuma raamis tihedasti, et takistada väärõhu sissepääsu suitsukanalitesse, mis halvendab tõmmet.

Plahvatusklapid asetatakse katelde gaasikäikudele ja nende ülesandeks on katlaosade vigastuste vältimine võimalikel gaasiplahvatustel.

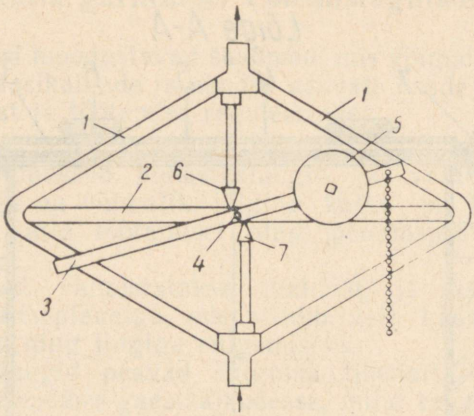
Joonisel 66 kujutatud plahvatusklapp koosneb terasplekist kokkukeevitatud ning äärikuga varustatud karbist *1*, mis kinnitatakse müüritisesse. Karbi välimine ots varustatakse hingedel liikuva kaanega 3. Kaane ja karbi vahele asetatakse ligikaudu 3 mm paksusest asbestlehest tihend *4*, mis toetub terastraadist võrgule *5*. Gaasiplahvatuste tekkimisel asbestleht puruneb ja gaas paisatakse karbikaane vahelt välja, mille tagajärjel rõhk gaasikäigus kiiresti langeb. Plahvatusklapid tuleb asetada sellistesse kohtadesse, et plahvatuste puhul väljapaiskuvad kuumad gaasid ei ohustaks teenindavat personali.

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



Joon. 66. Plahvatusklapp:
1 — karp; *2* — äärik; *3* — kaas; *4* — asbesttihend; *5* — traatvõrk; *6* — hing; *7* — kruvipolt; *8* — müüritis.



Joon. 67. Veekatla põlemisregulaator:
1 — terastoru; *2* — varras; *3* — hoob; *4* — telg;
5 — raskus; *6*, *7* — teravikud.

asemel kasutatakse siin aururõhu muutustele reageerivaid regulaatoreid.

Konstruktsioonilt võivad põlemisregulaatorid olla väga mitmesugused. Joonisel 67 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.

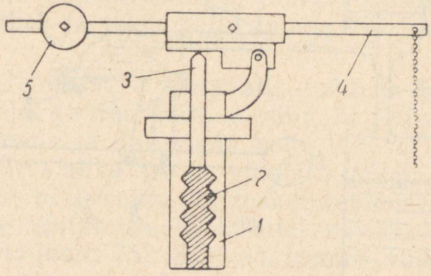
Rombikujulist toru läbib katlavesi. Mida külmem on vesi, seda lähemal asuvad teineteisele rombi ülemine ja alumine tipp ja seda kõrgemal asub hoova *3* raskusepoolne ots. Sel puhul on kolde õhuklapp avatud. Vee soojenemisel toru paisub, teravikud *6* ja *7* kaugenevad teineteisest ja hoova *3* parempoolne ots langeb allapoole, mille tagajärjel õhuklapp läheb koomale ja koldesse voolab vähem 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 68 on kujutatud vedeliku paisumise põhimõttel töötav veekatla põlemisregulaator. Silindrilises keres *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 keha 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 69. Regulaator koosneb metallkerest *1*, millesse on asetatud kummist membraan *2*. Membraanipealne

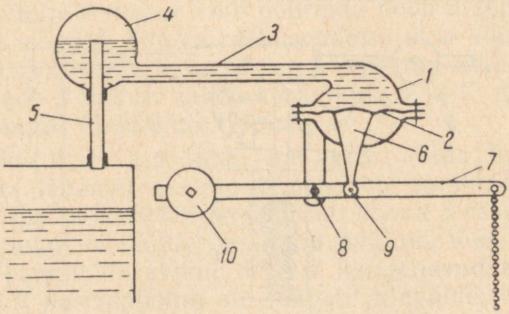


Joon. 68. Veekatla põlemisregulaator:
1 — silindriline kere; *2* — lainjas keha; *3* — tihvt; *4* — hoob; *5* — raskus.

ruum on toru *3*, kuuli *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 väärtuse 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 töörõhk, nihutatakse raskust *10* paremale, kuni hoova parempoolne



Joon. 69. Madalrõhu-aurukatla põlemisregulaator:
1 — metallkere; *2* — membraan; *3* — toru; *4* — kuul; *5* — toru; *6* — seenekujuline alus; *7* — hoob; *8*, *9* — teljed; *10* — raskus.

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

31. 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.

S i s e k o l l e asub katla sees, näiteks malmkateldel HB ja HM. Sisekollet kasutatakse kõrgeväärtuslike kütuste (kivisüsi, antratsiit, kütteõli, gaasiline kütus) põletamiseks. Madalaväärtuslike, niiskete ja tuharikaste kütuste (märg turvas, põlevkivi) kasutamine sisekoldes 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.

A l l k o l l e ehitatakse katla alla, näiteks HP, «Universaal» jt. katelde juures. Siin on võimalik kujundada kolderuum avaramana ja varustada kolle kütuse liigile sobiva restiga, mistõttu allkoldes on võimalik põletada ka madalaväärtuslikke ning suure lendosadesisaldusega kütuseid.

E e s k o l l e ehitatakse katla ette, näiteks leegi-suitsutorukatlal (vt. joon. 75). Siin on samuti võimalik kujundada kolderuumi vastavalt kütuse liigile ja valida kohane restitüüp, mis võimaldab eeskoldes põletada otstarbekamalt ka madalaväärtuslikke kütuseid.

All- ja eeskolded ehitatakse tellistest ja vooderdatakse

tulekindlate kividega. Kivid tuleb laduda võimalikult väikeste 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.

Keskküttekatlad varustatakse tavaliselt *käsitsi teenindatavate* kolletega. Suuremate katelde juures kasutatakse ka *poolmehaanilisi* koldeid.

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

põlevkivi	200 000	kcal/m³h
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 täielikult 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, millega mõistetakse sirgjooneliselt mõõdetud restipinda (m²-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/m²h). Käsitsi teenindatavate restide koormused on:

	Loomulikul tõmbel	Õhupuhumisel
Kivisüsi	50—100 kg/m²h	150—200 kg/m²h
Antratsiit	80—100 „	100—180 „

Turvas	150—200	„	300—500	„
Põlevkivi	140—160	„	—	

32. Kütmise põhijooni

Kütuse säästlik kasutamine eeldab kütja poolt põlemisseadmete, 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: küteväärtusest, 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 õhujaotust kihis. Kütuse paremaks läbisoojenemiseks hoitakse samuti kiht seda paksem, mida niiskem on kütus. Madala küteväärtusega kütuste puhul hoitakse kihipaksus üldiselt suurem kui kõrge küteväärtusega 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 puuduliikku põlemist. Kihi õige kõrgus tuleb leida praktiliste katsetega ja sellest kinni pidada.

Kütuse igakordsel pealeviskamisel käsitsi teenindatavates kolletes on soovitav vähendada tõmmet 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 läbivool: 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 korstnakadu. Õhukesele põlevale kihile paksu värske kihi pealeviskamisel jahutatakse kiht ja summutatakse tuli: tekib puudulik põlemine ja selle tagajärjel suur keemiline kadu. Kui osutub vajalikuks kütta madala kihiga, näiteks kütmise lõpul, siis tuleb siibrit vastavalt kihi kahanemisele järk-järgult sulgeda.

Põlemisõhu hulka reguleeritakse tõmbega ja õhupuhumisega resti alla. Altõhu rõhku tuleb reguleerida nii, et see ületaks ainult kihi takistuse. Õhupuhumise puudumisel reguleeritakse õhuhulka suurtes piirides tõmbe muutmisega, s. o. korstnasiibri abil, ja täpsemini — õhuluukidega. Täielikult avatud korstnasiibri puhul imetakse suure tõmbe mõjul koldesse ja gaasikäikudesse läbi ebatiheduste palju väärõhku, 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 värske 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 paljakspõlenud kohad restil täita, mis väldib külma õhu läbivoolu neist kohtadest. Kihti kohendada pole soovitav kohe pärast värske 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 korraga. 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 läbipaistev.

33. Kütja tööriistad

Keskküttekatelde ja abiseadmete teenindamiseks ning korrashoiuks vajab kütja mitmesuguseid tööriistu. Eeskirjade kohaselt keskküttekatlamajale 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 70.

Laia otsaga k ü h v l i t *1* kasutatakse kütuse viskamiseks koldesse, ümmarguse otsaga labidat (kühvlit) *2* kütuse võtmiseks laost või virnadest.

R e s t i n o a g a (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 v a r r a s t (ora).

K a n g i *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.

R o o p i *5* kasutatakse põleva kütuse ning räbu väljatõmbamiseks koldest, põleva kütuse laialiajamiseks (kihi tasandamiseks) ja tuha väljatõmbamiseks tuharuumist.

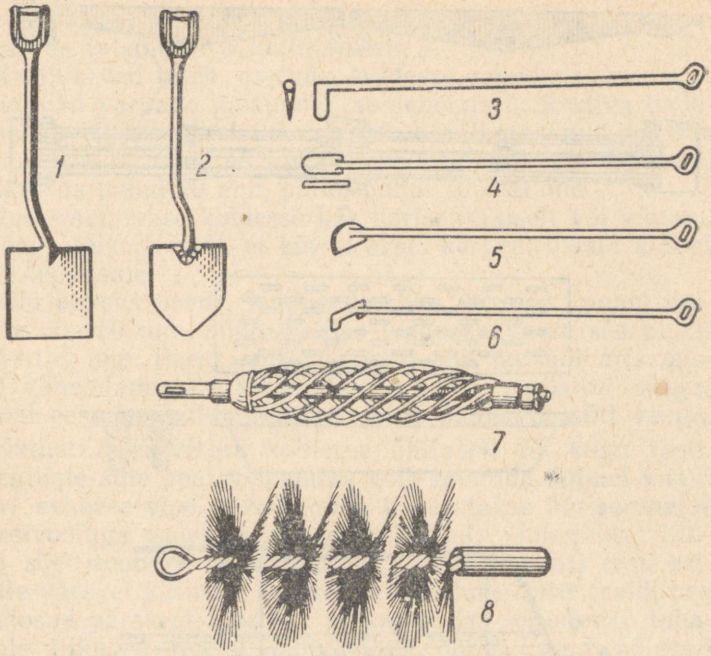
T a s a n d u s r a u d a *6* kasutatakse põleva kütusekihi tasandamiseks.

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 lendtuhast 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 lukksepa-



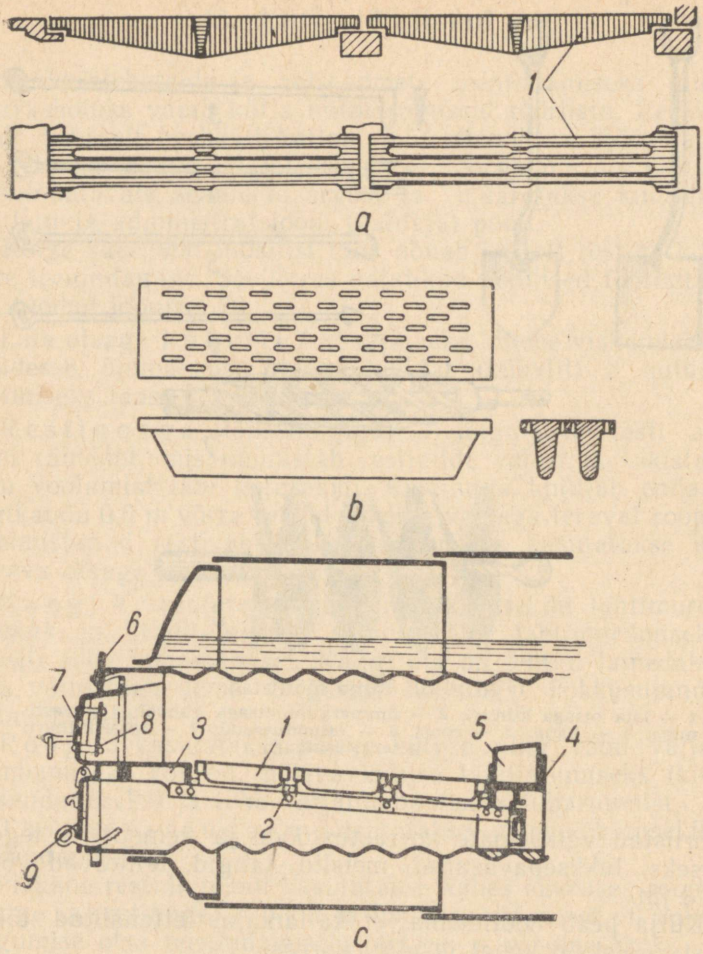
Joon. 70. Kütja tööriistad:
1 — laia otsaga kühvel; *2* — ümmarguse otsaga kühvel; *3* — restinuga; *4* — kang; *5* — roop; *6* — tasandusraud; *7* — teraslinthari; *8* — terastraathari.

tööriistad väiksemate korrastustööde ja remontide tegemiseks: lukksepavasarad, meislid, tangid, tellitavad võtmed jm.

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

34. Käsitsi teenindatavad kolded

Käsitsi teenindatavates kolletes toimub kütuse pealeandmine, kihi kohendamine ja tuha eemaldamine käsitsi. Nimetatud kolded seadistatakse vastavalt kütuse liigile mitmesugust tüüpi restidega. Enamkasutatavateks restideks on p l a a n r e s t, p l a a t r e s t ja k ä p p r e s t.



Joon. 71. Plaanrestiga sisekolle:

a — plaanrest; *b* — plaatrest; *c* — plaanrestiga sisekolle; *1* — restivarb; *2* — põikkandja; *3* — roopimisplaat; *4* — tulemüüri alus; *5* — tulemüür; *6* — kolde esiplaat; *7* — koldeuks; *8* — ukse kaitseplaat; *9* — tuharuumi uks.

Plaanresti kasutatakse kivisöe, kuiva tükkturba ja puidu põletamiseks. Plaanrest (joon. 71, *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 tuliste süte piirkonnas täielikult ära. Nimetatud viis pole kasutatav paakuvate süte puhul;

b) teise viisi puhul visatakse kütust ainult ühele restipoolele. Põlenud kihiosast läbivoolavat õhku kasutatakse värskest kütusest eralduvate lendosade põletamiseks. Pärast lendosade põletamist visatakse värsket kütust teisele restipoolele. 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 poolele ja kõrvaldatakse kangi ja roobi abil teiselt poolelt räbukiht. Järgnevalt lükatakse põlevad osad puhastatud restipoolele, 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 tuhast 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. 32.

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 pigikorraga. Kihi paksus tuleb kütmisel hoida ligikaudu 200 mm; sobivaks tükisuuruseks on 40—100 mm. Põlevkivi tuleb visata koldesse 3—4 kühvlitäit 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.

P l a a t r e s t. 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 plaatresti (joon 71, 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 põleva antratsiidikihi peale ilmuvad sinised keelekesed, siis märgib see õhu vähesust ning puudulikku põlemist. Parandamiseks tuleb kihti kohendada ja suurendada tõmmet (õhupuhumist). Räbukiht tuleb hoida paksem, mis väldib resti põlemist. Antratsiit nõuab põlemisel tugevamat 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 paakuva 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.

Käppresti kasutatakse suuretükilise põlevkivi põletamiseks. Käpprest (joon. 72) koosneb kahele poole suunatud käppadega varustatud malmlülidest *1*, mis oma tappidega toetuvad külgkandjates *2* olevatesse õnarustesse. Külgkandjad on kinnitatud ankurpoltide *3* abil kolde mõlemale külgseinale. Otsmised restilülid *4* ja *5* on ankurpoltidega kinnitatud koldeseintele liikumatult.

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

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

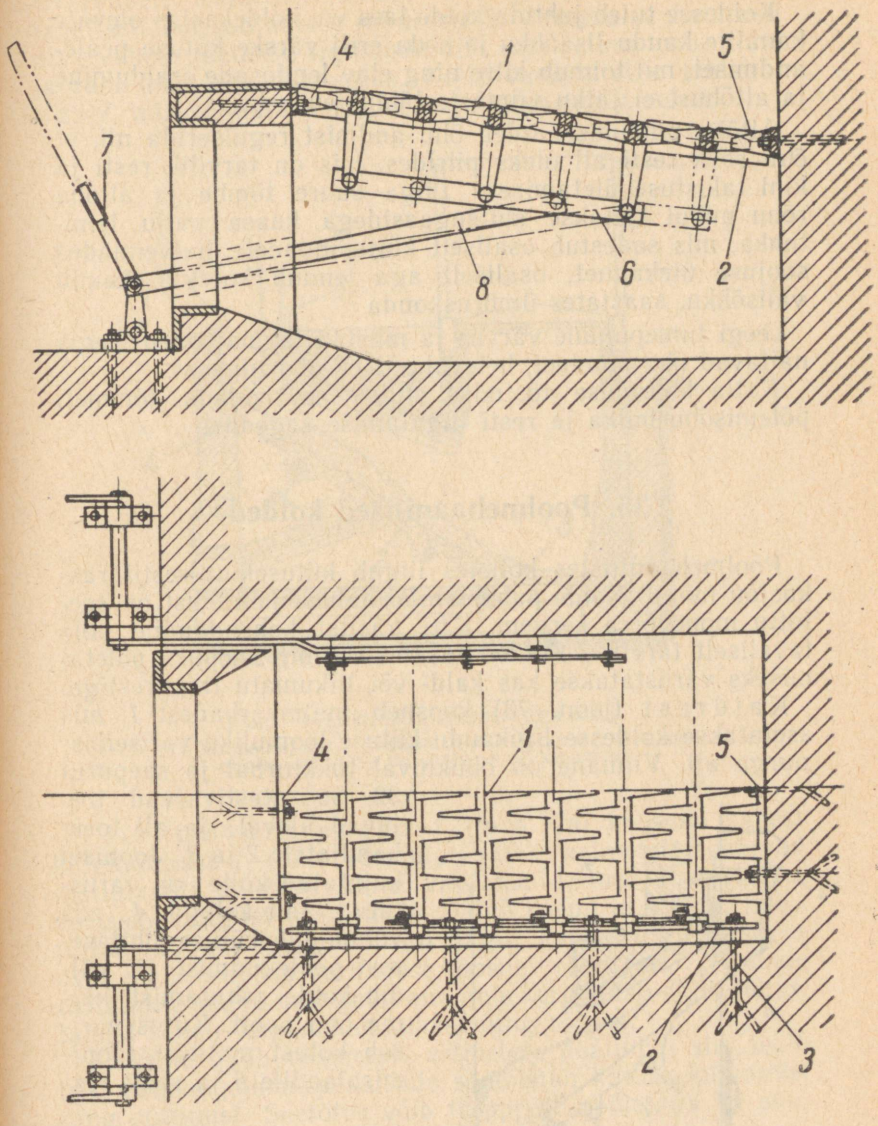
Resti liigutamine toimub käsitsi liigutamishoovaga *7*, mis ülekandelati *8* abil on liikuvalt ühendatud ühenduslatiga. Restilülide liigutamisel raputatakse tuhk põlevalt põlevkivitükilt lahti ning see variseb läbi resti tuharuumi. Restilülide käppadevaheliste pilude laius on 20—30 mm.

Käpprestid paigutatakse koldesse horisontaalselt või 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 kühvlitäit korraga. Seejuures eraldub üheaegselt vähem lendosi ja nende läbipõlemine on täielikum. Kütusekihi paksus tuleb hoida ligikaudu 250—350 mm, kuivema ja peenemat tükilise 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 hulgalist põlemata kütuse läbivarisemist.

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



Joon. 72. Käpprestiga kolle:

1 — restilüli; *2* — külgkandja; *3* — ankurpolt; *4* — eesmine kinnislüli; *5* — tagumine kinnislüli; *6* — ühenduslatt; *7* — liigutamishoob; *8* — ülekandelatt.

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.

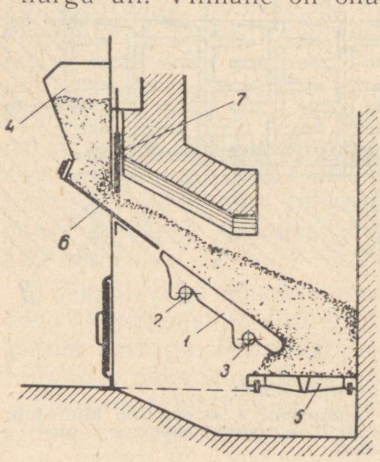
Leegi tumepunane värvus ja mustad tahmajooned leegis näitavad õhu puudust, helevalge leek õhu liigsust.

Katla koormuse tõstmisel tuleb suurendada tõmmet, põlemisõhu hulka ja resti liigutamise sagedust.

35. Poolmehaanilised kolded

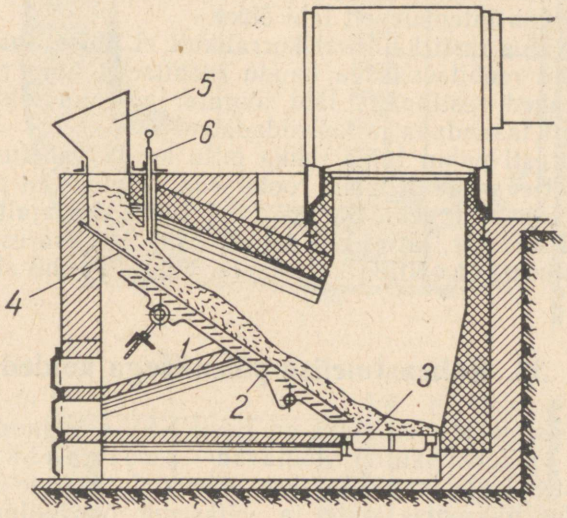
Poolmehaanilistes kolletes liigub kütusekiht restil raskusjõu mõjul. Kolde puhastamine tuhast ja räbust on seetõttu mõnevõrra kergem. Kihi käsitsi kohendamine pole tavaliselt tarvilik. Kolded tükkturba ning saepuru põletamiseks varustatakse kas kald- või liikumatu treppresti ga.

Kaldrest (joon. 73) koosneb malmvarbadest *1*, mis asetatakse koldesse ligikaudu kütuse loomuliku varisemisnurga all. Viimane on õhukuival tükkturbal ja saepurul 32—36°. 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 kolust malmist roopimisplaadile *6* ja sealt res-



Joon. 73. Kaldrestiga kolle: *1* — restivarb; *2* — ülemine kandja; *3* — alumine kandja; *4* — täitekolu; *5* — räburest; *6* — roopimisplaat; *7* — kihisiiber.

tivarbadele. 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 kihisiibriga *7*, mis võimaldab reguleerida kihipaksust restil.



Joon. 74. Liikumatu treppristiga kolle:
1 — külgkandja; *2* — restiplaat; *3* — räburest; *4* — roopimisplaat; *5* — täitekolu; *6* — kihisiiber.

Liikumatu treprest (joon. 74) koosneb kahest külgkandjast *1*, mille väljaulatuvatele astmetele toetuvad restiplaadid *2*. Resti kalle valitakse kütuse loomulikust varisemisnurgast väiksem ja ulatub saepurul 40°-ni, tükkturbal 30°-ni. Treprestil 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 treprestil põletada ka suure niiskusesisaldusega kütuseid.

Kolde sissekütmiseks asetatakse kaldrestile ja räburestile kuiva, kergesti süttivat kütust, mis süüdatakse mitmest

kohast. Kui kolde müüritis on seestpoolt küllalt soojenenud, minnakse üle harilikule kütusele. Kihi paksus valitakse samasugune nagu plaanresti puhul.

Puhta resti korral peab restialusest ruumist paistma ühtlane punakas tulekuma. Tumedad kohad restil märgivad ummistumisi, heledad kohad aga paljakspõlenud kohti, kust voolab intensiivselt läbi õhku.

Kui kütus resti kaldosal korralikult ei libise, tuleb kihti täite- või roobitsemisava kaudu roobitseda ning restivarbade vahed restinoaga läbi lõigata; põlenud kihti tuleb aeg-ajalt tasandada ja kohendada.

Treppresti puhul tuleb tuhka mitu korda vahetuses astmetelt ettevaatlikult maha roobitseda, jälgides, et põlemispesad jääksid terveks. Samuti tuleb tuhka aeg-ajalt eemaldada räburestilt, jättes osa sellest kald- ja räburesti vahelisse pilusse, et vältida sealtkaudu hulgalist õhu sisseimemist.

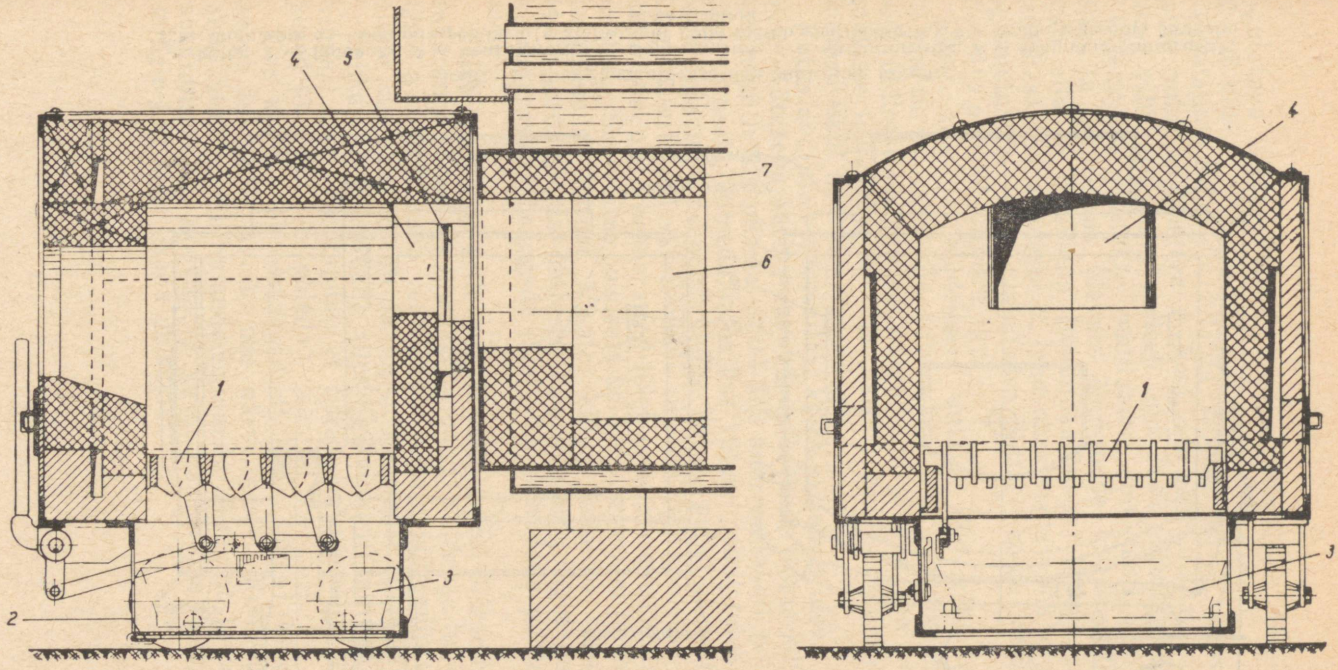
36. Kaheastmelise põlemisega kolded

Kaheastmeliste kolletena on Eesti NSV-s leidnud rakendamist 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 põlevkivigaaside 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 täielikku ja tahmavaba põlemist. Selliste kolletega varustatud katelde korstnatest väljub hõre, läbipaistev suits.

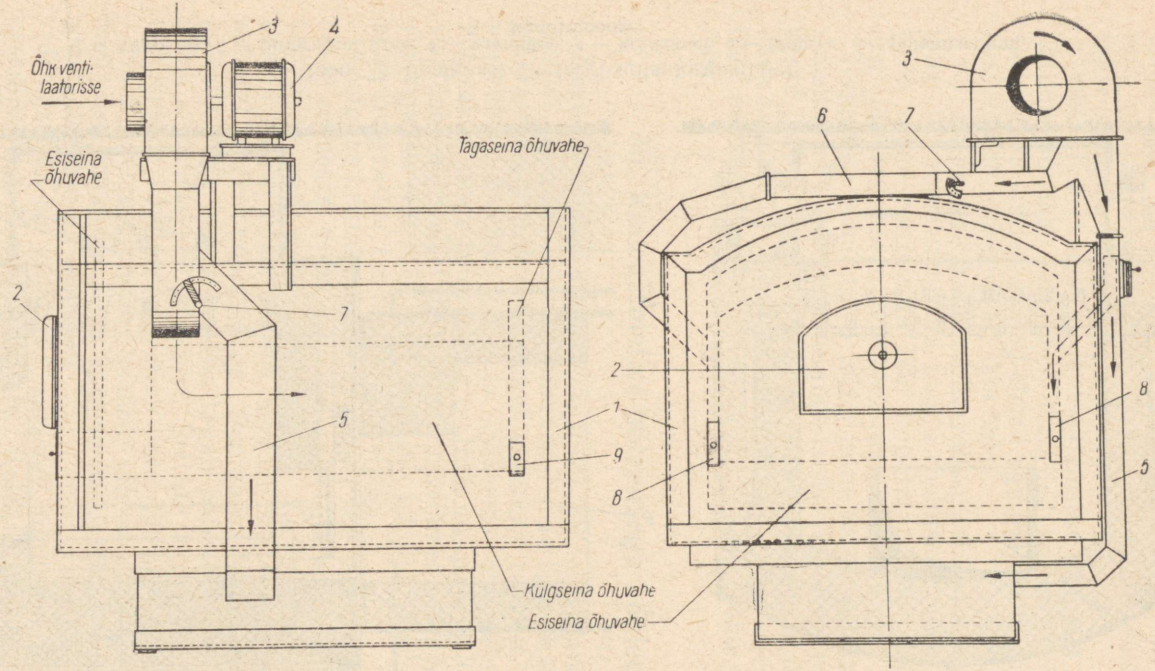
Häid tulemusi annab lisaõhu ettesoojendamine kolde müüritise kanalites. Mida kõrgem on lisaõhu temperatuur, seda täielikum on põlemine.

Joonisel 75 on kujutatud ratastel liigutatav poolgaaseeskolle leegi-suitsutorukatlale. Kolde esikambri seinad on müüritud ¼ kivi paksuses tellistest ja ½ kivi paksuses šamottkividest 40 mm-se õhuvahega. Kolle on varustatud



Joon. 75. Poolgaaskolle leegi-suitsutorukatlale:

1 — käpprest; *2* — tuharuumi luuk; *3* — tuhakäru; *4* — koldekael; *5* — õhuava; *6* — põlemisruum; *7* — šamottvooder.



Joon. 76. 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 õhuvahe puhastusluuk.

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. 76) kolde külg- 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 koldeukse. 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.

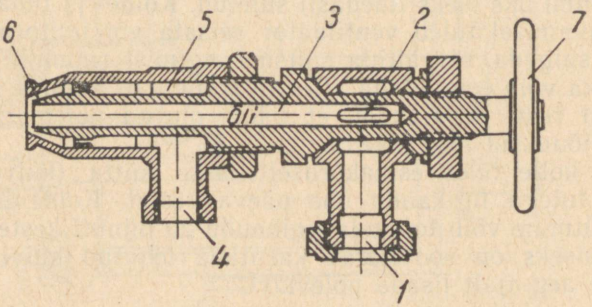
37. Õliküttekolded

Õliküttekolded varustatakse pihustitega, mille abil koldesse antav õli pihustatakse tolmpeenteks tilgakesteks, et see seguneks hästi põlemisõhuga ja põleks täielikult. Õli pihustamine võib toimuda kas auruga, suruõhuga või mehaaniliselt.

Joonisel 77 kujutatud Suhhovi-tüüpi aurupihustisse voolab kütteõli torust *1* ja, läbinud avad *2*, liigub edasi spindli *3* kanalisse, millest väljub koldesse. Aur juhitakse torust *4* pihusti välimisse kanalisse *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 keresse või sellest välja, muutes spindli ja kere vahelise rõngaskanali laiust. Põlemisrõhk juhitakse koldesse leegi alguses 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 töörõhk on üle 2 atü. Madalama rõhu korral ei anna auruga pihustamine häid tulemusi ning seetõttu pole seda madalrõhu-aurukatelde juures võimalik kasutada. Pihusti leek on suhteliselt pikk, mis nõuab pikka kollet. Töötamisel tekitavad aurupihustid suurt müra.

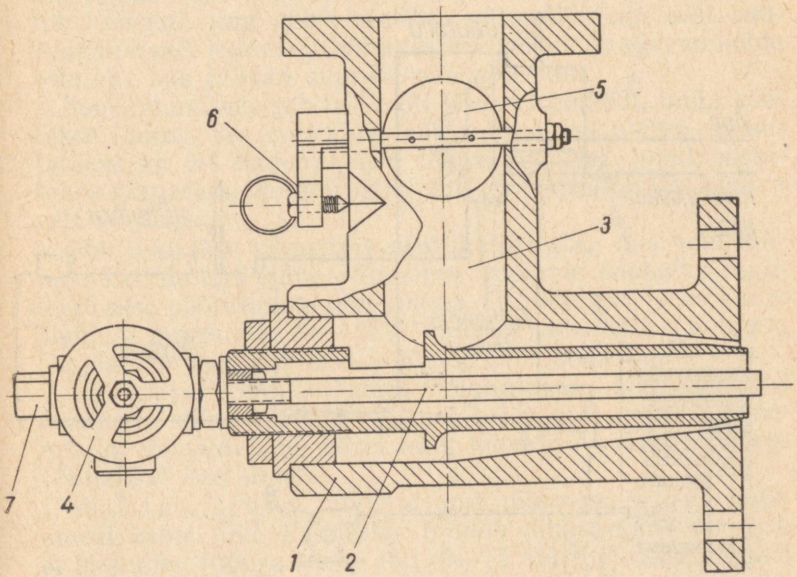


Joon. 77. Suhhovi tüüpi õlipihusti:
1 — kütteõli juurdevoolu toru; *2* — ava; *3* — spindel; *4* — auru juurdevoolu toru; *5* — välimine kanal; *6* — rõngaskanal; *7* — käsiratas.

Suruõhupihustites kasutatakse õli pihustamiseks suruõhku. Need pihustid liigitatakse kõrgrõhu- ja madalrõhupihustiteks.

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 hulgast. Põlemiseks vajalik ülejäänud õhk juhitakse 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.

Madalrõhupihustites kasutatakse õli pihustamiseks õhku rõhuga kuni 300—400 mm vs, mida toodetakse ventilaatoriga. Võrreldes kõrgrõhupihustitega on madalrõhupihustite leek lühem ja ühtlasi laiem, mis võimaldab nende kasutamist ka keskküttekatelde juures.

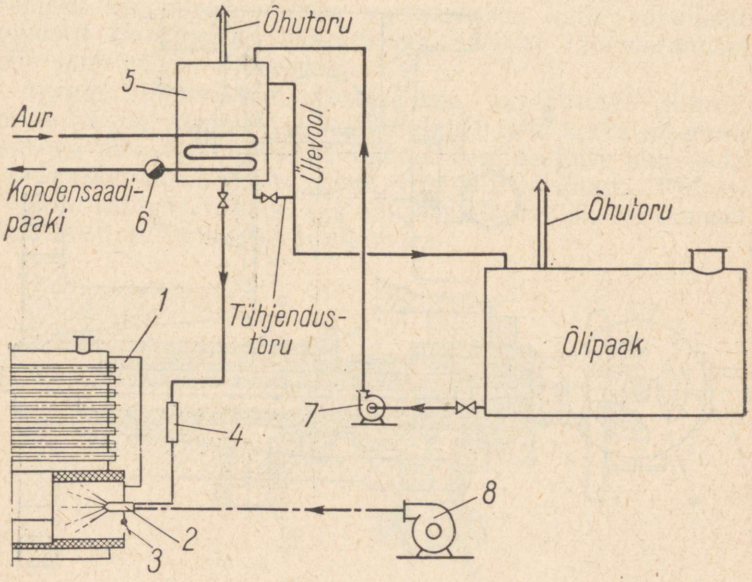


Joon. 78. Madalrõhupihusti:
1 — kere; *2* — õlitoru; *3* — õhu juurdevoolu toru; *4* — reguleerventiil; *5* — õhuklapp; *6* — käepide; *7* — kork.

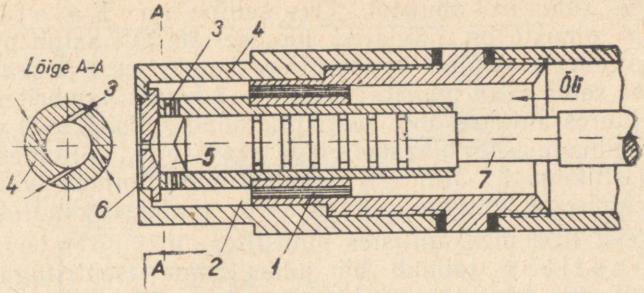
Joonisel 78 kujutatud madalrõhupihusti koosneb valatud kerest *1*, millesse on asetatud õhutoruga ümbritsetud õlitoru *2*. Pihustist läbivoolavat õli hulka reguleeritakse ventiiliga *4*. Pihustusõhk rõhuga ligikaudu 250 mm vs antakse pihustisse ventilaatori abil. Õhu hulka, vastavalt katla koormusele, 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 79 on kujutatud madalrõhupihustamisega õlikütte skeem. Kütteõli pumbatakse hammasratas- või käsipumba abil varupaagist katlamaja seinale lae alla ülesseatud tööpaaki, millest ta oma raskuse mõjul voolab



Joon. 79. Madalrõhupihustamisega õlikütte skeem:
1 — aurukatel; *2* — õlipihusti; *3* — sekundaarõhu luuk; *4* — õli-eelsoojendi; *5* — tööpaak; *6* — kondenspott; *7* — õlipump; *8* — õhuventilaator.



Joon. 80. Kalatševi tüüpi mehaaniline pihusti:
1 — avad pihusti peas; *2* — rõngaskamber; *3* — keeriskanalid; *4* — pihustipea; *5* — kamber; *6* — pihustusseib; *7* — reguleerimisvarras.

pihustisse. Õli korralikuks pihustamiseks teda soojendatakse. Põlevkivi-kütteõli nõuab eelsoojendust 60—80°, masuut 55—60° (mõned sordid 100—150°). Külm 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 eelsoojendi, mida köetakse kuuma vee (vesiküte) või auruga (auruküte). Kasutatakse ka õli soojendamist tööpaagis. Sel juhul asetatakse viimasesse siugtorustik, millest juhitakse läbi kuuma vett või auru.

Õhk juhitakse pihustisse ventilaatori abil, mis võib mitmele katlale olla ühine. Pihustisse voolavat õhuhulka reguleeritakse pööratavate klappidega. Õli pihustamiseks kuluv õhuhulk moodustab 60—75% üldisest põlemisõhu hulgast. Ülejäänud õhk juhitakse koldesse läbi õhuavade.

Töötamise kindlustamiseks ehitatakse õliküttekolded tavaliselt süütemüüritisega, mis kolde töötamisel kuumeneb ja võimaldab õli kiiret ning häireteta süütamist leegi võimalikel kustumistel.

Mehaanilised pihustid oma pihustamisviisilt jagunevad 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 kol-

desse suunduv õhuvool. Üks selline nn. Kalatševi-tüüpi pihusti on näidatud joonisel 80. 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. rotatsioonpihustites toimub õli pihustamine tsentrifugaaljõu mõjul, mis tekitatakse pihusti suudme pöörlemisega.

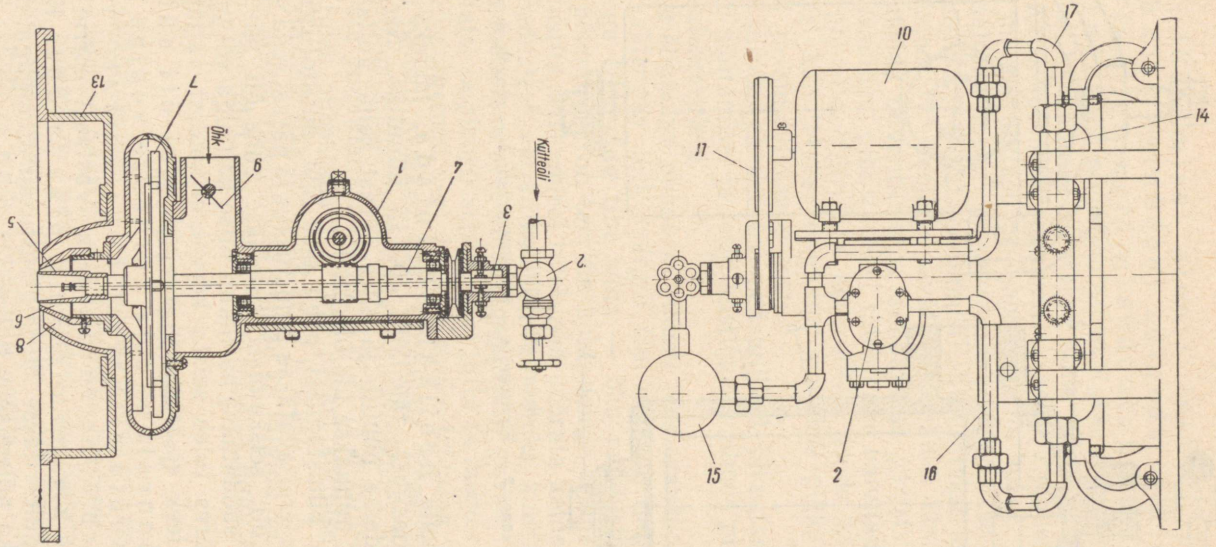
Eesti NSV-s levinud rotatsioonpihustis (joon. 81) surutakse õli väikese hammasrataspumba *2* abil 1,5—2,5 atü rõhu all läbi õlitoru *3* pihusti pöörlevasse õlikoonusesse *5*. Õliosakesed, väljudes õlitorust *3*, langevad pöörleva õlikoonuse sisepinnale, kus neile antakse keerisliikumine. Sattudes õlikoonuse otsast väljumisel madalrõhuventilaatorist *7* tulevasse õhuvoolu, pihustatakse õliosakesed peeneks uduks ja kistakse õhuvooluga kaasa. Osa õhku imetakse koldesse selles valitseva alarõhu tõttu pihustit ümbritseva välimise kanali *8* kaudu. Tarbe korral juhitakse põlemisõhku koldesse veel esiseinas oleva õhuava kaudu, mis on varustatud luugiga.

Ventilaator ja pihusti pöörlev koonus asuvad õõnesvõllil *4*, mis saab liikumise kiilrihmajami *11* kaudu elektrimootorilt *10*. Samalt võllilt käitatakse ka õlietteandepump. Õlihulka reguleeritakse ventilaatoriga *12*, õhuhulka — klapiga *9*. Kogu pihusti on kolde esiseinast hõlpsasti eemale keeratav. Pihusti leek on lühike ja lai.

Mehaanilised pihustid nõuavad hästi ettesoojendatud ning mehaanilistest lisanditest puhastatud õli. Õli puhastamiseks kasutatav filter (joon. 82) koosneb silindrilisest kerest *1*, mis on varustatud kaanega *2*. Viimane kinnitatakse kerele klambri *3* ja pingutuskruvi *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 küllaldasel määral, samuti näitab õlitorustikul olev manomeeter tavalisest kõrgemat rõhku.

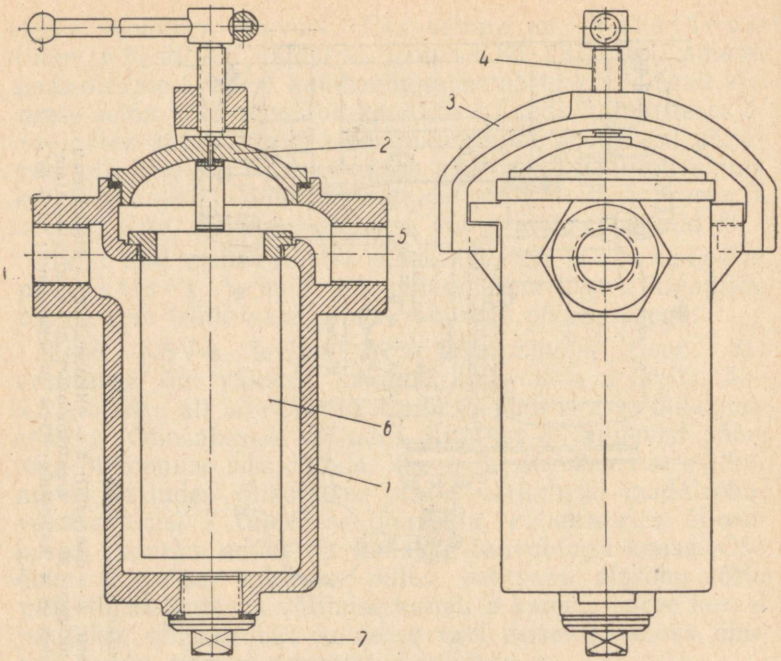
Filtri kerel on põhjas kork *7*, mis võimaldab filtri tühjendamist õlist.

Õliküttekollete töösse rakendamisel tuleb enne pihustite



Joon. 81. Rotatsiooni pihusti:

1 — kere; *2* — hammasrataspump; *3* — õlitoru; *4* — õõnesvõll; *5* — õlikoonus; *6* — õhukoonus; *7* — õhuventilaator; *8* — õhukanal; *9* — õhuklapp; *10* — elektrimootor; *11* — kiilrihmajam; *12* — õli reguleerimise ventiil; *13* — koldeuks; *14* — kandetelg; *15* — õlieelsoojendi; *16* — õli-juurdevoolutoru; *17* — ülevoolutoru.



Joon. 82. Õlifilter:
1 — kere; *2* — kaas; *3* — klamber; *4* — pingutuskruvi; *5* — rõngas; *6* — sõel; *7* — kork.

süütamist kolle hoolikalt tuulutada, milleks avatakse korstnasiiber täielikult 10—15 minutiks. Seejärel tehakse koldesse puutuli ja alles pärast kolde küllaldast soojenemist minnakse üle õliküttele.

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 väljapaiskuda võiv 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 plahvatada. Katla koormust reguleeritakse õli ja pihustusauru hulgaga, 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 hulgaga, muutes ühtlasi ka lisapõlemisõhu hulka.

Madalrõhu-õhuga pihustamisel käivitatakse kõigepealt õhuventilaator (rotatsioonpihustitel lülitatakse sisse pihusti elektrimootor). Seejärel avatakse pihusti õhuklapp, siis pikkamööda õliventiil ning süüdatakse pihusti.

Mehaanilisel pihustamisel tuleb enne käivitamist puhastada pihustid, filtrid ja kontrollida nende korrasolekut. Seejärel käivitatakse õlipump, avatakse pikkamööda õliventiil ja süüdatakse pihusti.

Nii suruõhuga kui ka mehaanilisel pihustamisel tuleb pihusti süütamisel ja leegi kustumisel silmas pidada samu ettevaatusreegleid.

Õige õhuhulga puhul on pihusti leek oranžkollast värvi. Hele, sätendav leek märgib õhu liigsust, tume, mustade joontega leek ning tihe suits — õhu puudust. Õli täielikuks põlemiseks on tarvilik kolde kõrge temperatuur.

Pihustite seiskamisel tuleb nad pöörata koldest välja, et ebatihedustest väljatilkuv õli ei satuks kuuma koldesse ega moodustaks seal plahvatusohtlikke gaase.

Rotatsioonpihusti seiskamisel jätta ta mootor pärast õliventiili sulgemist veel 1—2 minutiks töötama, et õlitorustik ja pihusti jõuaksid õlist tühjeneda. Enne pihusti mootori seismajätmist puhastada pihusti pöörlev koonus kaltsude 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.

38. Gaasiküttekolded

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.

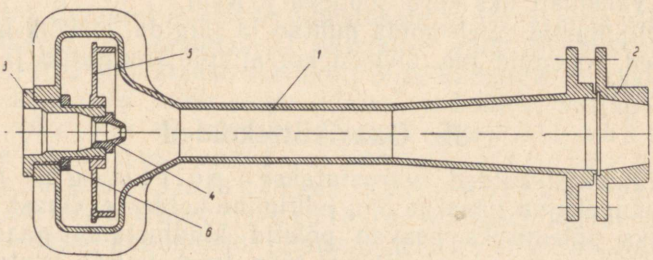
Kõrgematel gaasi rõhkudel kasutatakse nn. inžektsioon-

põleteid, milles õhk imetakse põletisse gaasivoolu poolt. Õhk ja gaas segunevad põleti sees. Juurdeimetav õhuhulk võib olla gaasi täielikuks põlemiseks kas küllaldane või mitteküllaldane. Vastavalt sellele tehakse vahet täieliku ja osalise inžektsiooniga põletite vahel.

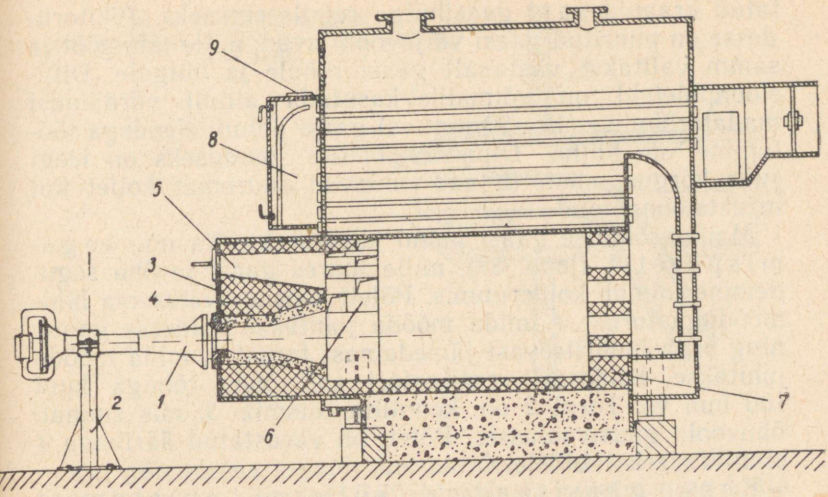
Joonisel 83 kujutatud inžektsioonpõleti koosneb kerest *1*, millele on kinnitatud suudmetükk *2*. Gaas juhitakse torustikust koonilisse düüsi *4*, mis on kinnitatud ühenduspuksile *3*. Suure kiirusega düüsi suudmest väljuv gaas tekitab põleti segunemiskambris alarõhu, mille toimel imetakse sinna õhku. Juurdeimetavat õhuhulka on võimalik reguleerida pööratava reguleerimisseibiga *5*. Küllaldase õhuhulga korral on inžektsioonpõleti leek lühike ja läbipaistev.

Inžektsioonpõletiga varustatud leegi-suitsutorukatel on näidatud joonisel 84. 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 esiosas on 60 mm paksune šamottvooder *6*; leegitoru lõpus on ühe kivi paksune šamottkivist järelpõlemisvõre *7*, mis kindlustab täielikku põlemist. Kolle on varustatud vaateavaga *5* ja suitsukambris *8* asuva plahvatusklapiga *9*, mis väldib katla vigastumist gaasi võimalikel plahvatustel.

Osalise inžektsiooniga ehk nn. atmosfäärilises põletis (joon. 85) imetakse osa põlemisõhku kaasa gaasijoa poolt, kuna puudujääv osa voolab koldesse läbi õhuavade koldes valitseva alarõhu toimel. Neid põleteid kasutatakse sageli sisekoldega malmkatelde juures gaasirõhu puhul kuni 50—60 mm vs. Gaas, väljudes koonilisest düüsist *2*, imeb segunemiskambrisse *3* õhku, mille hulka reguleeritakse reguleerimisseibiga *4*. Gaasi ja õhu segu väljub



Joon. 83. Inžektsioonpõleti:
1 — kere; *2* — suudmetükk; *3* — ühenduspuks; *4* — düüs; *5* — reguleerimisseib; *6* — kontramutter.

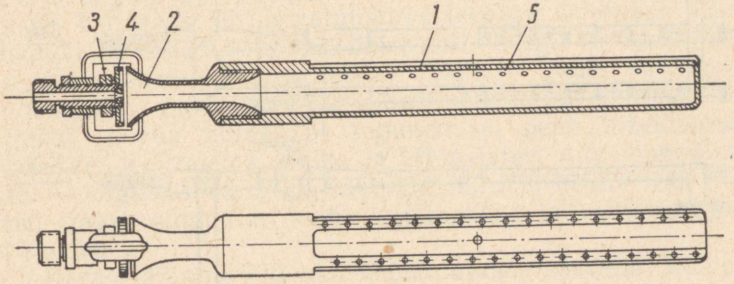


Joon. 84. Inžektsioonpõletiga varustatud leegi-suitsutorukatel:
1 — põleti; *2* — tugi; *3* — kolde esiplaat; *4* — müüritis; *5* — vaateava; *6* — leegitoru vooderdis; *7* — järelpõlemisvõre; *8* — suitsukamber; *9* — plahvatusklapp.

põletikerre puuritud aukudest *5* ning seguneb läbi õhuavade koldesse imetud lisaõhuga.

Põleteid, mille juures gaas seguneb õhuga difusiooni teel väljaspool põletit, nimetatakse difusioonpõleti**teks**. Kõige lihtsamat tüüpi difusioonpõleti kujutab endast toru, millesse on puuritud gaasi väljavooluavad.

Joonisel 86 toodud difusioonpõleti koosneb pikitorudest *3*, mis on keevitatud põiktoru *2* külge. Pikitorud on varus-



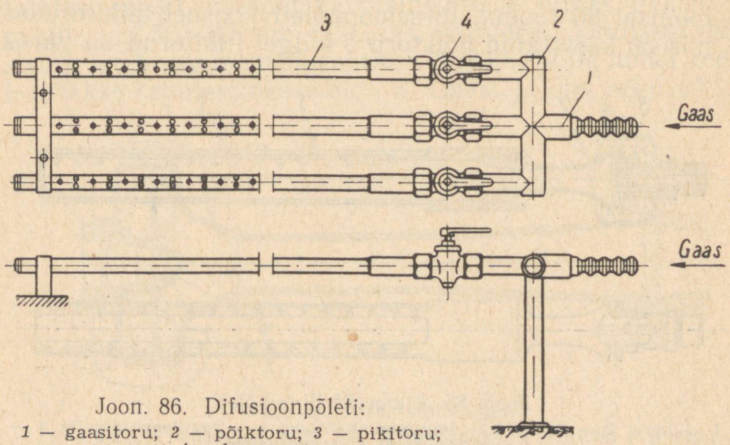
Joon. 85. Atmosfääriline põleti:
1 — kere; *2* — düüs; *3* — segunemiskamber; *4* — reguleerimisseib; *5* — gaasi-õhusegu väljavooluavad.

tatud 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 inžektsioonpõletid.

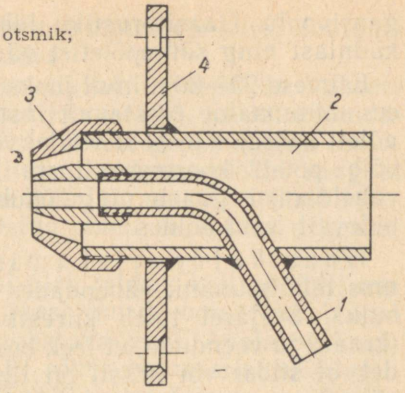
Madalarõhulise gaasi puhul kasutatakse ka nn. *segamispõletit* (joon. 87), mille juures gaasi ja õhu segunemine toimub kolderuumis. Põleti koosneb väiksema läbimõõduga torust *1*, mida mööda juhitakse koldesse gaasi, ning seda ümbritsevast jämedamast torust *2*, mida mööda juhitakse koldesse ventilaatori abil õhku rõhuga kuni 100 mm vs. Torul *2* on kooniline otsmik *3*, mis suunab õhuvoolu gaasivoolusse. Põleti on varustatud äärikuga *4* kinnitamiseks koldele.

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. Seejärel kontrollida gaasitorustiku korrasolekut; torustiku kõik kraanid ja siibrid peavad olema kinni, läbipuhumistorustiku kraanid (küünlakraanid) lahti.



Joon. 86. Difusioonpõleti:
1 — gaasitoru; *2* — põiktoru; *3* — pikitoru; *4* — kraan.



Joon. 87. Segamispõleti:
1 — gaasitoru; *2* — õhutoru; *3* — otsmik; *4* — äärik.

Kui põlemiseks vajalik õhk antakse koldesse ventilaatoriga, tuleb see käivitada ja läbi puhuda põletid ning katla gaasikäigud.

Seejärel avatakse manomeetrikraanid 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 erilisse nõusse ja süüdatakse seal. Veendunud, et gaas põleb normaalselt, süüdatakse süütetuli, suletakse siiber põleti õhutorul (inžektsioonpõletil pööratakse õhu reguleerimise seib paremale kuni lõpuni) ja viiakse süütetuli koldesse põletisuudme juurde, jälgides, et ta ei kustuks. Seejärel avatakse põleti gaasisiiber ja lastakse gaas põletisse. Kui gaas süttib valgustava leegiga, avatakse vähehaaval õhusiibrit (reguleerimisseibi). Leegi värvuse järgi reguleeritakse põletisse antav õhuhulk gaasi täielikuks põlemiseks parajaks. Küllaldase õhuhulga juures ning gaasi ja õhu korralikul segunemisel peab inžektsioonpõletitel leek olema lühike ja läbipaistev, difusioonpõletitel — õlgkollakas. Pikk, läbipaistmatu ja helkiv leek näitab gaasi ning õhu halba segunemist ja mittetäielikku põlemist.

Pärast põleti süütamist eemaldatakse süütetuli koldest (kui see konstruktsioonist tingituna ei ole ette nähtud koldes 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.

Esimese 20—30 minuti jooksul hoitakse gaasi rõhk põleti ees minimaalne (vastavalt instruktsioonile 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.

Gaasikolde seiskamiseks tuleb viia põleti koormus miinimumini, vähendades vaheldumisi gaasi- ja õhuhulka. Seejärel tuleb kiiresti sulgeda põleti gaasisiiber (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 minimaalkoormusel ning sellest teatada katlaruumi eest vastutavale isikule. Kui see pole võimalik, kuid töötamine tuleb siiski lõpetada, suletakse ka järgmine siiber gaasitorustikul ja avatakse nende vahel olev küünlakraan. Vahetuseraamatusse tuleb järgmisele kütjale teadmiseks teha märkus, et põletisiiber on ebatihe; ja siibrile kinnitada silt pealkirjaga «Siiber laseb läbi».

Pärast peasiibri sulgemist gaasitorustikul tuleb suitsukäikude läbituulutamiseks jätta korstnasiiber 10—15 minutiks avatuks (õhuventilaatori olemasolul jätta see töötama).

Töötamise ajal tuleb tähelepanelikult jälgida gaasi ja õhu rõhku põleti ees ja vältida rõhu kõikumist üle lubatava piiri. Põlemine peab olema rahulik. Leek ei tohi eemalduda põleti suudmest ega lüüa põletisse. Leegi värvuse järgi tuleb reguleerida põletisse antavat gaasi- ja õhuhulka.

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. Koldes valitsevat tõmmet reguleeritakse korstnasiibriga. Tõmme kolde ülaosas tuleb hoida piirides 0,5—1 mm vs.

Pidevalt tuleb kontrollida gaasitorustiku ja armatuuri tihedust. Gaasiseadmed peavad olema hästi valgustatud.

Sageli varustatakse gaasiküttel töötavad katlad automaatseadmetega, mis lülitavad välja gaasi juurdevoolu põletitesse gaasi rõhu langusel torustikus, põleti leegi või-

malikul kasutamisel ja vee temperatuuri või aururõhu tõusmisel katlas üle lubatud määra.

Automaatseadmetega varustatud gaasikütte skeem malmkatlale НБ on kujutatud joonisel 88. Katla teenindamine toimub järgmiselt. Pärast katla gaasikäikude tuulutamist kontrollitakse gaasitorustiku korrasolekut ning et kõik siibrid ja kraanid peale küünlakraani *31* oleksid suletud. Samuti peab olema suletud põletisse antava primaarõhu reguleerimise seib *12*.

Seejärel tõstetakse käsitsi üles taldrik kaitseklapil, mis lülitab automaatselt välja gaasi juurdevoolu rõhu langemisel gaasitorustikus alla lubatava piiri. Avatakse kraanid *20*, *22*, *23* ja *25*. Kraan *21* rõhuregulaatorist möödaviigul, kraan *24* gaasimõõtjast möödaviigul ja kraan *28* automaatsulgklapist möödaviigul peavad olema suletud ja plommitud.

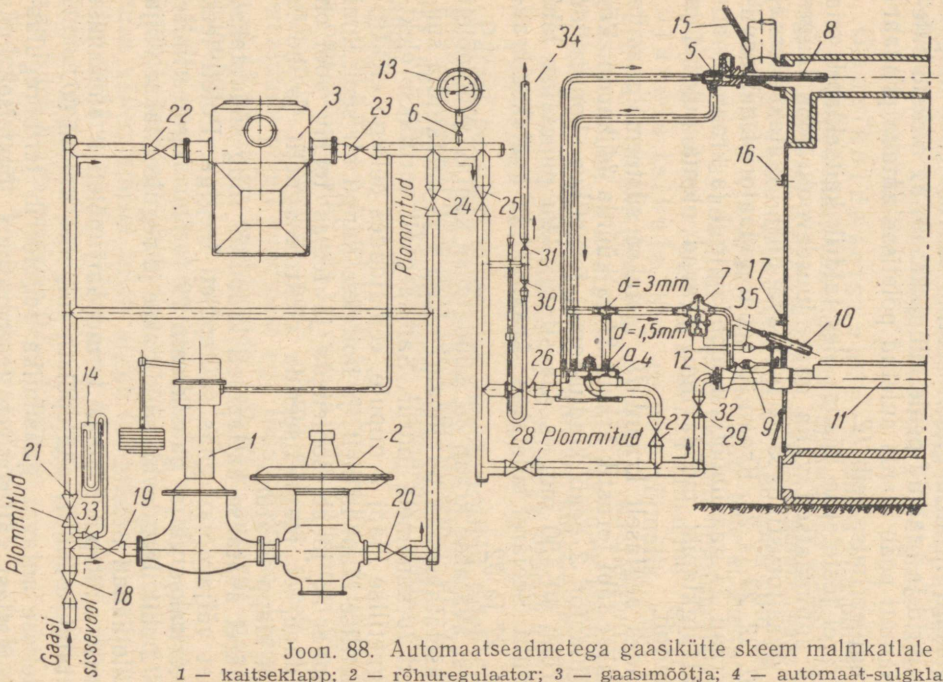
Avades aeglaselt kraani *19*, lastakse süsteemi gaas ja puhutakse läbi torustik kraani *31* ja küünla *34* kaudu. Rõhuregulaator *2* peab kindlustama torustikus konstantse gaasirõhu 40—50 mm vs. Gaasitorustikku puhutakse läbi 3 minutit; seejärel suletakse kraan *31* ja avatakse kraanid *26*, *27* ja *32*.

Edasi avatakse kraan *30*, süüdatakse kantav süütepõleti ning asetatakse see termopaari põleti *9* ja kohtkindla süütepõleti *10* suudmete juurde. Samaaegselt surutakse elektromagnetilise klapi *7* nupule, eemaldades sellega elektromagnetilise klapi istmelt, ja hoitakse nuppu all seni, kuni termopaar *35* jõuab soojeneda ja temas tekkiv vool on küllaldane, et magnetiseerida elektromagnetit ja hoida sellega klapp avatuna.

Seejärel avatakse katlapõleti kraan *29* ning süüdatakse põletist väljavoolav gaas süütepõleti leegiga. Põleti leek reguleeritakse välja gaasikraani *29* ja õhu reguleerimise seibi *12* abil. Järgnevalt süüdatakse ja reguleeritakse välja kõik ülejäänud põletid.

Pärast süütepõleti *10* ja termopaari põleti *9* süütamist kustutatakse kantav süütepõleti, sulgedes kraani *30*.

Põletisse antavat gaasihulka reguleerib termoregulaator *5*. Katlast väljuva vee temperatuuri tõusmisel, mis mõjutab termopaari *8*, avaneb termoregulaatori siiber ja gaas voolab automaat-sulgklapi ülemisse poolde, millega tasakaalustub gaasi rõhk mõlemal pool membraani. Selle tagajärjel sulgub vedru mõjul klapp *a*, mis lülib välja



Joon. 88. Automaatseadmetega gaasikütte skeem malmkatlale НБ:

1 — kaitseklapp; *2* — rõhuregulaator; *3* — gaasimõõtja; *4* — automaat-sulgklapp; *5* — termoregulaator; *6* — manomeetri kraan; *7* — elektromagnetiline klapp; *8* — termopaar; *9* — termopaari põleti; *10* — süütepõleti; *11* — katlapõleti; *12* — õhu reguleerimise seib; *13* ja *14* — manomeetrid; *15* — termomeeter; *16* ja *17* — vaateavad; *18* — gaasitorustiku peasiiber; *19—33* — kraanid; *34* — küünal; *35* — termopaar.

gaasivoolu põletisse *11*; viimane kustub, kuid termopaari *35* põleti ning süütepõleti jäävad põlema.

Katlast väljuva vee temperatuuri langemisel üle ettenähtud määra katkestab termoregulaatori siiber gaasivoolu automaat-sulgklappi, mille tagajärjel gaasi rõhk membraani ülemisele poolele väheneb; membraani alumisele poolele mõjuva gaasirõhu toimel avaneb klapp *a* ja laseb gaasi põletisse *11*, millest väljudes ta süttib süüteleegist.

Kui gaasi juurdevool katkeb, siis termopaar *35* jahtub, elektromagnetilise klapi *7* mähist ei läbi enam elektrivool ja selle tagajärjel klapp suleb gaasivoolu süüte- ning termopaari põletisse. Sel juhul tuleb teenindaval personalil katlapõleti uuesti süüdata ülalkirjeldatud järjekorras, alustades katla gaasikäikude tuulutamisega.

Teenindav personal peab hoolikalt jälgima manomeetrite *13* ja *14* näitude järgi gaasirõhku enne ja peale rõhuregulaatorit. Töötamist väljalülitatud rõhuregulaatoriga, gaasimõõtjaga või automaatregulaatoriga lubatakse ainult erandjuhtudel, kusjuures kütja peab tegema vahetuseraamatusse märkuse möödaviigutorudel olevate kraanide plommide purustamise kohta.

Gaasiküttel töötavad kolded tuleb viivitamatult seisata järgmistel juhtudel:

1) gaasivoolu ootamatul täielikul katkemisel;

2) gaasi rõhu langemisel põletite ees alla lubatud määra;

3) õhuvoolu katkemisel põletisse (õhuventilaatori seismajäämisel);

4) gaasi rõhu tugeval ja järsul tõusul põleti ees (põhjustatud regulaatori või kaitseklapi korratustest);

5) gaasileegi kustumisel koldes;

6) tulekahju või selle ohu puhul katlaruumis;

7) kõikidel juhtudel, mis on ette nähtud katlainspektsiooni «Eeskirjades katlamaja personalile».

Tugeva gaasilõhna ilmnemisel katlaruumis tuleb:

1) kustutada kõik lahtised tuled, nende hulgas ka põletid;

2) avada katlaruumi uksed 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.

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.

IX. KATLAEHITUSE MATERJALID

39. 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, kolde-uksed jne. valmistatakse hallmalmist, mis on hästi valatav ja lõiketöödeldav. Kõvade ja tulekindlate restiosade saamiseks kasutatakse valgemalmi.

Malm sulab temperatuuril 1050—1275°, ei lase end tõmmata, 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. legeeritud teraseid, mis sisaldavad mitmesuguseid terase omadusi tõstvaid 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 lõiketöödeldav. Messingist valatakse õhukeseseinalisi ja peeneid detaile, nagu auru- ja veearmatuuride kraane jne.

40. 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 omadused peavad vastama kivi omadustele. Segu koosneb 20—40% tulekindlast savist ja 80—60% 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 18

Tulekindlate kivide omadused ja kasutamispiirid katelde müüritises

Šamottkivi klass ja sort		Tulekindlus, mitte alla °C	Survetugevus kg/cm²	Lubatav kõrgem seina temperatuur ekspluatatsioonis °C
А	1. sort	1730	100	1300
	2. sort		100	
	3. sort		80	
Б	1. sort	1670	125	1259
	2. sort		100	
	3. sort		80	
В	1. sort	1580	100	1150
	2. sort		80	

Tabelis märgitud kivi klass näitab tema vastupidavust temperatuurile, sort tema mehaanilist tugevust.

Sõltuvalt SiO_2 või Al_2O_3 sisaldusest on kivid oma keemilistelt omadustelt kas happelised või aluselised. Happeline kivi sisaldab 75—85% SiO_2, aluseline 50—60% SiO_2 ja 30—44% Al_2O_3.

Põlevkiviküttega kateldel tuleb kolde vooderdise materjalina kasutada aluselisi tulekindlaid kive, sest happelised kivid sööbivad kiiresti põlevkivi vedela räbu keemilisel toimel.

41. Tihendusmaterjalid

Tihendusmaterjali kasutatakse paigalseisvate ühenduskohtade, nagu torustiku äärikute, katla luukide, pumba silindrikaante jne. tihendamiseks. Tihendusmaterjalid peavad olema elastsed, soojuskindlad ning pidama vastu keemilistele mõjutustele. Sagedamini kasutatakse järgmisi tihendusmaterjale.

Kartongi kasutatakse laialdaselt madalate rõhkude puhul õhu-, vee-, õli- ja gaasitorustike tihendamiseks. Kartong on kõige odavam tihendusmaterjal. Kartongtihendeid on soovitav 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°. Puldanikihtidega 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 nöörina 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 määrida silindriõlis segatud grafiidiga.

Klingeriit ja paraniit koosnevad asbestist, mineraalsetest lisanditest ja kautšukist.

Tihendamiseks kasutatakse ka mitmesuguseid pastasid (vt. lisa 8).

42. 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. Enamkasutatavad on järgmised isoleermaterjalid.

Diatomiit, mis 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, mis on mineraalne kiudaine. Teda kasutatakse pulbrina, lehtedena ja nöörina.

Asbosuriit, mis koosneb 30% asbestist ja 70% diatomiitpulbrist.

Kiiselguur, mis koosneb väikeste karploomade jäänustest.

Mineraalvatt, mida saadakse vedelast põlevkivituhast 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.

43. 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

$$H = h\,(\gamma_{\tilde{o}} - \gamma_{hg})\ \text{mm vs.}$$

kus h on korstna kõrgus m;

$\gamma_{\tilde{o}}$ — 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.

Korsten peab lähedalasetsevatest 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, seina juurde ehitatud või eraldiseisvad.

Seinasse müüritud või nende juurde ehitatud korstnatel on täisnurkne, eraldiseisvatel 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 ühen-

duses hoone seinte müüritisega, sest viimase vajumine võib tekitada suitsukanali seintesse pragusid. Suitsukanali ladumisel piki seina peab tingimata jätma seina ja kanali vahele vähemalt 70 mm õhuvahe.

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 aegajalt 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 väärõhu imemist suitsukanalitesse, mis halvendab tõmmet.

44. Tõmbeventilaatorid ja õhupuhumisseadmed

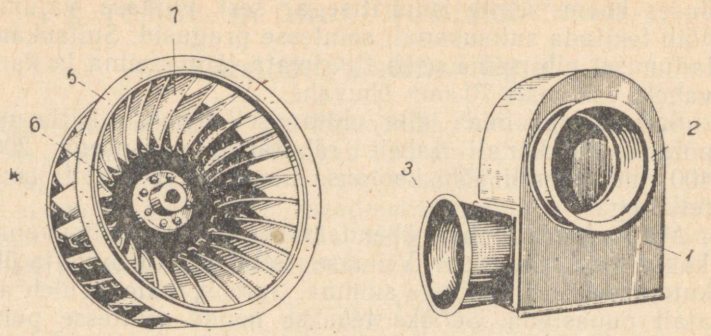
Tõmbeventilaator (joon. 89) asetatakse katla ja korstna vahele. Ta koosneb terasplekist kerest *1* ja võllile kinnitatud töörattast ehk rootorist. Ventilaatori võll ühendatakse elektrimootori võlliga vahetult siduri abil, harvem kiilrihmajami kaudu. Ventilaatori laagrid tehakse vesijahutusega.

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 toimel imetakse suitsulõõrist läbi ventilaatori imiava *2* pidevalt suitsugaasi juurde. Suruavast väljuvad gaasid juhitakse korstnasse.

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 kivisõe) küttel kasutatakse põlemisõhu juhtimist resti alla ventilaatori abil. Altõhu rõhk sõltub kütuse tükisuurusest, kihi paksusest ning põletamise inten-



Joon. 89. Tõmbeventilaator:
1 — kere; *2* — imiava; *3* — suruava; *4* — rootori ketas; *5* — rõngas; *6* — rumm; *7* — labidad.

siivsusest 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 väärõhu 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 vesijahutuseta.

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

45. 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.

Igas katlamajas peab olema vähemalt üks käsipump, mis on üles seatud nii, et seda saab ümber lülitada kateldest vee väljapumpamiseks kanalisatsiooni.

Kui vee rõhk katelt või küttesüsteemi toitvas veetorustikus ei ületa süsteemi madalamas punktis mõjuvat staatilist rõhku vähemalt 1 atü võrra, tuleb katlamajja täiendavalt üles seada veel teine käsipump, kui veekatelde kogu küttepind on alla 150 m², või tsentrifugaalpump, kui katelde kogu küttepind on üle 150 m². Soojaveekatelde korral, kui nende kogu küttepind on kuni 25 m², tuleb täiendavalt üles seada üks katelde kahekordsele tootlikkusele vastav käsipump; kui katelde kogu küttepind on üle 25 m², siis üks kahekordse tootlikkusega mehaaniline pump. Sundtsirkulatsiooniga küttesüsteemi korral tuleb üles seada vähemalt kaks tsirkulatsioonipumpa, millest üks on varupump.

Aurukatelde toitmiseks peavad olema üles seatud tabelis 19 toodud nõuetele vastava tootlikkusega toiteseadmed.

Tabel 19

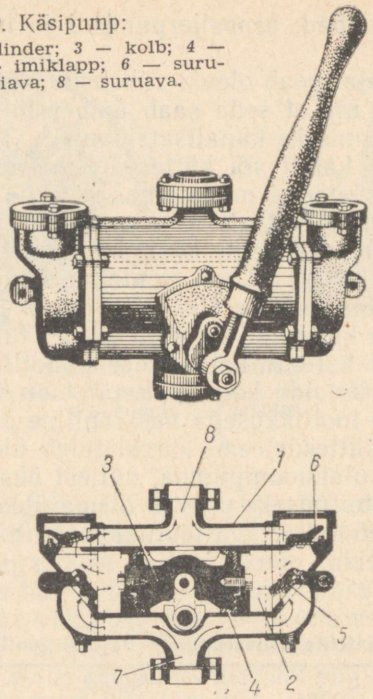
Aurukatelde toiteseadmete vajalik tootlikkus

Katelde kogu küttepind m²	Toitepumpade üldarv	Sellest		Iga pumba tootlikkus
		mehaanilisi pumpasid	käsipumpasid	
Kuni 25	1	—	1	—
„ 100	2	1	1	Üheaegselt töötavate katelde kahekordsele nimikoormusele vastav tootlikkus
Üle 100	3	2	1	

Ühte toitepumpa võib asendada veetorustik, kui rõhk veetorustikus katla juures on vähemalt 1 atmosfääri võrra kõrgem katla töörõhust. Sel juhul peab veetorustikul katla vahetus läheduses olema sulgventiil, tagasilöögiklapp ja manomeeter.

Kui aurukatlaid toidetakse kondensaadiga, mis voolab katlasse tagasi isevoolu teel, pole mehaaniliste toitepumpade ülesseadmine vajalik. Kondensaadi kaole vastava

Joon. 90. Käsipump:
1 — kere; *2* — silinder; *3* — kolb; *4* — nahkmansett; *5* — imiklapp; *6* — suruklapp; *7* — imiava; *8* — suruava.



veehulga sisseandmiseks katlasse võib kasutada käsipumpa.

Joonisel 90 on kujutatud kahepoolse töötamisega käsipump. Pumba kere *1* on valatud malmist. Silindris *2* asub kolb *3*, mis pannakse liikuma käsihoova edasi-tagasi liigutamisega. 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 pumpa 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 eba-

tihe, on kulunud kolvi nahkmansetid või pumbaklappide tihendid.

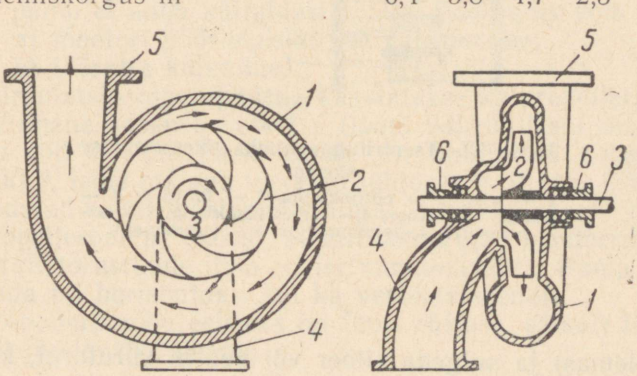
46. Tsentrifugaal- ja propellerpumbad

Tsentrifugaalpumpi kasutatakse aurukatelde toiteseadmetena, samuti tsirkulatsioonipumpadena sundtsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemides.

Tsentrifugaalpump (joon. 91) 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 ühtlaselt. Pumba tootlikkus oleneb tema mõõtmetest ja rootori pöörlemiskiirusest. Pumba eelisteks on ta töökindlus, tootlikkuse kerge reguleerimine ning teenindamise lihtsus.

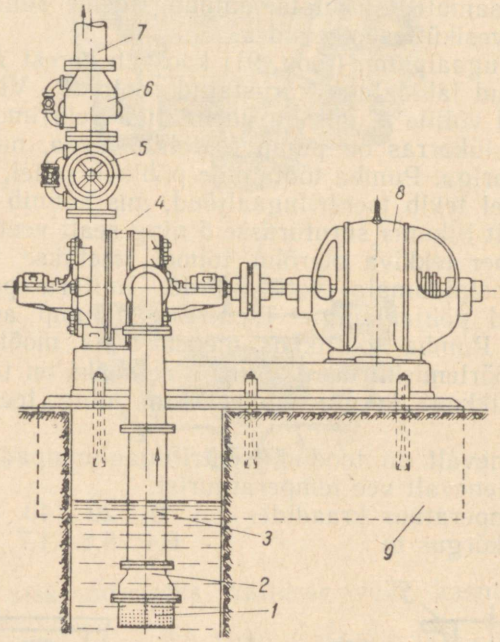
Alljärgnevalt on toodud tsentrifugaalpumpade imemiskõrgus, olenevalt vee temperatuurist.

Vee temperatuur kraadides	0	20	40	60	75
Imemiskõrgus m	6,4	5,8	4,7	2,3	0



Joon. 91. Tsentrifugaalpumba töötamise skeem:
1 — kere; *2* — rootor; *3* — võll; *4* — imitoru; *5* — surutoru; *6* — tihenduspuks.

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

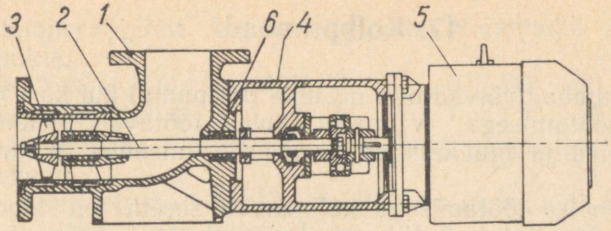


Joon. 92. Tsentrifugaalpumba ülesseadmise skeem:

1 — sõel; *2* — põhjaklapp; *3* — imitoru; *4* — pump; *5* — siiber; *6* — tagasilöögiklapp; *7* — surutoru; *8* — elektrimootor; *9* — vundament.

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 92.



Joon. 93. Propellerpump:
1 — kere; *2* — võll; *3* — propeller; *4* — juhtosa; *5* — elektrimootor; *6* — tihenduspuks.

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;
   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) tööratta telgnihkumine;
   c) mootori pöörlemiskiiruse vähenemine;
   d) vee kõrge temperatuur;
3) pump ei anna küllaldast rõhku. Põhjuseks võib olla:
   a) mootori pöörlemiskiiruse vähenemine;
   b) tööratta kulumine.

Tsirkulatsioonipumpadena kasutatakse ka propellerpumpi. Viimane koosneb kerest *1* (joon. 93), 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.

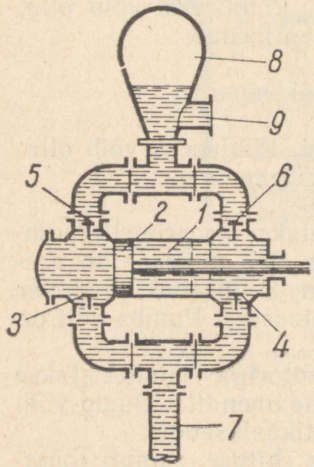
Propellerpump koos elektrimootoriga monteeritakse vahetult torustikule ilma erilise vundamendita. Pump võib töötada nii horisontaal- kui ka vertikaalasendis.

Propellerpumba eeliseks on tema ehituse, samuti töötamisel järelevalve lihtsus.

47. 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 94. Kolvi *2* liikumisel äärmisest vasakpoolsest seisust paremale tekitatakse silindri *1* vasakpoolses osas hõrendus, parempoolses osas aga ülerõhk. Hõrenduse toimel 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.



Joon. 94. Kahepoolse töötamisega kolbpumba skeem:

1 — silinder; *2* — kolb; *3, 4* — imiklapid; *5, 6* — suruklapid; *7* — imitoru; *8* — õhukuppel; *9* — surutoru.

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 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 korratusteks 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 katkemine. Põhjuseks võib olla:
   a) võõrkehade sattumine klapi ja istme vahele, mis takistab klapi sulgumist;
   b) klapi väljahüppamine istmelt;
   c) klapi kinnijäämine istmes.

XII. KESKKÜTTEKATLAMAJAD

48. Katlamajadele esitatavad nõuded

Katlaruum peab paiknema selliselt, et sinna oleks hõlbus kütust toimetada ja tuhka ning räbu eemaldada.

Katlaruumi põrandapind peab olema küllaldane katelde ning kogu seadmestiku mahutamiseks nii, et jääksid nõuetele vastavad läbikäigud.

Kõikide katelde esiküljed peavad asuma ühel sirgjoonel ja olema pööratud katlaruumi akende poole. Vahemaa katla esiküljest või eeskolde esiseinast kuni katlaruumi vastasseinani peab olema sisekoldega malmkatelde, silindriliste 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.

Kateldevaheliste käikude laius, samuti käikude laius katla ja hoone seinte vahel, peab olema vähemalt 1 m. Kui katlad asetatakse katlaruumi seina või sammaste lähedale, peab katla müüritise ja katlaruumi seina või sammaste vahele jääma vähemalt 7 cm laiune vahe, mis tuleb pealt ja külgedelt laduda tellistega kinni või täita infusoormullaga, mittekivineva räbuga või mõne muu mittepõleva või

mittekivineva isoleermaterjaliga. Katlaruumi kõrgus peab olema vähemalt 3,2 m.

Katlaruumil peab olema eraldi sissekäik; uksed peavad avanema väljapoole. Katla töötamise ja inimeste katlaruumis viibimise ajal välisuste lukustamine pole lubatav. Pärast töö lõpetamist ja teenindava personali lahkumist katlaruumist tuleb katlamaja välisuksed 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 ventilatsiooniga.

Katlaruumi vahetus läheduses peab olema ruum kütuse paigutamiseks. Tahkekütuse varu katlaruumis ei tohi ületada ööpäevast tarvidust ega segada kütja tööd.

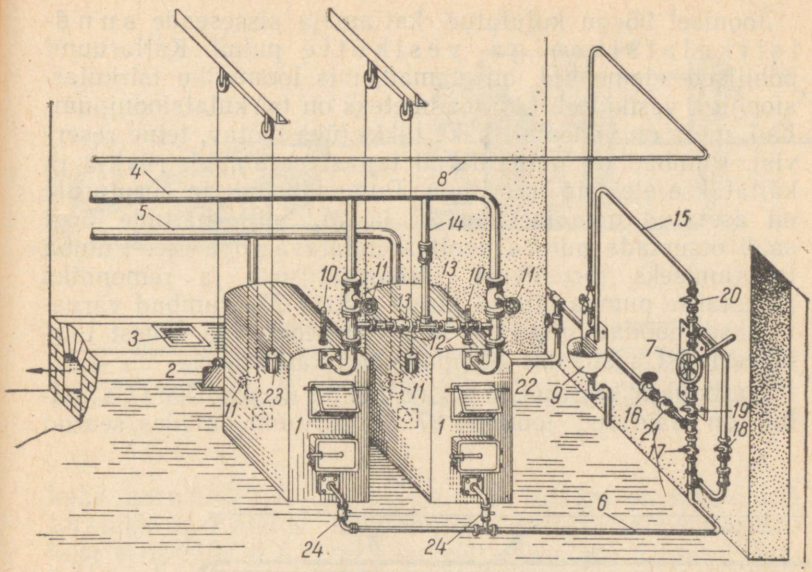
Kui katlad töötavad vedelkütusel, peavad kütteõlipaagid olema asetatud väljapoole katlaruumi. Katlaruumi on lubatud üles seada kinnisi õlipaake mahuga kuni 0,5 m^3. Paak ei tohi asuda katla kohal ja peab olema ühenduses välisõhuga vähemalt 50 mm läbimõõduga toru kaudu. Kütteõli nivoo jälgimiseks nendes paakides võib kasutada ujuknäitajaid või muid samaväärseid näitajaid. Mõõteklaaside kasutamine on keelatud. Igal kütteõlipaagil peab olema ventiiliga varustatud väljalasketoru ja sellise jämedusega ülevoolutoru, et paagi ületäitmine oleks võimatu.

Katlamajja on keelatud üles seada masinaid ja aparaate ning teha seal töid, mis ei ole otseselt ühenduses katla (katlaruumi) teenindamise või remondiga.

49. Katlamajade sisseseade

Katlamaja sisseseade loomuliku tsirkulatsiooniga vesikütte puhul on näidatud joonisel 95.

Süsteemi täitmiseks veega avatakse veetorustikul olev ventiil *16*, kraan *17* ja toitetorul 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*.



Joon. 95. Katlaruumi sisseseade loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttel:
1 — katlad; *2* — katlasiiber; *3* — suitsulõõri puhastusluuk; *4* — soojaveetorustik; *5* — tagasivoolutorustik; *6* — katelde toitetorustik; *7* — käsipump; *8* — paisumispaagi kontrolltoru; *9* — valamu; *10* — termomeeter; *11* — veesiiber; *12* — möödaviik; *13* — tagasilöögiklapp; *14* — torujätk kaitsetorustikul; *15* — äravoolutoru; *16* — sulgventiil; *17, 18, 19, 20* — kraanid; *21* — tagasilöögiklapp; *22* — toitetoru veetorustikust tagasivoolumagistraali; *23* — siibri vastukaal.

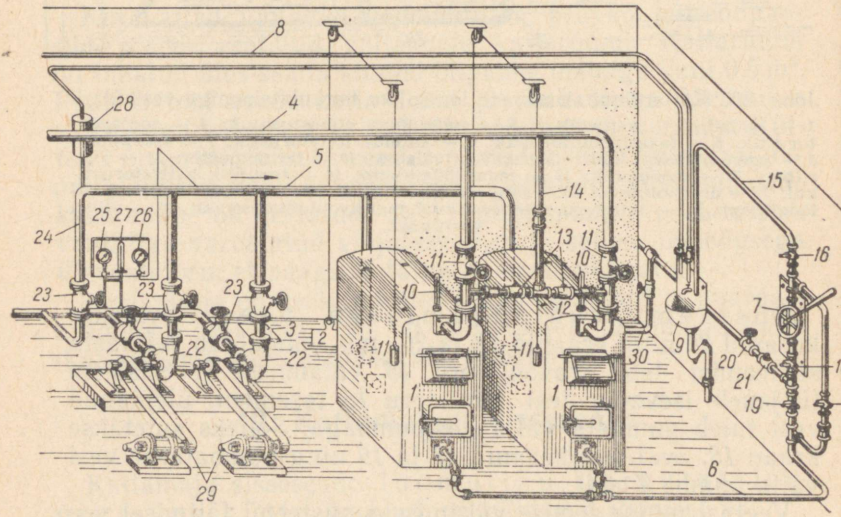
Süsteemi tühjendamiseks veest avatakse kraanid *24* ning kraanid *18* ja *20*, mis võimaldab vett lasta süsteemist läbi äravoolutoru *15* valamusse *9*. Süsteem tühjeneb isevoolu teel kuni toru *15* tasemeni; ülejäänud vesi tuleb pumbata välja käsipumbaga. Selleks suletakse kraan *18*, avatakse kraanid *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*.

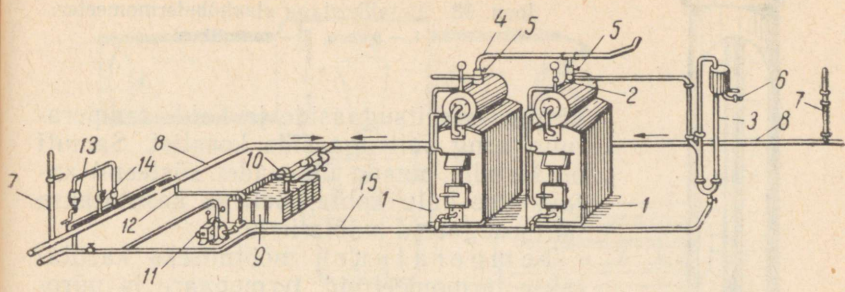
Joonisel 96 on kujutatud katlamaja sisseseade sundtsirkulatsiooniga vesiküttе puhul. Katlaruumi põhilised elemendid on samad, mis loomuliku tsirkulatsiooniga vesiküttel. Lisaseadmeteks on tsirkulatsioonipumbad, mida on vähemalt kaks tükki (üks töötav, teine reservis). Pumbad on paigaldatud tagasivoolumagistraalile ja käitatakse elektrimootoritega. Pumpade imi- ja surutorule on asetatud manomeetrid *25* ja *26*, mille näitude järgi saab otsustada pumba poolt arendatava rõhu üle. Pumba lahutamiseks torustikust järelevaatuseks ja remondiks asetatakse pumba ette ja järele siibrid *23*. Pumbad varustatakse möödaviiguga *24*, mis võimaldab vee vähest tsirkuleerimist süsteemis pumpade töö katkemisel.

Katlamaja sisseseade madalrõhuauruküttе puhul on näidatud joonisel 97. Katlaruumi on üles seatud



Joon. 96. Katlaruumi sisseseade sundtsirkulatsiooniga vesiküttel:

1 — katlad; *2* — katlasiiber; *3* — suitsulõõri puhastusluuk; *4* — soojaveemagistraal; *5* — tagasivoolumagistraal; *6* — katelde toitetorustik; *7* — käsipump; *8* — paisumispaagi kontrolltoru; *9* — valamu; *10* — termomeeter; *11* — veesiiber; *12* — kaitsetorustik; *13* — tagasilöögiklapp; *14* — torujätk kaitsetorustikul; *15* — äravoolutoru; *16, 17, 18, 19* — kraanid; *20* — sulgventiil; *21* — tagasilöögiklapp; *22* — tsirkulatsioonipump; *23* — veesiiber; *24* — möödaviik; *25, 26* — manomeetrid; *27* — termomeeter tagasivoolutorustikul; *28* — õhupaak; *29* — elektrimootor; *30* — toitetoru veetorustikust tagasivoolumagistraali.



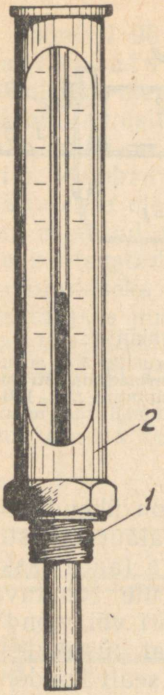
Joon. 97. Katlaruumi sisseseade madalrõhuauruküttel:
1 — aurukatel; *2* — aurukoguja; *3* — torulukk; *4* — aurutorustik; *5* — aurusiiber; *6* — toruluku väljavisketoru; *7* — püstik; *8* — kondensaadimagistraal; *9* — kondensaadipaak; *10* — kondenspott; *11* — tsentrifugaalpump; *12* — külmaveetoru; *13* — valamu; *14* — käsipump; *15* — toitetoru (tühjendamise toru).

kaks aurukatelt *1*. Aurukoguja *2* tutsiga on ühendatud torulukk *3*. Katelde lahutamiseks magistraalaurutorustikust *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 MÕÕTERIISTAD

50. 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

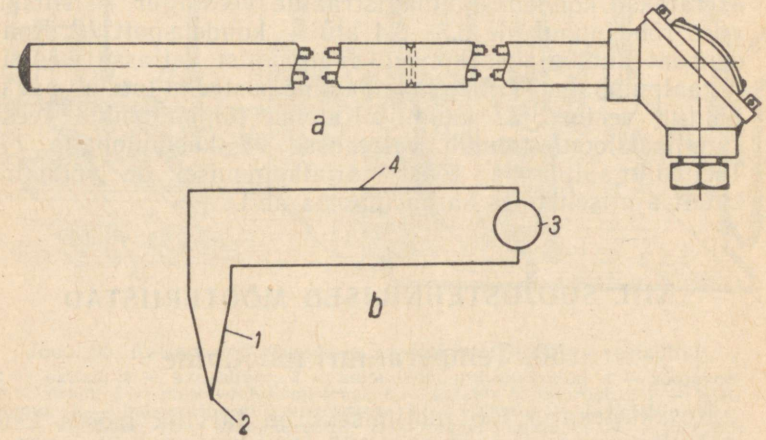


Joon. 98. Metallkestaga elavhõbetermomeeter:
1 — keere; *2* — metallkest.

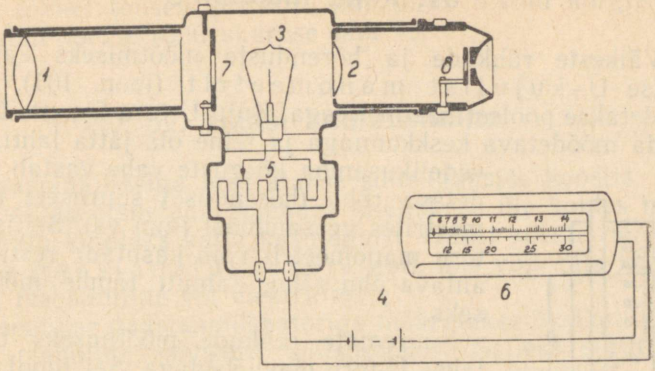
väljuvate suitsugaaside ja kolde temperatuuri ning suitsugaaside koostist. Samuti on tarvilik omada ülevaadet süsteemi antava vee kulu kohta. Selleks kasutatakse mitmesuguseid mõõteriistu.

Temperatuuri mõõtmiseks kasutatakse termomeetreid, termopaare ja püromeetreid. Katlamajas kasutatavad elavhõbetermomeetrid (joon. 98) peavad olema ümbritsetud metallkestaga, mis 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. Elavhõbetermomeetri mõõtepiirkond ulatub kuni 600°-ni.

Kaugnäitamise mõõteriistadena, samuti kõrgemate temperatuuride mõõtmiseks kasutatakse termopaare (joon. 99). Termopaari põhiliseks osaks on termoele-



Joon. 99. Termopaar:
a — välisvaade; *b* — termoelemendi ühendamine galvanomeetriga; *1* — termoelement; *2* — jootekoht; *3* — galvanomeeter; *4* — ühendusjuhtmed.



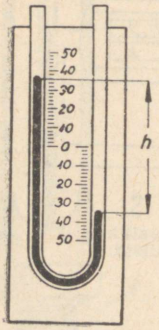
Joon. 100. Optiline püromeeter:
1 — objektiiv; *2* — okulaar; *3* — hõõglamp; *4* — vooluallikas; *5* — reostaat; *6* — milliampermeeter; *7*, *8* — valgusfiltrid.

ment, 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 jootekoha kuumutamisel. Galvanomeetri skaalalt loetakse mõõdetava temperatuuri suurus.

Leegi temperatuuri mõõtmiseks koldes kasutatakse optilisi püromeetreid (joon. 100). 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, 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.

51. Rõhu mõõtmine

Väikeste rõhkude ja hõrenduste mõõtmiseks kasutatakse U-kujulist manomeetrit (joon. 101), mis täidetakse poolest saadik veega. Kuju 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.



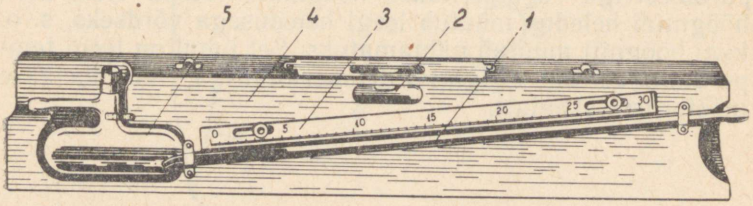
Joon. 101. U-kujuline manomeeter.

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.

Väikeste rõhkude (hõrenduste) täpsemaks mõõtmiseks kasutatakse kaldtoruga mikromanomeetreid (joon. 102). 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 mõõteriista seada horisontaalseks. Klaasnõu täidetakse piiritusega nii, et selle tase ei ületa skaala nullpunkti. Tõmbe mõõtmiseks ühendatakse klaastoru *1* lahtine ots kummivooliku abil mõõdetava keskkonnaga. Ala-



Joon. 102. Mikromanomeeter (tõmbemõõtja):
1 — klaastoru; *2* — vesilood; *3* — skaala; *4* — puitalus; *5* — klaasanum.

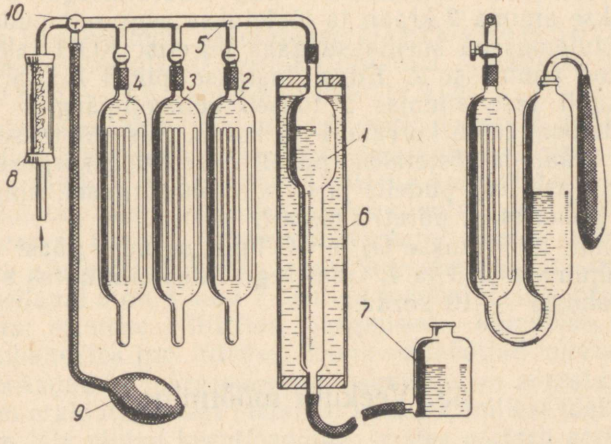
rõhu toimel tõuseb piiritus klaastorus teatud kõrgusele Skaalalt loeme rõhu suuruse mm vs.

52. 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 kaaliumhüdroksüüdi (KOH) lahus täielikult süsihappegaasi (CO_2), pürogallooli lahus hapniku (O_2) ja ammonikaalse vask(I)kloriidi lahus vingugaasi (CO).

Gaasianalüsaator (joon. 103) koosneb järgmistest osadest: mõõtepüretist *1*, absorbeerimisanumatest *2*, *3* ja *4* ning jaotustorust *5*. Mõõtepürett valmistatakse tavaliselt mahuga 100 cm^3. Mõõtmise täpsuse suurendamiseks tehakse



Joon. 103. Keemilise gaasianalüsaatori skeem:
1 — mõõtepürett; *2*, *3*, *4* — absorbeerimisanumad; *5* — jaotustoru; *6* — klaassilinder; *7* — pudel; *8* — filter; *9* — imipall; *10* — kolmekäiguline kraan.

püreti alumine osa peenem. Mõõtepürett asetatakse veega täidetud klaassilindrisse. Pürett 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 mõõtepüretiga. Vasakpoolses osas on tal kolmekäiguline kraan *10*, mis on ühenduses filtriga *8* ja kummist imipalliga *9*.

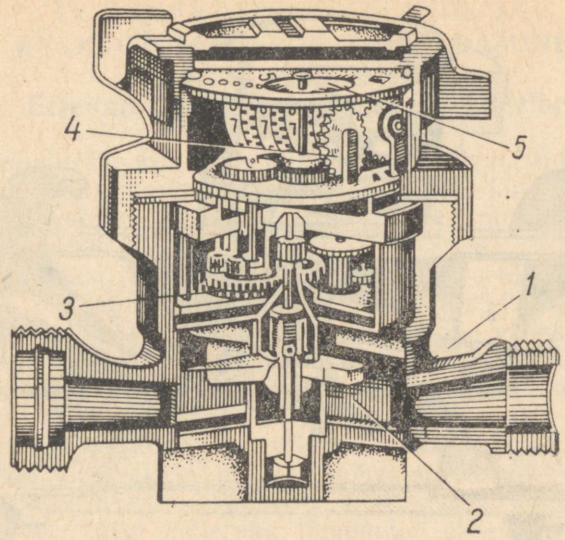
Enne gaasi võtmist analüüsimiseks viiakse vedeliku tase absorbeerimisanumates pudeli *7* üles-alla asetamisega kuni kraanide all asuvate kontrollmärkideni. Palli *9* abil imetakse gaas analüsaatorisse. Seejärel puhutakse läbi jaotustorustik, milleks gaas imetakse paar korda mõõtepüretti ja surutakse välja läbi kolmekäigulise kraani pudeli *7* abil. Gaasi võtmiseks lastakse pudel alla, millega mõõtepüretis tekitatakse hõrendus; gaasi väljasurumiseks tõstetakse pudel *7* üles. Seejärel imetakse analüüsimiseks veidi rohkem kui 100 cm^3 gaasi. Edasi tuleb gaasiproov püretis viia atmosfäärilise rõhu alla. Selleks tõstetakse pudel *7* sellisele kõrgusele, et veepind asetseks pudelis ja püretis ühekõrgusel. Kuna gaasiproovi maht püretis on suurem kui 100 cm^3, tuleb pudeli *7* abil osa gaasi püretist välja suruda.

Gaasianalüüsi alustatakse CO_2 määramisega. Selleks avatakse anuma *2* kraan ja tõstetakse aeglaselt pudelit *7*, mille tulemusena surutakse gaas püretist KOH lahusega täidetud anumasse *2*. Edasi lastakse pudel *7* alla, kuni kemikaali tase anumas *2* tõuseb kontrollmärgini. Seda operatsiooni tuleb korrata 4—5 korda. Siis suletakse anuma *2* kraan ja tõstetakse pudel *7* sellisele kõrgusele, et veepind asetseks pudelis ja püretis ühekõrgusel, ning loetakse gaasi maht püreti skaalalt.

Samuti määratakse O_2 ja CO hulk, surudes gaasi vastavalt anumatesse *3* ja *4*. Gaasisegu tuleb siinjuures suruda läbi lahuste 7—10 korda.

53. Veekulu mõõtmine

Veekulu mõõtmiseks kasutatakse veemõõtjaid. Enamlevinud veemõõtjateks on kiirusveemõõtjad. Väiksemate veehulkade puhul (torustiku läbimõõdu

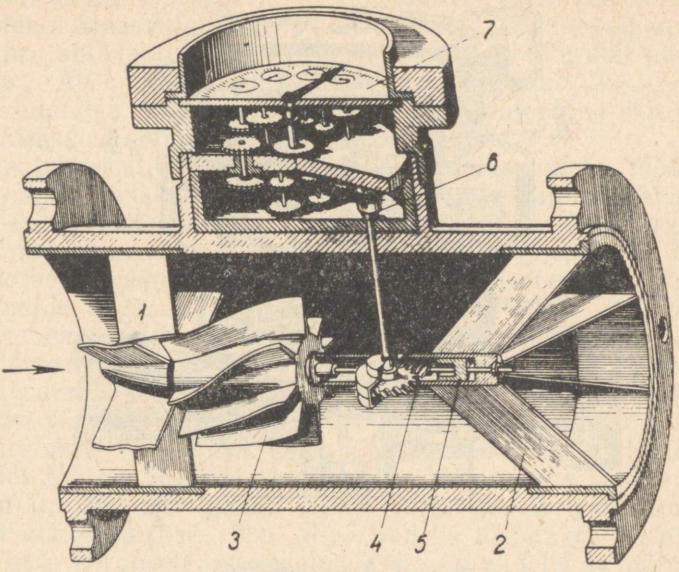


Joon. 104. Tiivik-veemõõtja:
1 — kere; *2* — tiivik; *3* — hammasrataste süsteem; *4* — arvestusmehhanism; *5* — numbrilaud.

juures kuni 50 mm) kasutatakse tiivik-veemõõtjaid, suuremate veehulkade puhul (torustiku läbimõõdu juures üle 50 mm) — turbiin-veemõõtjaid.

Tiivik-veemõõtja (joon. 104) koosneb kerest *1*, milles on lamedate labidatega ja vee liikumise suunaga risti asuva teljega tiivik *2*. Kaalu vähendamiseks valmistatakse tiivik tselluloidist. Sooja vee mõõtmiseks kasutatakse nikeldatud valgevasest tiivikut. Tiiviku pöörlemine antakse hammasrataste süsteemi *3* kaudu edasi arvestusmehhanismile *4*. Numbrilaual *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. 105) on spiraallabidatega tii-



Joon. 105. Turbiin-veemõõtja:
1 — vooluõgvendaja; *2* — kronstein; *3* — tiivik; *4* — tiguülekanne; *5* — tagumine laager; *6* — ülekandemehhanism; *7* — numbrilaud.

vik *3* asetatud teljele, mis langeb ühte toru teljega. Tiivik kujutab endast kerget tselluloidist turbiini.

Tiivik-veemõõtjad paigaldatakse horisontaalselt, turbiin-veemõõtjad mis tahes 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.

IV. KESKKÜTTESÜSTEEMIDE JA KESKKÜTTEKATELDE TEENINDAMINE

54. Ettevalmistused algavaks kütteperioodiks

Ligikaudu üks kuu enne kütteperioodi algust tuleb teostada proovikütmine, et jõuda selgusele küttesüsteemi, katelde ja abiseadmete korrasoleku üle. 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 küttekehadest 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 uksed ja luugid, vahetada läbipõlenud ja kõverdunud restid, tihendada luukide ja suitsukanalite ebatihedad 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 kütmise abinõud (kühvlid, roobid, orad, restinoad, kangid) ning katla küttepindade puhastamise vahendid (traatharjad, kraabid), samuti vajalikud tööriistad (võtmed, haamrid jm.), tagavara-veeklaasid, määrdeained jne.;

kontrollida, kas katla ja torustiku vahele ei ole asetatud pimeäärikuid. Viimaste olemasolul need eemaldada;

veenduda katla armatuuri (kaitseklappide, tagasilöögiklappide, 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 tihen-

duspukside 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 papitüki või lauakese abil pihustamise kvaliteeti.

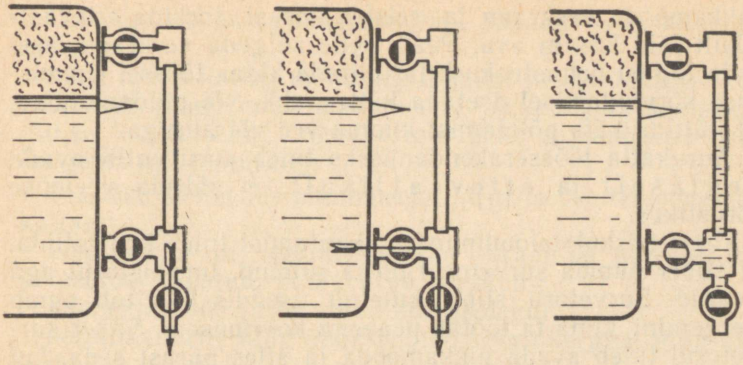
Proovikütmise käigus tuleb kontrollida küttesüsteemi torustiku tihedust, küttekehade soojenemist kõikides ruumides, toitepumpade ning tsirkulatsioonipumpade töötamist, armatuuri ja kondenspottide korrasolekut ning suitsukäikude tihedust (põleva tiku või küünlaleegi abil).

55. Katla sissekütmine ja süsteemi käikulaskmine

Enne katla sissekütmisele asumist on kütja kohustatud kontrollima, et veekateldel oleksid siibrid peale- ja tagasivoolutorustikul täiesti avatud. Rangelt 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. Õhtlasi 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.



Joon. 106. Veeklaasi läbipuhumise skeem.

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.

Sissekütmist tuleb teostada aeglaselt, kuni katla kõikide osade ühtlase kuumenemiseni. Seejuures tuleb jälgida katla ja küttesüsteemi termomeetrite ning manomeetrite näitusid, aurukatla juures ka veeseisu veeklaasis.

Enne aurukatla töösserakendamist tuleb läbi puhuda selle veeklaasid (joon. 106), milleks pikkamööda:

avada läbipuhumiskraan;

sulgeda veekraan (puhutakse läbi auruosa ja klaas);

avada veekraan ja sulgeda aurukraan (puhutakse läbi veeosa). Vastupidises järjekorras avamisel võib tekkida tugev veelöök, 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. 64); avada

pikkamööda veekraan ja, seistes kõrval, torkida ettevaatlikult läbi kraani ava. Peale selle sulgeda veekraan, asetada 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.

56. 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 müüritus on korras (ei esine pragusid, sisselangemisi);

toitepumba korrasolekut viimase käivitamise teel;

kõigi abiseadmete (õhu- ja tõmbeventilaatorite jm.) korrasolekut;

kütusehulka paakides (õliküttel).

Peale selle 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 katlas pole langenud atmosfäärirõhuni. 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 re-

monti 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 räbust ning tuhast;

pärast kütuse sisseviskamist sulgema koldeukse alati lingiga. Õhupuhumisega kolletel enne koldeukse avamist vähendama 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 esemetega ega katla peal kuivatada mis tahes 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 uksed lukustatud ega riivis;

valvama, et katlamajas ei hoitaks kergestisüttivaid vedelikke (petrooleumi, bensiini) 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 (mürgituste vältimiseks vingugaasiga);

korralikult pidama vahetuseraamatut ettenähtud vormi järgi ja teostama kütuse kulu arvestust.

Peale ülalnimetatud kohustuste peab kütja veekatelde puhul:

hoidma vee temperatuuri katlas ettenähtud kõrgusel vastavalt välisõhu temperatuurile (vt. lisa 5); jälgima, et vee

temperatuur katlas ei tõuseks üle 90°; jälgima veetaset 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, ventilaatorite ja elektrimootorite töötamist, kontrollima nende laagrite, tihenduspukside ja rihmajamite seisukorda. Laagreid tuleb määrida 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.

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 kaitsekork elektrimootori ühel faasil, 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 keemahakkamist 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 seestning väljastpoolt puhas ning veetase klaasis hästi nähtav;

hoolikalt jälgima veeseisu katlas, mis tuleb hoida ligikaudu ¾ veeklaasi kõrgusel. Veepind klaasis peab kergelt kõikuma. 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 töörõhku 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 silmustoru. Enne manomeetri ühendamist katlaga tuleb anda veidi aega auru kondenseerumiseks silmustorus;

kontrollima, et torulukk oleks veega täidetud proovikraanini;

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.

57. 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 süstemis 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 magistraaltorustike 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 toitmine veega kategooriliselt 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.

Avariilisel katla seismajätmisel tuleb lõpetada kütuse pealeandmine ja eemaldada koldest tuli või äär-

misel 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 kogunemiskohtadest 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, suitsukäigud ja välispind tuleb puhastada tuhast ning tahmast.

58. 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 ette nähtud 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 väärõhku, mis jahutab katelt ja halvendab tõmmet.

Kui küttepindu puhastatakse katla töötamise ajal, siis tuleb korstnasiiber hoida avatuna ainult nii palju, 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 ülekuumutamisega. Tarviduse korral tuleb põletamist teostada mitmes järgus, katkestades põlemist õhu juurdevoolu sulgemisega.

59. 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, milledel 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-liitrilise mahuga puitanumas, mis asetatakse katlast kõrgemale, et lahus liiguks katlasse isevoolu teel. Anum ühendatakse katlaga ligikaudu 50 mm läbimõõduga kummivooliku abil, mille ots viiakse tagasivooluavasse.

Pealevoolu- (auru väljavoolu) ava peab olema avatud

katlakivi lahustumisel tekkiva süsihappegaasi eemaldamiseks. Katla pesemine kestab kuni 1,5 tundi ja katkestatakse, kui lõpeb süsihappegaasi eraldumine.

Pärast katla pesemise lõpetamist lahjendatakse töötanud lahus veega vahekorrani 1:1 ja juhitakse kanalisatsiooni. Katel tuleb puhta veega hoolikalt läbi uhtuda.

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 kasutatakse erilist preparaati «Unikool». Selle puudumisel võib happelahusele lisada 1% tisleriliimi või kanepi-õlikooke.

Soolhappelahuse kontsentratsioon ja vajalik inhibiitori hulk sõltub katlakivi koostisest ja paksusest ning tuleb valida vastavalt tabeli 20 andmetele.

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 20

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 konstsentratsioon arvestatakse kloorvesiniku (HCl) hulga järgi. Üks kg 30%-list tehnilist soolhapet sisaldab 0,34 kg kloorvesinikku.

100-liitrilise koguse 10%-lise lahuse saamiseks on tarvis soolhapet:

$$\frac{100}{10 \cdot 0{,}34} = 29{,}4 \text{ kg.}$$

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, kummisäärikuid ning kaitseprille.

Teraskateldest, millel on küllaldasel määral puhastusluuke, kõrvaldatakse katlakivi katla läbikeetmise teel sooda- ja seebikivi lahusega.

Katel eraldatakse torustikkudest kas siibrite (kraanide) või pimeäärikute abil.

Iga 100 liitri katlavee kohta antakse katlasse 1 kg seebikivi ja 1,5 kg pesusoodat. Enne seebikivi ja sooda sisseandmist tuleb need ained erinõudes 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.

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

60. Soojuskaod ja katla kasutegur

Katla soojusbilanss annab ülevaate katlas kasulikult tarbitud kütuse soojusest ja üksikutest soojuskadudest. Kui tähistada suitsugaasidelt katla veele (aurule) üle-

antavat 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 — jääkkaod (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:

$$\eta = 100 - q_{kaod}(\%).$$

Keskküttekatelde kasutegur, sõltuvalt katla tüübist, suurusest ja kütuse liigist ulatub 60—90%.

Korstnakadu on tingitud sellest, et suitsugaasid lahkuvad katlast tunduvalt kõrgema temperatuuriga, kui on koldesse voolaval põlemisõhul. Kütuse põlemisel tekib ligikaudu sama 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 tarvitatakse 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 puhtatena, mis tagab paremat soojuse ülekandmist suitsugaasidelt veele ja alandab seega lahkuvate suitsugaaside temperatuuri.

Keskküttekatelde juures tuleb lugeda heaks, kui suitsugaaside temperatuur ei tõuse üle 130—180°, ja rahuldavaks, kui temperatuur ei ületa 180—250°. 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—20%.

Keemiline kadu tekib põlemisõhu puudusest, õhu ebaühtlasest läbivoolamisest kütusekihist ja kolde madalast temperatuurist. Käsitsi teenindatavates kolletes ulatub see 4—8%-ni. Seejuures 1% vingugaasi (CO) suitsugaasis põhjustab katla kasuteguri vähenemist ja kütuse ülekulu 6—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—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—6%. Soojuskadu välisjahtumisest saab vähendada katlaosade hea isoleerimisega; katlaseinte soojusisolatsioon tuleb hoida alati korras.

XVI. KESKKÜTTESEADMETE KORRATUSED JA AVARIID

61. Keskküttesüsteemide korratused 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 kütte-

perioodi ajal selgitada kõik töötamisel esinevad korratused, 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.

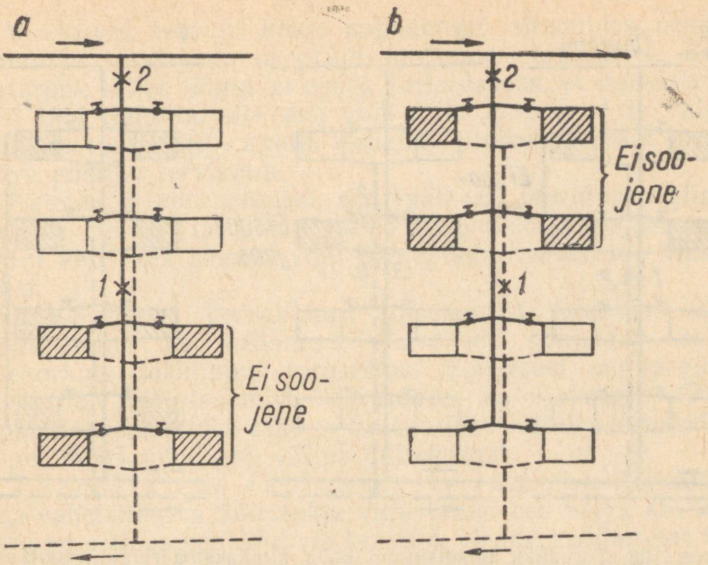
Ummistumised võivad tekkida torustikku veega sattunud mustusest, remondi puhul hooletult puhastatud torude kohaleasetamisest, tihendusmaterjali tükkide sattumisest torustikku jne. Kõige sagedamini ummistuvad kahekordse reguleerimisega kraanid ja küttekehade ühendustorud püstikute juures.

Ummistuste kõrvaldamiseks tuleb arvatavad ummistunud kohad torustikul välja lülitada, torustik lahti võtta ja ummistus eemaldada. Pärast torustiku või armatuuri puhastamist ja veega läbiuhtumist monteeritakse lahtivõetud 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. 107, *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 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 küttekehad ei soojene üldse, ülemiste korruste küttekehad soojenevad aga halvasti.

Kui näiteks soojenevad kahe alumise korruse küttekehad ja ei soojene ülemiste korruste omad (joon. 107, *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

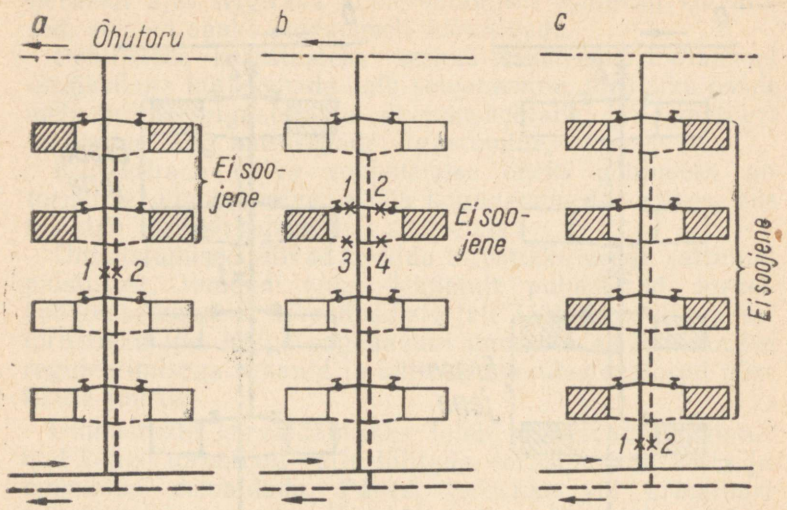


Joon. 107. Torustiku ummistunud koha kindlaksmääramine sooja vee ülemisel jaotusel.

küttekeha ja soojaveemagistraali vahel. Kui sel puhul kõrvaldada ainult ummistus punktis *1*, siis ummistuse tõttu punktis *2* kas kõik küttekehad soojenevad halvasti või soojenevad ülemised küttekehad normaalsest nõrgemini, alumised küttekehad ei soojene aga üldse.

Kui sooja vee ülemisel jaotusel ei soojene ükski küttekeha, 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. 108, *a*), siis võib täielik ummistus esineda punktides *1* ja *2* teise ja kolmanda korruse vahel. Kui ei soojene mingi püstiku üks küttekehadest, siis kõige tõenäolisem ummistus esineb küttekeha ühendustoru punktis *1*, *2*, *3* või *4* (joon. 108, *b*).



Joon. 108. Torustiku ummistunud koha kindlaksmääramine sooja vee alumisel jaotusel.

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 korratused või vastupidise kallaku tekkimine torustiku äravajumise tagajärjel. Neil juhtudel tuleb õhukraanid korrastada ning torustik kinnitada õigesti.

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 auruküttе 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 aurutuspeegliga katelde НБ ja НМ 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 sektsioonid kõrvaldatakse ja asendatakse uutega. Radiaatorite korke ja nipleid, mis ei anna keerata, soojendatakse leeklambiga.

62. Keskküttekatelde korratused ja vigastused

Keskküttekatelde ebaõige teenindamise ning hooletu ümberkäimise tagajärjel võivad tekkida korratused ja vigastused, mis takistavad katla normaalset ekspluateerimist 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. Õigeaegselt 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 lubatava määra, mis võib tekkida katla sissekütmisel kinniste siibritega pealevoolu- ja tagasivoolutorustikul.

2) Nippelühenduste lekkimine. Ülemiste niplite lekkimisel satub vesi koldesse, kust kuuldub 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 müüritisega. Samuti põhjustab katlametalli sööbimist väävli 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. Sa-

muti põhjustab leegitoru väljapaisumisi rõhu tõusmine katlas üle lubatava 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 tihenduspindadele ning tihenduspindade sööbimine. Ebatihe armatuur tuleb lahti võtta ja tihenduspinnad puhastada; sööbinud pinnad 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 spiraaltorusse. 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 spiraaltoru 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 väärõhku, mis põhjustab kütuse ülekulu;

õhuluukide puudumine, kõveraks paindumine või läbiroostetamine, mis ei võimalda õige põlemisrežiimi rakendamist;

restipiide osaline puudumine või läbipõlemine, mille tagajärjel variseb tuha hulka palju läbipõlemata kütust. Kütja peab hoolitsema, et rest oleks alati korras;

malmkatla kesta korratused. Kest peab olema hästi sobitatud katlale ja eraldatud sektsioonidest 5—6 mm paksuse asbestikihiga. Kesta ühenduskohad peavad olema tihedad,

samuti kestas olevad puhastusluugid, et vältida väärõhu sissepääsu, mis halvendab tõmmet. Kesta ja puhastusluukide tihedust saab kontrollida põleva tiku või küünlaleegi abil.

5) Korratused katla müüritises, nagu:

tuleläve varisemine koldes halva müüritise või sagedamini kütja hooletuse tõttu kolde teenindamisel. Selle tulemusena halveneb põlemine koldes;

katla suitsukäikude varisemine, tingituna halvast müüritisest. Selle tagajärjel halveneb tõmme. Müüritise vigastunud kohad tuleb kohe parandada;

müüritise ebatihedus. Sel juhul imetakse koldesse ja suitsukäikudesse väärõhku, mis halvendab põlemist ja tõmmet. Müüritise ebatihedad kohad tuleb saviga kinni määrida.

63. Tõmbe- ja õhuseadmete korratused

1) Siiber. Siibri korratu töötamine ei võimalda tõmbe reguleerimist, mille tagajärjeks on kütuse ülekulu. Siibri korratusteks on:

siibri kinnikiilumine lehe paindumise, raami kõverdumise või raami soonte ummistumise tagajärjel tellisetükkidega, saviga jm. Sel puhul tuleb suitsulõõr osaliselt lahti võtta ja siiber korrastada;

siibri halb sobitamine raamile ja raami puudumine. Sel juhul voolab siibri kohalt suitsulõõri palju väärõhku, mis halvendab tõmmet ja takistab katla koormamist;

siibri vastukaalu puudumine, mis on sageli põhjuseks, et kütja ei reguleeri tõmmet vajaduse järgi. Vastukaal valmistatakse terastorust 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 küünlaleegi abil ja avastatud praod saviga kinni määrida.

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 küttepe-rioodi 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 puhul 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 nende vaheline õhuvahe ei ületaks 1—2 mm;

katla gaasikäikudesse ja suitsukanalitesse on kogunenud lendtuhka ja tahma. Puhastada gaasikäikusid ja suitsukanaleid regulaarselt sagedusega, mis sõltub kasutatavast kütusest, katla tüübist ja muudest kohapealsetest tingimustest;

kütja hooletuse tõttu on jäetud lahti mittetöötavate katelde siibrid.

3) Altõhu kanalid 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.

64. 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 võõrkehade 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. Murdub 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 imiava 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.

3) Elektrimootorid. Elektrimootorite peamiseks korratuseks on mootori ülekuumenemine, mille põhjuseks võib olla:

laagrite puudulik õlitamine, võõrkehade sattumine laagritesse ja õlitusrõnga kinnikiilumine või murdumine;

kuullaagrite vigastumine;

mootori mähiste isolatsiooni vigastumine;

mootori ühendamine võrku, mille pinge ei vasta mootori pingele;

mootori ülekoormamine tingituna mootori väikesest võimsusest.

Elektrimootor jääb seisma, kui
vool katkeb;
põlevad läbi mootori mähised;
põleb läbi ühe faasi kaitse. Sel juhul hakkab mootor undama. Mähiste läbipõlemise vältimiseks tuleb elektrimootor viivitamatult võrgust välja lülitada, läbipõlenud kaitse asendada uuega ja alles seejärel käivitada mootor uuesti.

65. Avariid

Avarii all mõistetakse keskküttesüsteemi, katla või abiseadmete vigastust või normaalse töörežiimi katkemist, mille tagajärjel süsteem või katel langeb tööst välja. Katelseadmete 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 katelseadmete 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. 57;

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 õnnetusi. Valdav enamik katelde lõhkemisi tekib ekspluatatsioonireeglitest mittekinnipidamise ja kütja hooletuse tagajärjel.

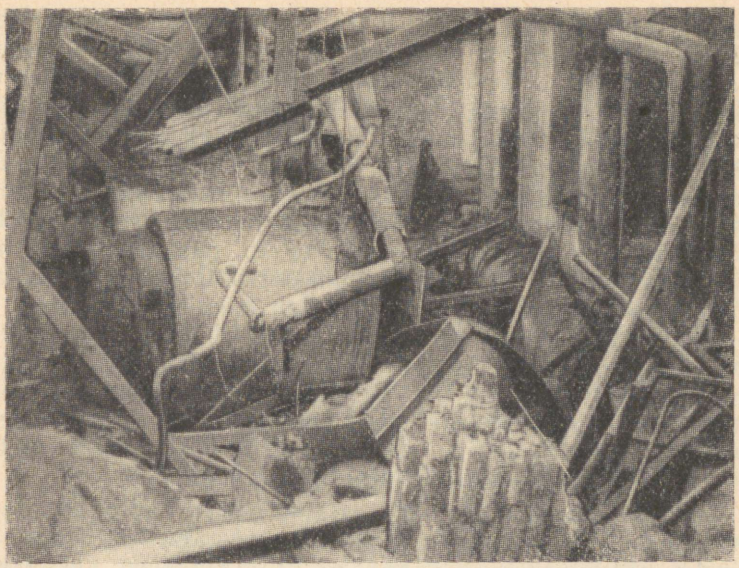
Veekatlad võivad lõhkeda, kui neid köetakse suletud siibritega või kui peale- ja tagasivoolumagistraalidele on unustatud pimeäärikud, mis asetati sinna remondi puhul katla eraldamiseks süsteemist.

Juhul, kui mõlemad siibrid (nii peale- kui ka tagasivoolumagistraalil) on suletud ja puudub möödaviik pealevoolutoru siibrist 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 joon. 109.

Katla lõhkemisest tuleb viivitamatult teatada katlainspektsioonile. Kuni inspektori kohaletulekuni ja akti koostamiseni ei tohi korrastada hooneid ega ümber paigutada lõhkenud katla osi, välja arvatud juhul, mil purunenud 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 hõõguvpunaseks, tuleb kütmine viivitamatult lõpetada, tuli koldest välja tõmmata ja katlal lasta pikkamööda jahtuda. 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, siis 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.



Joon. 109. Veekatla lõhkemisest tekitatud purustused.

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 pimeäärik 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 lubatava 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 auru rõhk katlas kiiresti atmosfäärirõhuni ning osa katlas olevat vett aurustub silmapilkselt. Kuna aga 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.

Kuivaksjäänud katel tuleb lasta pikkamisi maha jahtuda. Külma vee andmine katlasse võib põhjustada viimase lõhkemise. Kütja tegevus veeseisu langemisel katlas on toodud katla teenindamise peatükis (vt. p. 56).

Katla küttepindade ülekuumenemist ja selle tagajärjel nende pragunemist võib põhjustada ka paks katlakivikiht küttepindadel, mis ei võimalda viimaste jahutamist vee poolt. Seepärast tuleb kütteperioodi lõppemisel kontrollida katlakivi olemasolu küttepindadel ja tarvidusę korral katel läbi keeta või puhastada happega.

Aurukatelde lõhkemist võib põhjustada ka rõhu tõusmine katlas üle lubatava 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 inimelusid, 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 aurukatlale maksimaalne toitmine ning lasta aur katlast välja;

sulgeda katlaruumi uksed ja aknad; et takistada õhu juurdevoolu;

teatada olukorrast katlamaja eest vastutavale isikule.

XVII. KATLA JÄRELEVALVE JA OHUTUSTEHNILISED NÕUDED

66. Katelde järelevaatused

Kõik madalrõhu-aurukatlad ja veekatlad, mille vee temperatuur on üle 115°, kuuluvad katlainspektsiooni järelevalve alla. Nimetatud katlad peavad enne käikulaskmist olema registreeritud kohalikus katlainspektsioonis. Registreerimisavaldusele peab olema juurde lisatud ettenähtud vormi kohaselt täidetud katla pass.

Uutele ülesseatavatele ja töötavatele kateldele tehakse tehnilisi järelevaatusi, mille ülesandeks on kontrollida, kas katla tugevus on küllaldane tema ohutuks töötamiseks ja kas ta on varustatud vajalike seadmetega ning mõõteriistadega. Järelevaatusi tehakse katlainspektsiooni ja ettevõtte või asutuse tehnilise personali poolt.

Katlainspektsiooni poolt tehakse järelevaatuse alla kuuluvatele uutele ülesseatud kateldele enne ekspluatatsiooniloa andmist väliseid tehnilisi ülevaatusi, et kontrollida katla passis toodud andmeid katla ja katlamaja kohta, samuti töötavatele kateldele vähemalt üks kord aastas ja pärast iga remonti või ümberehitust, mille juures muutus katlamaja torustiku skeem või katla asetus.

Töötava katla juures kontrollitakse välisel ülevaatusel katla osade ja müüritise üldist seisukorda, armatuuri ja toiteseadmeid, katlamaja ja kõigi abiseadmete seisukorda ning katla teenindamist. Ühtlasi kontrollitakse ka personali teadmisi katla teenindamise, ohutustehnika reeglite tundmise jne. alal.

Katla valdaja-käitise või -asutuse tehnilise personali (katlamaja eest vastutava isiku) poolt tehakse perioodilisi järelevaatusi ja veesurveproove, et kontrollida seadmete seisukorda ja kõlblikkust edasiseks töötamiseks. Järelevaatuse ja veesurveproovi tulemused tuleb kanda katlaraamatusse.

Igale katlale ja veesoojendile tehakse *sisemine* ja *väline ülevaatus* mitte harvem kui üks kord aastas. Ülevaatus koos *veesurveprooviga* tehakse pärast seadmete monteerimist või uude kohta ümberpaigutamist, pärast remonti, kui seejuures tehti keevitusi või neetimisi, või kui vahetati torusid või muid osi. Veesurveproov tehakse sel puhul rõhuga, mis vastab seadme *prooviröhule*.

Katla ja veesoojendi ülevaatus koos veesurveprooviga, mille puhul rõhk tõstetakse *tööröhuni*, tehakse pärast iga puhastust või remonti, kuid mitte harvem kui kord aastas.

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 torustikust lahutada pimeäärikutega, mis asetatakse toruäärikute vahele. Enne ülevaatust ei tohi katelt millegagi määrida ega üle hõõruda.

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:

esmakordselt ülesseatud uutele malm- ja teraskateldele rõhuga, mis on ette nähtud valmistaja-tehase poolt, kuid see ei tohi olla alla 1,5-kordse töörõhu ega alla 2 atü;

varem töötanud malm- ja teraskatelde rõhuga, mis vastab 1,5-kordsele töörõhule, kuid mitte alla 2 atü.

Veesoojenditele (boileritele) tehakse veesurveproov köe-

tavatele ja kütvatele osadele eraldi. Seejuures võetakse iga osa proovirõhk vastavalt valmistaja-tehase normidele, kuid see ei tohi olla madalam kui 1,5-kordne töörõhk. Igal juhul peab iga osa proovirõhk 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 töörõhuni, mille all hoitakse seade kogu järelevaatuseks vajaliku aja kestel.

Katel loetakse veesurvekindlaks, kui ei esinenud lekkimist, purunemist ega jäävaid deformatsioone. 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.

Peale katlainspektsiooni peab katelde ning veesoojendite perioodilisi järelevaatusi ja veesurveproove tegema katlamaja eest vastutav isik, et kontrollida seadmete seisukorda ja kõlblikkust edasiseks ekspluatatsiooniks. Järelevaatuse ja veesurveproovi tulemused tuleb kanda katlaraamatusse.

Igale katlale ja veesoojendile tehakse katlamaja eest vastutava isiku poolt sisemine ja väline ülevaatus koos veesurveprooviga pärast seadmete monteerimist või uude kohta ümberpaigutamist, pärast remonti, kui seejuures tehti keevitusi või neetimisi või kui vahetati torusid või muid osi. Veesurveproov tehakse sel puhul rõhuga, mis vastab seadme proovirõhule.

Katla ja veesoojendi ülevaatus koos veesurveprooviga, mille puhul rõhk tõstetakse töörõhuni, tehakse pärast iga puhastust või remonti, kuid mitte harvem kui kord aastas.

67. Üldisi ohutustehnilisi nõudeid

Katelde teenindamise võib usaldada isikutele, kes on vähemalt 18 aastat vanad, arstlikult läbi vaadatud, läbi teinud vastava õppuse ja kellel on tunnistus vastava eksa-

mi 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.

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.

Igas katlamajas peab nähtavas kohas olema klaasi all välja pandud katlamaja torustiku skeem, eeskirjad keskküttekatlamajade kütjatele, sisekorra eeskirjad ja erijuhised gaasiseadmete, veesoojendite või muude seadmete teenindamise kohta, olenevalt katlamaja seadmete iseloomust.

Kütja peab jälgima, et katlamaja valgustus, eriti katelde manomeetrite, veeklaaside ja termomeetrite oma, oleks korras. Katlaruumis tuleb hoida alaliselt varuks petrooleumilamp, latern või küünlaid kasutamiseks elektrivalgustuse katkemisel.

Katlamajas tuleb hoida korda ja puhtust. Katlaruumi sissekäikudesse ja katlaruumi pole lubatud asetada kõrvalisi esemeid, materjale, seadmeid jm., mis takistavad vaba läbipääsu. Katlaruumis on keelatud hoida kergestisüttivaid aineid (petrooleumi, bensiini, õlisid, puulaaste jm.).

Katlamajja viivatel treppidel peavad olema käsipuud ning trepiastmed terved. Trepid peavad talvel olema hoolikalt puhastatud lumest ning jääst.

Katlamajas asuvate kõikide elektrimootorite kered peavad olema maandatud, et vältida inimeste sattumist voolu alla.

Katlamajja peab toimuma pidev värske õhu juurdevool. Suitsu tugeval sissetungimisel ruumi peab kütja katkestama kütmise, ventileerima ruumi ja selgitama tõmbe nõrgenemise 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 sisseviskamisel ja lõhkumisel tuleb kanda kaitseprille.

Katla sissekütmisel, eriti õli- ja gaasiküttel, mil kütmisrežiim pole veel kindlaks kujunenud, peab kolde teenindamisel olema väga ettevaatlik: mitte seista vaateavade ja

pääsuluukide ees, tule jälgimiseks koldes kasutada kaitseprille.

Veeklaaside, proovikraanide ja muu armatuuri käsitsemisel tuleb kasutada kindaid. Veeklaaside läbipuhumisel tuleb pöörata nägu kõrvale. Rõhu all oleva katla siibreid ja ventiile tuleb avada ning sulgeda sujuvalt ja ettevaatlikult. Toimingutel armatuuriga peab olema tagatud töökoha 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.

Elektrimootorite sisse- ja väljalülitamisel tuleb kasutada kummikindaid. Tuleb vältida elektripinge all olevate esemete puutumist.

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 määrida töötavate mootorite, pumpade või ventilaatorite laagreid ega pingutada nende topendeid.

Katlamajas töötamisel tuleb kasutada elektrikandelampe, mille pinge ei ületa 12 volti. Elektrilampe võib vahetada ja puhastada ainult siis, kui vool on välja lülitatud.

Katlamajas peavad olema järgmised tulekaitsevahendid: tahkekütusel töötamisel — üks keemiline tulekustutaja ОП-1 iga kahe kolde kohta, vedelkütusel töötamisel aga üks keemiline tulekustutaja ОП-3 ja 0,5 m^3 suurune kast kuiva liiva ja kahe raudlabidaga. Liivakast peab asuma katlamaja ukse lähedal.

Katlamajas peab olema apteegikapp vajalike sidemete, arstimite jm. ning tööliste arvule vastav hulk kaitseprille ja respiraatoreid.

68. 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 tugedena;

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 vastutuult. 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 — vasktraati, mis ei põhjusta sädet. Terastööriistade kasutamisel tuleb need paksult määrida 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.

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.

Gaasiküttel töötavates katlamajades peavad elektrivalgustuse lülitid olema asetatud väljapoole katlaruumi selle sissekäigu lähedale.

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.

69. Kannatanu abistamine töökohal

P õ r u t u s e d. Kannatanu tuleb asetada lamama ning vähendada tal rõivaid. Meelemärkusetuse korral tuleb hoida nina all ammoniaagipudelit; hiljem anda Hoffmanni tilku (20—30 tilka korraga) ja kohvi.

V e n i t u s e d. Liigeseköitmete venituse tagajärjeks on valu, paistetus, liigese piiratud liikuvus. Paistetanud kohale tuleb asetada külm kompress koos vajutussidemega. Jäse tuleb asetada kõrgemale ja vältida liigseid liigutusi.

L i i g e s e n i h e s t u s. 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.

M u l j u m i s e d. Muljumistel kaasneb kudede vigastumisele sageli verevalum kudedesse. Välise tunnusena tekib nahale siniseid laike. Kohe pärast muljumist tuleb vigastatud kohale asetada külmad kompressid, edaspidi kasutada soojendavaid kompresse.

H a a v a d. 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 2-protsendilise sefiroolilahusega. Soovitav on haavale raputada valget streptotsiitpulbrit. Haav tuleb siduda steriilse marliga.

On haavast tugev (purskav) verejooks, tuleb viimane enne haava sidumist sulgeda. Selleks võib kasutada käterätikut, püksitrakse, -rihma jne., milliste vahenditega 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 tubli kord ligniini või vatti. Jäse tuleb asetada kõrgemale teistest kehaosadest.

L u u m u r d e d. 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.

V õ õ r k e h a s i l m a s. 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.

S o o j u s l ö ö k. 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.

E l e k t r i l ö ö k. 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, siis tuleb kannatanu lahutada voolujuhtivatest osadest. M a d a l p i n g e

puhul võib selleks kasutada kuivi riideid, kuiva nööri, 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 voolujuhtivatest 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 põidlaga haige südamepiirkonda.

Põletused. Põletuse puhul on otstarbekaim valada põlenud kohale lubjavee ja linaõli segu (lubjalinimenti). Samuti on soovitav põlenud kohta määrida 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 raskendatud. 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 tärkliskiislit 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 tärkliskiislit või provanksõli.

Vingugaasi (CO) mürgitusel tekib peavalu, südame tugev kloppimine, pööritus, kohin kõrvus ja üldine nõrkus. Raskematel juhtudel tekib iiveldus, oksendamine, tuikuv kõnnak, meelemärkusetus ja halvatus.

Mürgitatu tuleb viia värskesse õhku, vabastada ta hingamist takistavatest riietest ja anda talle hingata hapnikku. Teha kunstlikku hingamist koos keha soojendamisega. Anda nuusutada nuuskpiiritust 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 keskmised sisetemperatuurid °C	Hooned, kubatuuriga m³-tes						
	Kuni 1000	1000—2000	2000—5000	5000—10000	10000—15000	15000—25000	Üle 25000
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, ülalnimetatud norme suurendatakse järgmiselt:

mais-juulis	asustatud	hoonetele	kuni	12%
juulis-augustis	„	„	„	20%
septembris	”	”	”	25%
kütteperioodi ajal	”	”	”	35%

Lisa 4

HOONETE KESKMISED TEMPERATUURID (OCT 90008—39)

Nimetus	Keskmine sisetemperatuur °C
Elumajad	18
Ametiasutused	18
Õppeasutused, auditooriumid	16
Joonestussaalid	18
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 kraadi	Vee temperatuur katlas kraadi		Välisõhu temperatuur kraadi	Vee temperatuur katlas kraadi	
	Sundtsirkulatsioonil	Loomulikul tsirkulatsioonil		Sundtsirkulatsioonil	Loomulikul tsirkulatsioonil
+4	44	46	—14	70	72
+3	46	48	—15	72	73
+2	48	50	—16	73	74
+1	49	51	—17	74	76
0	51	53	—18	76	77
—1	52	54	—19	77	78
—2	54	56	—20	78	79
—3	55	57	—21	79	80

Välisõhu temperatuur kraadi	Vee temperatuur katlas kraadi		Välisõhu temperatuur kraadi	Vee temperatuur katlas kraadi	
	Sundtsirkulatsioonil	Loomulikul tsirkulatsioonil		Sundtsirkulatsioonil	Loomulikul tsirkulatsioonil
—4	57	59	—22	81	81
—5	58	60	—23	82	82
—6	59	62	—24	83	84
—7	61	63	—25	84	85
—8	62	64	—26	85	86
—9	63	66	—27	87	87
—10	65	67	—28	88	88
—11	66	68	—29	89	89
—12	68	69	—30	90	90
—13	69	71			

Märkus. Kui katelde kütmine ei taga normaalset ruumi temperatuuri, tuleb tabelis oma kogemuste alusel teha vastavad muudatused.

Lisa 6

KATLAMAJA TÖÖRIISTADE LOETELU

Jrk. nr.	Nimetus	Arv
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.	Ämber või raudkast tuha ja räbu väljaviimiseks	
11.	Söelabidas (kühvel)	
12.	Veeämber	
13.	Luud	
14.	Rootsi tangid nr. 2	
15.	Tellitav võti nr. 3	
16.	Lukksepavasar 0,6 kg	

Jrk. nr.	Nimetus	Arv
17.	Meisel	
18.	Sõel söe eraldamiseks räbust	
19.	Kaalud või mõõtekast kütuse jaoks	
20.	Kantav elektrilamp pingega 12 V	
21.	Termomeeter välisõhu temperatuuri mõõtmiseks	
22.	Formilatern	

Lisa 7

LIHVIMISPASTADE TÜÜ KOOSTIS JA OMADUSED

Koostis ja iseloomustus	Omadused sõltuvalt sordist		
	Jäme	Keskmine	Peen
Keemiline koostis %-des:			
kroomoksüüd .	81	76	74
steariin	10	10	10
silikogeel . . .	2	2	2
rasv	5	10	10
petrooleum . . .	2	2	2
oleiinhape . . .	—	—	1,8
naatriumbikarbonaat (söögisooda)	—	—	0,2
Värvus	Tumeroheline		Heleroheline
Kasutamisala . .	Lõiketera jälgede kõrvaldamiseks; armatuuri eelnevaks lihvimiseks	Eelneval lihvimisel jäänud jälgede kõrvaldamiseks	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 kvartsliiv (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.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Irak, A., Veide, H., Aurukatlad. Eesti Riiklik Kirjastus, 1955.
2. Ohutustehnika eeskirjad. Aurukatlad, survemahutid, tõsteseadmed. Eesti Riiklik Kirjastus, 1960.
3. Štšeglov, V., Olovjašnikov, B., Sanitaartehnilised seadmed ja tööd. Eesti Riiklik Kirjastus, 1951.
4. Грингауз Ф. М., Слесарь по санитарно-техническим работам. Трудрезервиздат, 1954.
5. Дмитриев И. И., Водогрейные и паровые котельные установки низкого давления. Гостройиздат, 1957.
6. Изюмский Н. А., Памятка для кочегаров — истопников жилищно-коммунальных предприятий. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1950.
7. Киссин М. И., Отопление и вентиляция, Госстройиздат, 1955,
8. Кузнецов Н. А., Памятка истопников центрального отопления. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР. 1949.
9. Справочник мастера-сантехника. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1955.
10. Чепель В. М. и Виткин В .М., В помощь кочегару. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1954.

SISUKORD

Sissejuhatus 3

I. Põhimõisteid füüsikast ja keemiast 5

1. Üldmõisteid 5
2. Rõhk 6
3. Soojus 8
4. Veeaur 12
5. Põlemine 15

II. Kütused 17

6. Kütuste koostis. Kütteväärtus 17
7. Kütuste põhilised liigid 19
8. Kütuste säilitamine ja arvestamine 24

III. Toitevesi ja selle ettevalmistus 26

9. Looduslik vesi ja selle lisandid 26
10. Katlakivi tekkimine. Põhimõisteid toitevee ettevalmistamisest 27

IV. Keskküttesüsteemid 29

11. Keskküttesüsteemide liigitus 29
12. Vesiküttesüsteemid 30
13. Auruküttesüsteemid 39
14. Kombineeritud küttesüsteemid 44
15. Õhuküttesüsteemid 46
16. Soojaveevarustus 47
17. Üldmõisteid tsentraliseeritud soojusvarustusest . . 52

V. Keskküttesüsteemide põhielemendid 54

18. Torustik 54
19. Torustiku armatuur 56
20. Paisumispaak 60
21. Kondenspotid 61
22. Küttekehad 64

VI. Keskküttekatlad 68

23. Keskküttekatelde liigitus ja iseloomustus . . . 68
24. Malmkatlad 69
25. Teraskatlad 81

VII. Katla armatuur ja garnituur 90

26. Armatuuri jaotus 90
27. Kaitseseadmed 91
28. Manomeeter 95
29. Veeseisunäitajad 97
30. Katla garnituur. Põlemisregulaatorid 100

VIII. Kollete ehitus ja teenindamine 105

31. Kollete liigitus ja iseloomustus 105
32. Kütmise põhijooni 107
33. Kütja tööriistad 110
34. Käsitsi teenindatavad kolded 111
35. Poolmehaanilised kolded 118
36. Kaheastmelise põlemisega kolded 120
37. Õliküttekolded 124
38. Gaasiküttekolded 131

IX. Katlaehituse materjalid 140

39. Metallid 140
40. Müüritise materjalid 141
41. Tihendusmaterjalid 142
42. Isoleermaterjalid 143

X. Tõmbe- ja õhupuhumisseadmed 144

43. Korstnad ja suitsukäigud 144
44. Tõmbeventilaatorid ja õhupuhumisseadmed . . . 145

XI. Pumbad 146

45. Pumpade ülesanne. Käsipumbad 146
46. Tsentrifugaal- ja propellerpumbad 149
47. Kolbpumbad 152

XII. Keskküttekatlamajad 153

48. Katlamajadele esitatavad nõuded 153
49. Katlamajade sisseseade 154

XIII. Soojustehnilised mõõteriistad 157

50. Temperatuuri mõõtmine 157
51. Rõhu mõõtmine 160
52. Gaasi analüüsimine 161
53. Veekulu mõõtmine 162

XIV. Keskküttesüsteemide ja keskküttekatelde teenindamine 165

54. Ettevalmistused algavaks kütteperioodiks . . . 165
55. Katla sissekütmine ja süsteemi käikulaskmine . . 166
56. Katla ja abiseadmete järelevalve töötamisel . . . 168
57. Katla töötamise lõpetamine 172
58. Katla küttepindade puhastamine tule poolt . . . 174
59. Katla küttepindade puhastamine katlakivist . . . 175

XV. Katla soojusbilanss 177

60. Soojuskaod ja katla kasutegur 177

XVI. Keskkütteseadmete korratused ja avariid 179

61. Keskküttesüsteemide korratused ja nende kõrvaldamine 179
62. Keskküttekatelde korratused ja vigastused . . . 183
63. Tõmbe- ja õhuseadmete korratused 186
64. Mehaaniliste seadmete korratused 188
65. Avariid 189

XVII. Katla järelevalve ja ohutustehnilised nõuded . . . 193

66. Katelde järelevaatused 193
67. Üldisi ohutustehnilisi nõudeid 195
68. Ohutustehnilised nõuded gaasiga kütmisel . . . 198

XVIII. Tööõnnetused ja esmaabi 199

69. Kannatanu abistamine töökohal 199

Lisa 1. Küttepäevade arv ja välisõhu keskmised temperatuurid kütteperioodil 203
Lisa 2. Kütusekulu jaotus kuude järgi 203
Lisa 3. Kütuse kulunormid hoonete kütmiseks 204
Lisa 4. Hoonete keskmised temperatuurid 205
Lisa 5. Vajalik vee temperatuur kateldes, et tagada ruumitemperatuuri +18°, sõltuvalt välisõhu temperatuurist 205
Lisa 6. Katlamaja tööriistade loetelu 206
Lisa 7. Lihvimispastade ГОИ koostis ja omadused 207
Lisa 8. I. Polzunovi nim. Katla-Turbiini Keskinstituudi poolt väljatöötatud tihenduspasta koostis 207
Kasutatud kirjandus 208

Вейде Харри Мартинович
Оформление В. Варе
В ПОМОЩЬ КОЧЕГАРУ КОТЛА ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское Шоссе, 10

Toimetaja A. Korba
Kunstiline toimetaja R. Tungla
Tehniline toimetaja T. Liivand
Korrektor S. Kõiv

Ladumisele antud 25. II 1961. Trükkimisele antud 26. VI. Paber 54:84, 1/16. Trükipoognaid 13,25. Formaadile 60:92 kohaldatud trükipoognaid 10,87. Arvutuspoognaid 11,28. Trükiarv 5000. MB-05176. Tellimise nr. 1625. Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk tänav 2.

Hind 50. kop.

3—4

50 kop.

A-24004

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00358693 2