

P. Akmens
A. Krēslinš

ĒKU APKURE
un
VENTILĀCIJA

II daļa



ZVAIGZNE ABC

Redaktore A. Strode

Grāmata izgatavota tipogrāfijā «Rota»

SATURS

6. Ventilācija un gaisa kondicionēšana	7
6.1. Kaitīgie izdalījumi telpu gaisā	7
6.2. Gaisa apmaiņas biežums	10
6.3. Gaisa parametru izmaiņas aparāti	11
6.3.1. Virsmas siltumapmaiņas aparāti	11
6.3.2. Gaisa-ūdens (tvaika) kontaktpaparāti	14
6.3.3. Gaisa sausināšana ar sorbentiem	20
6.3.4. Siltuma un mitruma utilizēšana	21
6.3.5. Gaisa attīrītāji	23
6.3.6. Gaisa dezodorēšana, dezinficēšana un jonizēšana	28
6.4. Ventilācijas sistēmu klasifikācija	29
6.5. Dabiskā ventilācija	31
6.5.1. Kanālu sistēmas	31
6.5.1.1. Ventilācijas sistēmas konstruēšana	32
6.5.1.2. Ventilācijas sistēmas aprēķins	33
6.5.2. Aerācija	41
6.6. Mehāniskā ventilācija	43
6.6.1. Vispārējā ventilācija	43
6.6.2. Vietējā noplūdes ventilācija	45
6.6.3. Vietējā pieplūdes ventilācija	46
6.6.4. Ventilatori	48
6.6.5. Siltā gaisa aizkari	49
6.7. Gaisa kondicionēšana	50
6.7.1. Gaisa kondicionētāji	51
6.7.2. Gaisa kondicionēšanas sistēmas	54
6.7.3. Aukstuma avoti gaisa dzesēšanai	57
6.8. Ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmu konstruktīvais izveidojums	61
6.8.1. Gaisa vadi. Ventilācijas kameras	61
6.8.2. Cīņa ar troksni un vibrācijām	63
6.8.3. Saules starojuma ietekmes samazināšana	66
6.9. Ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmu pārbaude un apkalpošana	68
7. Apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas īpatnības dažādās nozīmes ēkās	72
7.1. Augstceltnes	72
7.2. Lauksaimniecības ražotnes	75
7.3. Gaisa apmaiņas nepieciešamība dažādās ēkās	80

7.3.1. Dzīvojamās ēkas	80
7.3.2. Pirmsskolas bērnu iestādes un skolas	80
7.3.3. Ārstniecības iestādes	81
7.3.4. Masveida pasākumu celtnes	82
7.3.5. Sadzīves pakalpojumu uzņēmumi	84
7.3.6. Skaitļošanas centri	86
7.4. Dzīvokļu individuālā apkure	86
7.4.1. Dzīvokļu ūdens apkures sistēmas	87
7.4.2. Dzīvokļu gaisa apkures sistēmas	91
7.5. Vietējā apkure	94
7.5.1. Krāsns apkure	94
7.5.2. Kamīni	98
8. Kurināmais un siltuma avoti	108
8.1. Kurināmais un kurtuves	108
8.1.1. Atsevišķu kurināmā veidu īss raksturojums	110
8.2. Kurināmā sadedzināšana	111
8.3. Kurtuves	112
8.4. Mazas un vidējas jaudas katlu iekārtas	113
8.4.1. Vispārīgas ziņas par katlu iekārtām	113
8.4.2. Ēku siltumapgādei lietojamie katli	113
8.4.3. Dzīvokļu apkures sistēmu siltuma generatori	114
8.4.4. Katlu iekārtu drošības ierīces un kontroles mēraparāti	116
8.4.5. Cirkulācijas sūkņu aprēķins un izvēle	118
8.4.6. Katlu sildvirsmas un skaita aprēķins	118
8.4.7. Dūmeņu un dūmrovju aprēķins	119
8.4.8. Iebūvēto katlu telpu un palīgtelpu iekārtojums	119
8.5. Gāzes izmantošana	121
8.5.1. Gāzes patērētāji	121
8.5.2. Gāzes transportēšana	122
8.5.3. Gāzes sadales tīklu klasifikācija, Gāzes apgādes sistēmas un to elementi	123
8.5.3.1. Gāzes regulēšanas punkti un to iekārtojums	125
8.5.3.2. Iekšējo gāzes vadu iekārtošana	125
8.6. Gāzes izmantošana celtniecībā	127
9. Siltumapgāde. Karstā ūdens apgāde	128
9.1. Siltuma patērētāji	128
9.2. Siltumapgādes avoti	129
9.2.1. Termofikācija	130
9.2.2. Centralizētā siltumapgāde no lielām katlu mājām	132
9.2.3. Vietējā siltumapgāde	132
9.3. Karstā ūdens apgāde	132
9.3.1. Vietējās karstā ūdens apgādes sistēmas	133
9.3.2. Centralizētās karstā ūdens apgādes sistēmas	134
9.3.3. Kombinētās dzīvokļu apkures un karstā ūdens apgādes sistēmas	136
9.3.4. Dzīvokļu apkures sistēmu pieslēgšana centralizētam siltumapgādes tīklam	140
9.4. Siltumapgādes shēmas un to konstruktīvās īpatnības	141

9.5. Cauruļvadu izvietošana	142
9.5.1. Izvietoējums apakšzemes kanālos	143
9.5.2. Virszemes izvietoējums	144
9.5.3. Balsti, kompensatori un apkalpošanas kameras	144
9.6. Pretkorozijas un siltumizolācijas materiāli un konstrukcijas	148
9.7. Patērētāju pievienošana siltumtīkliem	149
9.7.1. Apkures sistēmu pievienošanas veidi	149
9.7.2. Apkures ventilācijas iekārtu pievienošanas paņēmieni	151
9.7.3. Karstā ūdens apgādes sistēmu pievienošanas paņēmieni	152
9.8. Siltumcentru iekārtas un to izvietošana. Elevators	152
9.9. Celtniecības siltumapgāde	155
9.10. Būvējamo ēku žāvēšana	156
Pielikumi	157
17. pielikums. Gaisa parametri	157
18. pielikums. Apaļa šķērsgriezuma tērauda gaisa vadu aprēķina tabula	159
19. pielikums. Korekcijas koeficienta β vērtības	162
20. pielikums. Ventilācijas žalūzijas restiņu galvenie raksturlielumi	162
21. pielikums. Ekvivalentie diametri ķieģeļu kanāliem	162
22. pielikums. Gaisa vadu elementu vietējās pretesības koeficienta ξ vērtības	163
Literatūra	167

6. VENTILĀCIJA UN GAISA KONDICIONĒŠANA

Ventilācija tulkojumā no latīņu valodas — *ventilatio* — nozīmē vēdināšana, vēlamās gaisa apmaiņas radīšana telpā.

Ja telpās ievadāmā gaisa apstrāde ir pilnīgi automatizēta un ventilācijas sistēma spēj uzturēt telpās visu gadu nemainīgu (normēto) gaisa temperatūru un relatīvo mitrumu, tad to sauc par *gaisa kondicionēšanas sistēmu*.

Gaisa apmaiņa telpās nepieciešama šādu iemeslu dēļ:

- lai nodrošinātu elpošanai nepieciešamā skābekļa pieplūdi;
- lai aizvadītu elpošanas produktus (CO_2 , ūdens tvaiku);
- lai nodrošinātu tehnoloģisko procesu norisei nepieciešamo gaisa sastāvu;
- lai aizvadītu dažādos tehnoloģiskos procesos radušos kaitīgos izdalījumus.

Tātad ventilācijas uzdevums pirmām kārtām ir uzturēt telpās cilvēkam labvēlīgu gaisa vidi, cenšoties nodrošināt viņam komforta sajūtu.

Rūpnīcu telpās ventilācijas sistēmas jāierīko tāpēc, ka, piemēram, daudzu moderno radioelektronikas, ķīmijas, tekstilrūpniecības un pārtikas rūpniecības uzņēmumu iekārtas var efektīvi darboties tikai noteiktas gaisa temperatūras un noteikta relatīvā mitruma apstākļos.

Lauksaimniecības ēkās ventilācijas sistēmām jārada un jāuztur tādi gaisa parametri, lai mājlopi dotu maksimālu produkciju ar minimālu barības patēriņu. Noliktavās ventilācijas sistēmām jānodrošina tādi apstākļi, kuros lauksaimniecības produktus var ilgstoši uzglabāt svaigus. Gaisa mitrums un temperatūra iespaido arī celtniecības konstrukcijas; ja telpu gaisa parametri izraudzīti pareizi, tās ilgāk saglabājas.

6.1. KAITĪGIE IZDALĪJUMI TELPU GAISĀ

Siltums, mitrums, atsevišķas gāzes un tvaiki, putekļi, baktērijas un dažādas smakas var izraisīt diskomfortu vai pat kaitēt cilvēka veselībai, kā arī radīt apstākļus, kas nav vēlamī mājlopiem vai konkrētu tehnoloģisko procesu norisei. Izvēloties ventilācijas sistēmu, nepieciešams zināt maksimāli iespējamo kaitīgo izdalījumu daudzumu laika vienībā attiecīgā

telpā. To nosaka teorētisku aprēķinu vai eksperimentālu mērījumu veidā.

Aprēķinot ventilācijas sistēmu ražīgumu, jāņem vērā, ka parasti telpā vienlaikus var būt dažādi kaitīgie izdalījumi.

Siltumu izdala cilvēki, dzīvnieki, gaismas ķermeņi, kā arī dažādas tehnoloģiskas iekārtas, sakarsuši tehnoloģiskie aparāti, cauruļvadi, izejvielas un izstrādājumi. Bez tam vasarā jāņem vērā arī siltums no saules starojuma.

Praktiski visa gaismas ķermeņu patērētā enerģija pārvēršas siltumā. Ja gaismas ķermeni novieto pie griestiem, virs kuriem ir tehniskie bēniņi, tad 60% šī siltuma paliek tehniskajos bēniņos un tikai 40% siltuma nonāk telpā.

Saules starojumu, kas iekļūst telpās caur jumtu un logiem, parasti aptuveni aprēķina, ņemot vērā logu orientāciju un platuma grādus.

Saules starojumu, kas iekļūst telpās caur sienām, parasti ņem vērā, jo tas ir samērā niecīgs. Tādā veidā pievadītais siltums nonāk līdz sienas iekšējai virsmai ar vairāku stundu nokavēšanos — parasti vakarā vai naktī. Saules starojums caur logiem un jumtu bieži ņemams vērā arī Latvijas platuma grādos. Šai nolūkā lieto speciālas aprēķina metodes.

Ziemā telpas zaudē siltumu caur ēkas konstrukcijām, un tā daudzums tiek ievērots konstrukciju siltumtehnikajā aprēķinā.

Mitrumu izdala cilvēki, dzīvnieki, vaļējas ūdens tvertnes un neblīvi ūdens un tvaika cauruļvadi, kā arī slapjas grīdas un sienas. Tā, piemēram, vāroša ūdens virsmas 1 m² izdala 40...50 kg/(m²·h) tvaika.

Kaitīgās gāzes un tvaikus izdala cilvēki, mājlopi vai tehnoloģiskie procesi, kuri notiek rūpnīcu telpās.

Cilvēka izelpotais gaiss satur apmēram 5% ogļskābās gāzes. Reizē ar šo veselībai nekaitīgo gāzi izdalās dažādu organisku skābju tvaiki, sērūdeņradis, amonjaks un citi kaitīgi piemaisījumi, kuru daudzumu ir grūti noteikt. Tādēļ CO₂ saturu uzskata par kritēriju, pēc kura nosaka, vai telpas gaiss ir derīgs elpošanai. Ir noskaidrots, ka cilvēks un mājlopi izdala šādus CO₂ daudzumus:

cilvēks	25 l/h
govs: 400 kg dzīvsvāra	145 "
800 kg "	225 "
cūka: 100 kg dzīvsvāra	40 "
200 kg "	50 "
300 kg "	70 "
aita	25 "
pīle un titars	3 "
vīsta	2 "

Lauksaimniecības ēkās no dzīvniekiem, kūsmēsliem un ēdiena izdalās amonjaks un sērūdeņradis. Šo dzīvniekiem kai-

tīgo gāzu daudzums palielinās, paaugstinoties telpu gaisa temperatūrai un mitrumam.

Rūpnīcās visbiežāk saindējas ar tvana gāzi (CO), kas rodas oglekļa nepilnīgas sadegšanas rezultātā termiskajos cehos, smēdēs, lietuvēs, garāžās, katlu mājās u. tml.

Ļoti indīgi ir dzīvsudraba tvaiki. Kaut gan dzīvsudrabs vārās tikai 357°C temperatūrā, tomēr tas intensīvi iztvaiko arī normālā temperatūrā. Tādēļ efektīvas ventilācijas sistēmas jāparedz telpās, kur izgatavo vai remontē mērinstrumentus un elektroaparāturu ar dzīvsudrabu.

Rūpnīcās virsmu attaukošanai, krāsu un laku sagatavošanai un dažādu organisku vielu šķīdināšanai lieto benzīnu, benzolu, acetonu, ēteri, metilspirtu un etilspirtu, terpentīnu u. c. Visi šie ogļūdeņraži viegli izgaro gaisā; nokļūstot organismā caur ādu un elpošanas ceļiem, tie var izraisīt saindēšanos. Turklāt šķīdinātāju tvaiki viegli uzliesmo un noteiktās koncentrācijās var veidot sprāgstošus maisījumus.

Mašīnbūvēs rūpnīcu galvaniskajos cehos var izdalīties zilskābes un sālsskābes tvaiki, kas arī ir ļoti kaitīgi cilvēka organismam.

Putekļi, kas vienmēr ir āra un telpu gaisā, kaitīgi ietekmē cilvēka veselību.

Par putekļiem sauc aerosolu (dispersu sistēmu), kas sastāv no cietām, šķīdām daļiņām (izmērs līdz 500 μm). Aerosolu sauc par dūmiem, ja tas satur cietas un šķidrās daļiņas, un par miglu, ja tas satur tikai šķidrās daļiņas.

Atkarībā no daļiņu lieluma putekļus iedala grupās.

- I grupa — ļoti rupji disperģēti putekļi;
- II grupa — rupji disperģēti putekļi (smiltis);
- III grupa — vidēji disperģēti putekļi (portlandcementi);
- IV grupa — smalki disperģēti putekļi (maltais kvarcs);
- V grupa — ļoti smalki disperģēti putekļi.

Jo sīkāk ir putekļi, jo dziļāk tie iekļūst plaušās. Nokļūstot mašīnu kustīgajās daļās, putekļi paātrina to nolietošanos. Smalki ogļu, cukura un cietes putekļi, saskaroties ar uguni, var izraisīt spēcīgu sprādzienus.

Izšķir organiskos putekļus, kas cēlušies no dzīvniekiem un augiem, un neorganiskos putekļus, kuri veidojušies no metāliem un minerāliem.

Baktērijas vienmēr ir telpās, kur uzturas cilvēki vai dzīvnieki. Tās dzīvo mutē, augšējos elpošanas ceļos, degunā un plaušās. Baktērijas nonāk gaisā kopā ar sīkiem gļotu un siekalu pilieniņiem un nosēžas uz putekļiem. Baktēriju skaits ir tieši proporcionāls putekļu daudzumam gaisā, jo tās pārvietojas tirā gaisā nevar.

6.2. GAISA APMAIŅAS BIEŽUMS

Ventilācijas sistēma ievada telpā āra gaisu, nepieciešamības gadījumā iepriekš mainot tā parametrus un sastāvu, un novada atmosfērā piesārņoto telpas gaisu. Ventilācijas sistēmu raksturo ar telpas gaisa apmaiņas biežumu n , 1/h, ko izsaka šādi:

$$n = \frac{L}{V}, \quad (6.1)$$

kur L — telpā ievadāmais gaisa daudzums, m^3/h ;
 V — telpas tilpums, m^3 .

Dzīvojamo un sabiedrisko ēku telpām pieliekamo gaisa apmaiņas biežumu nosaka sanitāri higiēniskās normas, bet rūpnīcu telpām — kaitīgo izdalījumu intensitāte.

Ievadāmā gaisa daudzumu L aprēķina, ņemot vērā kaitīgo izdalījumu daudzumu. Pareizi projektēta ventilācijas sistēma nepārtraukti kopā ar izmantoto gaisu izvada atmosfērā visus kaitīgos izdalījumus, uzturot telpā nepieciešamo siltuma bilanci, t. i., gaisa temperatūru, un nodrošina vēlamo gaisa relatīvo mitrumu un gāzu, tvaiku un putekļu maksimāli pieļaujamo koncentrāciju (MPK). MPK var atrast Sanitārajās normās. Parādoties jauniem tehnoloģiskiem procesiem, to saraksts pastāvīgi tiek papildināts, bet to vērtības koriģētas atbilstoši jaunākajiem medicīnas novērojumiem.

Ventilācijas sistēmas ražīgumu aprēķina, nosakot nepieciešamo sistēmas ražīgumu katram kaitīgajam izdalījumam atsevišķi un pēc tam izvēloties lielāko rezultātu.

Kaitīgo gāzu, tvaiku un putekļu izvadīšanai nepieciešamo gaisa daudzumu L , m^3/h , aprēķina pēc formulas

$$L = \frac{G}{\text{MPK} - C}, \quad (6.2)$$

kur G — kaitīgo izdalījumu daudzums, mg/h ;
 C — kaitīgo gāzu, tvaiku un putekļu koncentrācija pieplūdes gaisā, mg/m^3 .

Āra gaiss satur $360 \text{ mg}/\text{m}^3$ ogļskābes gāzes. Ja nav īpašu norādījumu, var pieņemt, ka pārējo gāzu koncentrācija $C=0$. Vēlamās temperatūras uzturēšanai nepieciešamo gaisa daudzumu L , kg/h , atrod šādi:

$$L = \frac{Q}{c(t_N - t_P)\rho}, \quad (6.3)$$

kur Q — telpā izdalījies siltuma daudzums, kW ;
 t_N — noplūdes gaisa temperatūra, $^{\circ}\text{C}$;
 t_P — pieplūdes gaisa temperatūra, $^{\circ}\text{C}$;
 c — gaisa īpatnējā siltumietilpība, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;
 ρ — gaisa blīvums, kg/m^3 .

Ja noplūdes gaisa izvades atvērumi ir tuvu telpas grīdai (līdz 2 m augstumā), tad parasti pieņem, ka t_N ir vienāda ar vēlamo telpas gaisa temperatūru. Ja turpretī gaisu novada pie griestiem, tad jāņem vērā, ka gaisa temperatūra tur ir augstāka: sabiedriskās ēkās (teātrī, kino, klubī) uz 1 m tā pieaug apmēram par $0,3 \text{ K}$, bet telpās ar lieliem siltuma izdalījumiem — par $3 \dots 5 \text{ K}$.

Pieplūdes gaisa temperatūru var regulēt, sildot vai atdzesējot āra gaisu. No formulas (6.3) redzams, ka, jo lielāka ir starpība ($t_N - t_P$), jo mazāk gaisa nepieciešams un jo lētāka ir ventilācijas sistēma. Maksimālā šo temperatūru starpība dzīvojamās un sabiedriskās ēkās parasti vēlama $6 \dots 8$ grādi, bet rūpnīcu karstajos cehos to var palielināt līdz $16 \dots 18$ grādiem. Viss ir atkarīgs no tā, cik vienmērīgi izdodas sajaukt aukstāko pieplūdes gaisu ar telpas gaisu: tam pirms nonākšanas zonā, kur atrodas cilvēki, dzīvnieki vai tehnoloģiskā aparātūra, ir jāsasilst līdz vēlamajai temperatūrai.

Vēlamā relatīvā mitruma uzturēšanai nepieciešamo gaisa daudzumu L , kg/h , aprēķina šādi:

$$L = \frac{G}{x_N - x_P}, \quad (6.4)$$

kur G — telpā izdalījies mitruma daudzums, g/h ;
 x_N — noplūdes gaisa mitruma saturs, g/kg ;
 x_P — pieplūdes gaisa mitruma saturs, g/kg .

6.3. GAISA PARAMETRU IZMAIŅAS APARĀTI

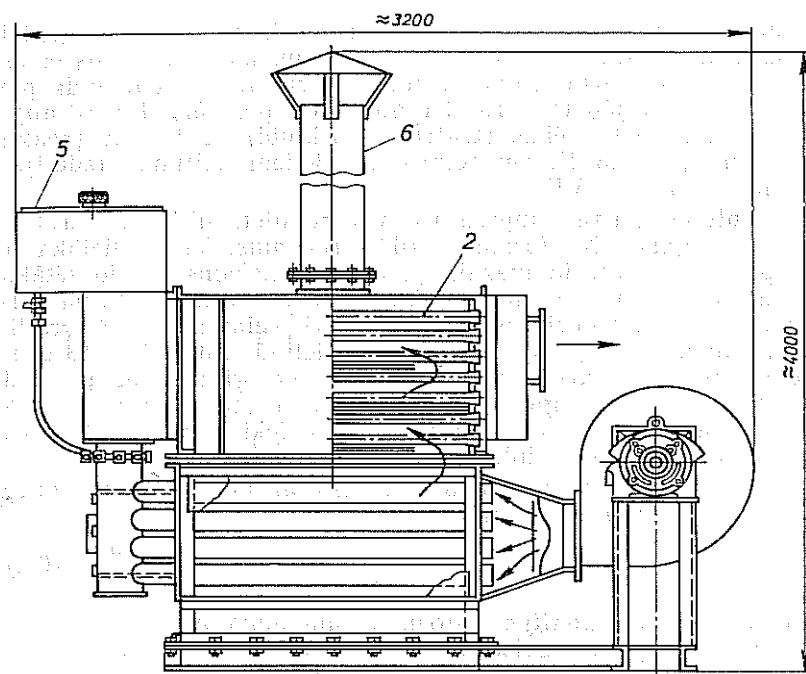
6.3.1. Virsmas siltumapmaiņas aparāti

Ventilācijas sistēmās gaisa temperatūru izmaina speciāli virsmas siltumapmaiņas aparāti (siltumapmaiņa notiek caur sienību), kurus sauc par koridoriem, ja tie paredzēti gaisa sildīšanai, vai par gaisa dzesētājiem, ja tie domāti gaisa temperatūras pazemināšanai. Tajos cirkulē attiecīgi siltumnesējs vai aukstumnesējs.

Atkarībā no lietojamā siltumnesēja kaloriferus iedala šādi: uguns kaloriferi, kuros siltumu gaisa sildīšanai iegūst no sadedzināta kurināmā dūmgāzēm (6.1. att.);

ūdens un tvaika kaloriferi, kuros gaisa sildīšanai lieto ūdeni vai tā tvaiku (6.2. att.);

elektriskie kaloriferi, kuros elektroenerģiju pārvērš siltumā. Uguns kaloriferus visbiežāk lieto atsevišķās lauksaimniecības ēkās, celtniecībā, pagaidu ēkās un citur, jo var izmantot jebkuru kurināmo (malku, akmeņogles, gāzi utt.). Tiem ir

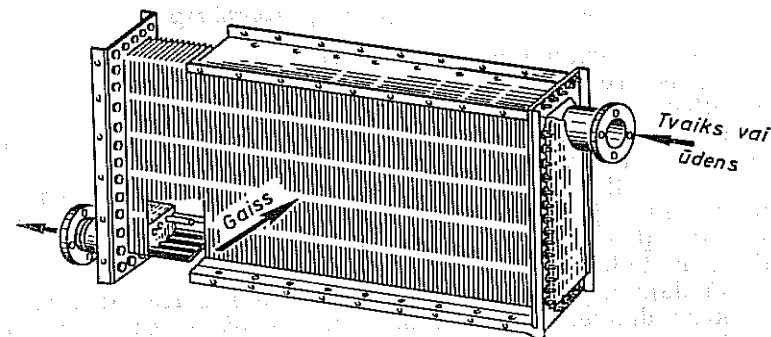


6.1. att. Uguns kalorifers:

1 — kurtuve; 2 — siltumapmaiņas aparāts; 3 — papildu siltumapmaiņas aparāts;
4 — ventilators; 5 — degvielas tvertne; 6 — dūmvads.

salīdzinoši mazs lietderības koeficients, lieli gabarīti un darb-
ietilpīga apkalpošana.

Ūdens un tvaika kaloriferos pa dažādu konstrukciju rib-
tām caurulēm plūst siltumnesējs. Gaisa sildīšana notiek gal-
venokārt konvekcijas veidā, gaisam plūstot caur ribojumu gar
cauruļu ārējām sienām. Ir kaloriferi ar gludām caurulēm, bet



6.2. att. Plākšņu siltumapmaiņas aparāts.

tiem ir samērā zems siltumpārejas koeficients un tos lieto
nelielam gaisa daudzumam.

Kad nepieciešams gaisa temperatūru pazemināt, gaisa dze-
sēšanai lieto siltumapmaiņas aparātus, kas pēc konstrukcijas
neatšķiras no kalorifieriem. Tos sauc par gaisa dzesētājiem,
un pa to caurulēm var cirkulēt auksts ūdens, sāls ūdens
(NaCl vai CaCl₂ šķīdums ūdenī), amonjaks vai freona tvaiki.

Šādos virsmas siltumapmaiņas aparātos siltuma plūsmu
Q, kJ/h, aprēķina pēc formulas

$$Q = cL\rho(t_b - t_s), \quad (6.5)$$

kur c — gaisa īpatnējā siltumietilpība, kJ/(kg·K);

L — gaisa daudzums, m³/h;

ρ — gaisa blīvums procesa beigās, kg/m³;

t_b — gaisa beigu temperatūra, °C;

t_s — gaisa sākuma temperatūra, °C.

Ja šādos aparātos siltumapmaiņas virsmas temperatūra ir
zemāka par RPT, tad no gaisa izdalās kondensāts un notiek
gaisa sausināšana.

Elektriskie kaloriferi sastāv no rāmja, kurā izvietoti elek-
triskie sildelementi. Gaisa sildīšanai par sildelementiem iz-
manto nihrōma spirāles, kas uztītas uz keramikas izolatoriem
vai ievietotas misiņa vai tērauda caurulēs. Rāmi ar sildele-
mentiem ievieto siltumizolācijas apvalkā.

Elektrisko kaloriferu uzstādīšana ir vienkāršāka nekā ūdens
un tvaika kaloriferu uzstādīšana, jo nevajag montēt cauruļ-
vadu sistēmu siltumnesējam. Tomēr vienas siltuma vienības iz-
maksas elektriskajos kalorifieros ir augstākas, ņemot vērā elek-
troenerģijas izmaksas.

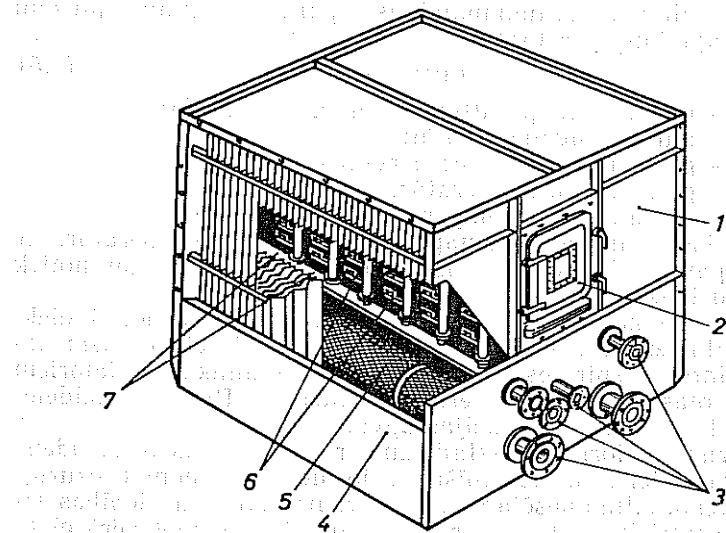
Elektriskajiem kalorifieriem ir šādi trūkumi: sildelementu
temperatūra ir augsta, tāpēc var sadegt putekļi un telpā var
izdalīties degšanas produkti; veidojas smagie joni.

6.3.2. Gaisa-ūdens [tvaika] kontaktaparāti

Tiešos siltumapmaiņas aparātos, gaisam kontaktējot ar ūdeni, gaisa relatīvais mitrums vienmēr palielinās, bet entalpija, mitruma saturs un temperatūra var gan palielināties, gan arī samazināties atkarībā no gaisa sākuma parametriem un ūdens temperatūras.

Visplašāk lietotais gaisa-ūdens kontaktaparāts ir ūdens izsmidzināšanas jeb sprauslu kamera (6.3. att.). Ūdens izsmidzināšanai lieto centrālās sprauslas. Ūdeni tajās ievada no sāniem, un tādēļ tas izplūst savērptas strūkļas veidā; strūkļas centrālā daļa ir tukša, to aizpilda savērpta gaisa strūkļa. Pilieni, kuru diametrs $< 0,3$ mm, aizlido kopā ar gaisa plūsmu un nokļūst separatorā, bet lielākie pilieni ātri krit uz leju un tādēļ nepaspēj pilnvērtīgi piedalīties siltuma un masas apmaiņas procesā. Vissīkākie pilieniņi pilnīgi iztvaiko gaisā, kas nav vēlams gadījumos, kad ar sprauslu kamerām veic gaisa sausināšanu.

Ūdens sprauslas lieto arī, lai realizētu tā saucamo sekundāro mitrināšanu — mākslīgu mitruma radīšanu telpā, kurā ir jau ievadīts kondicionēts gaiss. Tās lieto kondicionētāju jaudas samazināšanai rūpnīcās, kurās izdalās daudz siltuma, it sevišķi plaši pārtikas rūpniecībā un tekstilrūpniecībā, kur ar sekun-

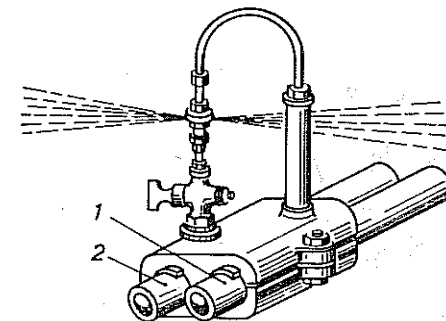


6.3. att. Sprauslu kamera:

1 — korpus; 2 — hermētiskas durvis ar skatlūku; 3 — atloki ūdens cauruļu pievienošanai; 4 — ūdens tvertne; 5 — ūdens filtrs; 6 — sprauslas; 7 — separatori.

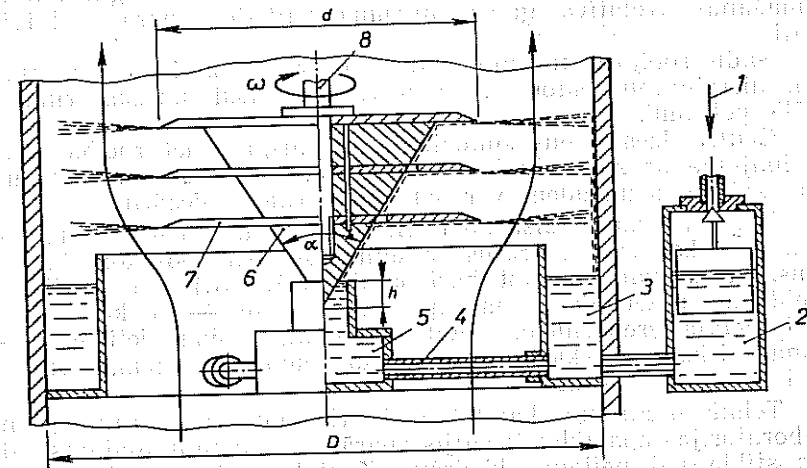
dāro mitrināšanu var viegli uzturēt pastāvīgu augstu relatīvo gaisa mitrumu. Parasti to veic ar pneimatiskām sprauslām, kuras veido tik sīkus ūdens pilieniņus, ka tie nekrit uz leju, bet pilnīgi iztvaiko telpas gaisā (6.4. att.).

Ūdens deficīta un ierobežota gabarīta apstākļos, piemēram, transporta līdzekļos, lieto rotējošus diskveida ūdens smidzinātājus (6.5. att.). Tajos rotējošā konusa virsotne iegremdēta ūdenī. Centrālās spēku iedarbības dēļ ūdens plānā kārtiņā ceļas pa konusa virsmu uz augšu, nokļūst uz rotējošā diska apakšējās virsmas un pēc tam ļoti sīku pilienu veidā atraujas no asi izveidotām diska malām. Šī aparāta šķersgriezums var būt 2,5 reizes mazāks nekā sprauslu kameras šķersgriezums, bet mitruma asimilēšanās gaisa plūsmā noris 10 reižu efektīgāk nekā attiecīgā izoentalpiskās mitrināšanas sprauslu kamerā. Neiztvaikojušais ūdens atgriežas pludīnkamerā.



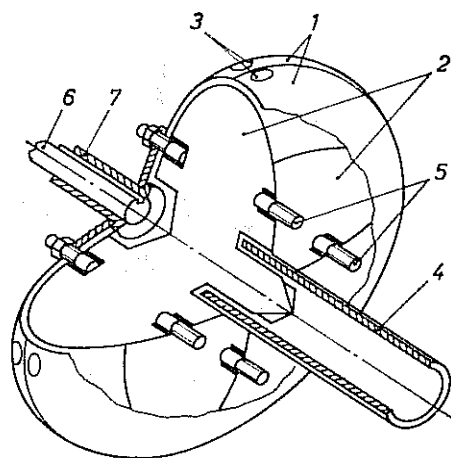
6.4. att. Pneimatiska sprausla:

1 — ūdensvads; 2 — saspiesta gaisa vads.



6.5. att. Diskveida ūdens smidzinātājs:

1 — ūdensvada ūdens; 2 — pludīnkamera; 3 — rene neiztvaikojušo ūdens pilienu uztveršanai; 4 — caurulīte ūdens pievadīšanai; 5 — barošanas tvertne; 6 — rotējošs konuss; 7 — diski; 8 — elektrodzinēja vārpsta.



6.6. att. Rotējošā turbīna ūdens izsmidzināšanai:

1 — vāki; 2 — starpsienas; 3 — urbumi ūdens izsmidzināšanai; 4 — caurule ūdens pievadīšanai; 5 — tapskrūves vāku stiprināšanai; 6 — elektrodzinēja vārpsta; 7 — turbīnas iemava.

mainīt plašās robežās. Tas ļauj automātiski regulēt ne tikai gaisa parametru izmaiņas procesa virzienu, bet arī gaisa mitrināšanas (relatīvā gaisa mitruma palielināšanas) efektivitāti.

Šādu rotējošo turbīnu lietošanu praksē atvieglo Latvijas inženierzinātņu doktora J. Manusova teorētiskie un eksperimentālie pētījumi.

Centrbēdzes ūdens smidzinātāju svarīga priekšrocība salīdzinājumā ar sprauslu kamerām ir tā, ka ūdeni var pievadīt bez spiediena un ūdens var būt zināmā mērā piesārņots.

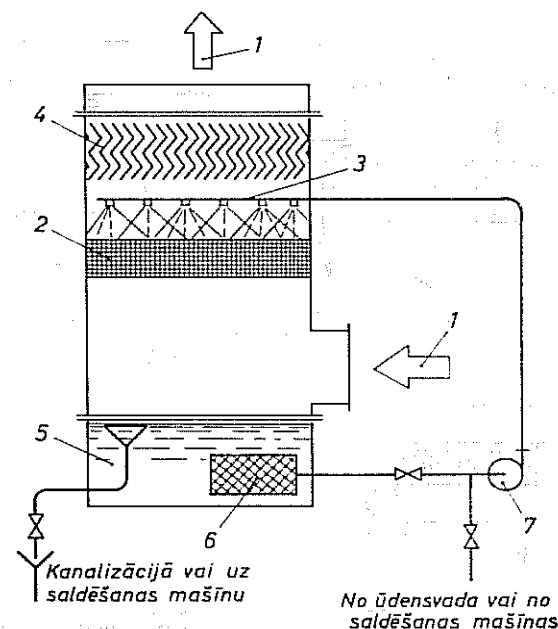
Lai palielinātu gaisa un ūdens kontaktvirsmu bez izsmidzināšanas, konstruē aparātus ar kontaktslāņiem. Šos kontaktslāņus, kurus var novietot horizontāli (6.7. att.) vai vertikāli, veido no materiāliem, kas nepūst un nerūsē, — no keramikas vai metāla gredzeniem, metāla skaidām, misiņa sietiem, neilona vai kaprona šķiedrām, gofrētām alumīnija lentēm, kartona vai vinilplasta loksņiem.

Tehnisko zinātņu kandidāts A. Krūmiņš ir izstrādājis un laboratorijas apstākļos izpētījis aparātu ar kustīgu kontaktslāni no stikla vai neilona šķiedrām. Kontaktslānim pārvietojoties gaisa plūsmā, atkarībā no relatīvā gaisa mitruma regulatora signāliem mainās ūdens iztvaikošanas intensitāte.

Gaisa un ūdens kontaktvirsmu palielina, arī saputojot

Rīgas Tehniskās universitātes docenta G. Pētersona konstruētos diskveida mitrinātājus lieto autonomos kondicionētajos gaisa izoentalpiskai mitrināšanai.

Atšķirībā no diskveida ūdens mitrinātājiem, kuros var realizēt izoentalpisko mitrināšanu, rotējošās turbīnas var lietot ne tikai gaisa izoentalpiskai mitrināšanai, bet arī tā dzesēšanai. To galvenā sastāvdaļa ir turbīna — ar ūdeni piepildīts cilindrs, kurš rotē ap asi (6.6. att.). Cilindrā ir caurumi, kuru diametru var pēc vajadzības izmainīt ar ieskrūvējamiem uzgaļiem. Turbinā ievadītā ūdens temperatūru un daudzumu var



6.7. att. Kontaktslāņa aparāta principiālā shēma:

1 — gaisa plūsmas virziens; 2 — kontaktslānis; 3 — sprauslas; 4 — separators; 5 — izmantotā ūdens tvertne; 6 — filtrs izmantotā ūdens attīrīšanai; 7 — sūknis.

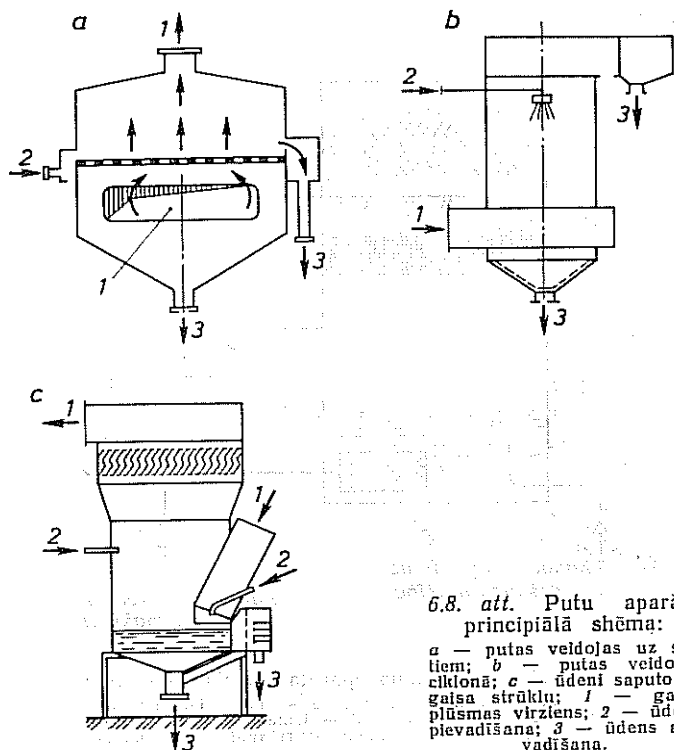
ūdeni. Šādos putu aparātos ūdeni saputo ar trīs dažādiem paņēmieniem (6.8. att.).

Aparātus, kuros ūdeni saputo uz sietiem, ļoti plaši lieto ķīmiskajā rūpniecībā. Sietam, kuram no augšas padod ūdeni, no apakšas ar noteiktu spiedienu pievada gaisu, kas, izraujoties caur ūdens slāni daudzu sīku strūkļu veidā, rada ļoti kustīgu ūdens un gaisa emulsiju jeb putas.

Aparātos, kuros ūdens putošanai izmanto ciklonu, gaisu ievada apakšā caur gliemezi. Savērtā gaisa strūkļa saputo un ceļ uz augšu pa spirāli ūdeni, kuru padod ar sprauslu ciklona augšdaļā.

Trešajā paņēmienā putas rada gaisa strūkles trieciens pret ūdens virsmu.

Putu aparātos ūdens ar gaisu kontaktē daudz ilgāk (apmēram 300...1000 reizes) nekā sprauslu kamerās, centrbēdzes ūdens smidzinātājos un aparātos ar kontaktslāņiem. Tādēļ var panākt ievērojami efektīvāku gaisa dzesēšanu. Šo aparātu trūkums ir salīdzinoši augsta aerodinamiskā pretestība.



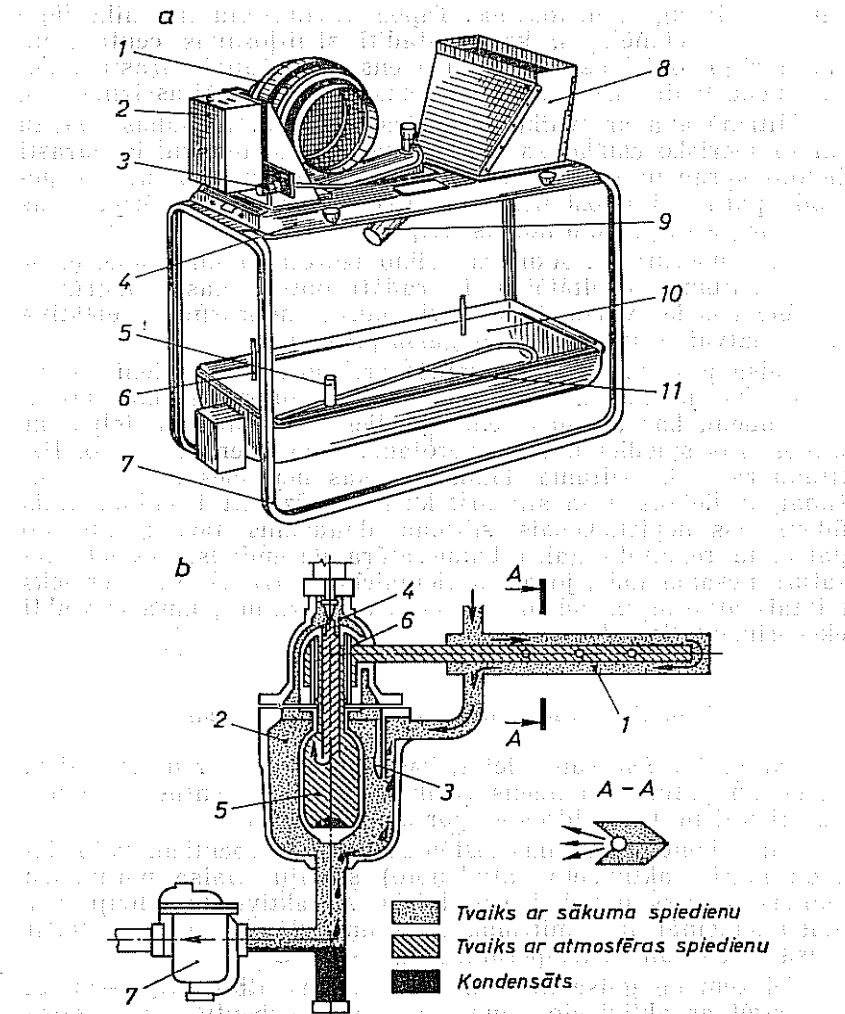
6.8. att. Putu aparāta principiālā shēma:

a — putas veidojas uz sietiņiem; b — putas veidojas ciklonā; c — ūdeni saputo ar gaisa strūklu; 1 — gaisa plūsmas virziens; 2 — ūdens pievadīšana; 3 — ūdens aizvadīšana.

Kontaktējot ar piesātinātu vai pārkarsētu ūdeni tvaiku, gaisa parametru maiņas process praktiski notiek izotermiski, kaut gan teorētiski gaisa temperatūra nedaudz paaugstinās.

Tvaiku iegūst no individuāliem generatoriem, iztvaicējot ūdeni (visērtāk ar elektrosildītājiem) īpašās vanniņās (6.9. att. a), vai ņem no individuāliem mazgabarīta (elektriskiem) vai rūpnieciskiem tvaika katliem. Rūpnieciskajam tvaikam ir specifiska nepatīkama smaka, tāpēc tas pirms ievadīšanas gaisa plūsmā jāattīra (6.9. att. b).

Mitrināšanai ar tvaiku ir tāda priekšrocība, ka tiek izslēgta ūdenī izšķīdušo sāļu ienešana ar pieplūdes gaisā esošajiem sāļiem ūdens pilieniņiem ventilējamā telpā, kas ir raksturīgi aparātos, kuros gaiss tieši kontaktē ar ūdeni. Sāļu nosēšanās uz elektrisko kontaktu virsmām veicina to pastiprinātu koroziju



6.9. att. ASV firmas «Armstrong machine Works» tvaika mitrinātāji:

a — vanniņa; 1 — ventilators; 2 — automātiskās regulēšanas sistēmas pults; 3 — svaigā ūdens pievads; 4 — vanniņas vāks; 5 — pārplūdes atvērums; 6 — tapskrūve vāka stiprināšanai; 7 — pastatne; 8 — mitrā gaisa izplūdes lūka; 9 — pludināvārsts; 10 — vanna (attēlā demontēta uz leju); 11 — elektrosildītājs; b — perforēta caurule; 1 — izolēta caurule tvaika izplūdei; 2 — separatora; 3 — starpsiena; 4 — redukcijas vārsts; 5 — izplešanās tvertne; 6 — siets trokšņa slāpēšanai; 7 — kondensāta novadītājs.

un priekšlaicīgu nolietošanas. Tāpēc mitrināšanu ar tvaiku lieto gaisa kondicionētajos, kas uzstādīti skaitļošanas centros un tamlīdzīgos objektos. Izdevumi ūdens atsāļošanai parasti ir lielāki nekā tvaika iegūšanai patērētās elektroenerģijas izmaksas.

Mitrināšana ar tvaiku ir ieteicama arī ārstniecības iestāžu un sabiedrisko ēku gaisa kondicionēšanas sistēmām, jo parasti lietoto sprauslu kameru tvertņu siltajā ūdenī, ko ziemas periodā parasti ilgstoši nemaina, ātri savairojas baktērijas, kas kopā ar gaisa plūsmu nokļūst telpā.

RTU docenta P. Akmens veikto teorētisko un eksperimentālo pētījumu rezultātā ir izstrādāti optimizētas konstrukcijas elektriskie tvaika generatori, kuros nodrošināta efektīva ūdens iztvaikošana pieplūdes gaisa plūsmā.

Gaisa plūsmā var izsmidzināt arī pārkarsētu ūdeni. Ir zināms, ka, ja ūdeni, kura temperatūra augstāka par 100°C , t. i., ūdeni, kas atrodas zem spiediena, izsmidzina telpā ar atmosfēras spiedienu, tad ievērojama daļa ūdens iztvaiko. Pētījumi rāda, ka siltuma daudzums, kas nepieciešams iztvaikošanai, ir lielāks nekā siltums, kuru var izdalīt izsmidzinātais ūdens. Šis nepietiekošais siltuma daudzums tiek ņemts no gaisa, tā rezultātā gaisa temperatūra pazeminās, bet siltuma saturs nesamazinās, jo gaiss vienlaicīgi mitrinās. Viss iepriekš teiktais attiecas uz ūdeni ar 130°C temperatūru, kurā ir veikti eksperimentālie pētījumi.

6.3.3. Gaisa sausināšana ar sorbentiem

Par *sorbentiem* sauc vielas, kas, kontaktējot ar mitru gaisu, uzsūc un patur sevī ūdens tvaiku. Cietos sorbentus sauc par adsorbentiem, bet šķidros — par absorbentiem.

Gaisa kondicionēšanas sistēmās par adsorbentiem lieto dažādu marku aktivizēto (atūdenoto) silīciju. Gaisa parametru maiņas process notiek izoentalpiski. Ar aktivizēto silīciju var gaisu sausināt līdz mitruma saturam $0,025\text{ g/kg}$, tas atbilst gaisa rāsas punkta temperatūrai $t_R = -50^{\circ}\text{C}$.

Vēl zemāku gaisa mitruma saturu, kas atbilst $t_R = -60^{\circ}\text{C}$, var iegūt ar aktivizēto alumīniju. Šo adsorbentu tomēr gaisa kondicionēšanas sistēmās lieto reti, jo to var izmantot tikai tad, ja gaisa sākuma temperatūra zemāka par 25°C . Tā mitrumuzsūce ir apmēram divreiz mazāka nekā aktivizētā silīcija mitrumuzsūce.

Pēc tam, kad adsorbents ir sasniedzis aprēķinā mitruma saturu, ko reģenerē: laiž tam cauri līdz $150\ldots 180^{\circ}\text{C}$ sakarsētu gaisu, kamēr gandrīz viss ūdens iztvaiko.

Par absorbentiem lieto litija hlorīda LiCl_2 vai kalcija hlorīda $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ šķīdumu ūdenī. Ar litija hlorīdu var paze-

mināt gaisa relatīvo mitrumu līdz $0,14\ldots 0,23$, bet ar kalcija hlorīdu — līdz $0,45\ldots 0,48$. Šķīdumu izsmidzina sprauslu kamerās, kas izgatavotas no krāsainā metāla un apgādātas ar efektīviem separatoriem, vai speciālas konstrukcijas absorbēros. Tiek izmantota absorbentu īpašība zemā temperatūrā uzsūkt ūdens tvaiku un augstākā temperatūrā izdalīt to gaisā. Gaisa kondicionēšanas sistēmās koncentrēto absorbentu var dzesēt ar ūdeni, kura temperatūra $25\ldots 28^{\circ}\text{C}$ un kuru var iegūt bez saldēšanas mašīnām. Atšķaidītā absorbenta reģenerēšanu veic, sildot to ar ūdeni, kura temperatūra $70\ldots 80^{\circ}\text{C}$. Vasaras periodā ūdeni var ņemt no siltumtīkliem. Sakarā ar šiem diviem apstākļiem gaisa sausināšana ar absorbentiem ir daudz ekonomiskāka nekā sausināšana virsmas dzesētājos, kontaktējot ar aukstu ūdeni, kā arī sausināšana ar adsorbentiem, kuru reģenerēšanai nepieciešama temperatūra, kas augstāka par 100°C . Kā trūkums jāatzīmē ķīmiskā agresivitāte — nepieciešamība lietot deficītos krāsainos metālus.

6.3.4. Siltuma un mitruma utilizēšana

Noplūdes gaisu vasarā var izmantot āra gaisa dzesēšanai, bet ziemā — tā sildīšanai un mitrināšanai. To veic ar trīs paņēmieniem:

sajaucot āra gaisu ar noplūdes jeb recirkulācijas gaisu, t. i., lietojot sajaukšanas tipa siltumapmaiņas aparātus;

rekuperatoros — aparātos, kuros siltuma (un mitruma) apmaiņa starp āra un recirkulācijas gaisa plūsmām notiek caur atdalošu sienīņu, jeb virsmas siltumapmaiņas aparātos;

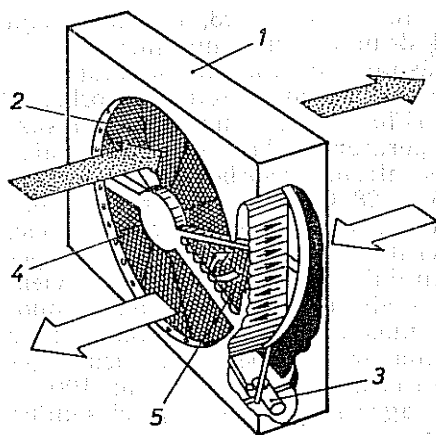
reģeneratoros — aparātos, kuros caur masīvu kontaktslāni, kas labi akumulē un atdod siltumu (un mitrumu), pārmaiņus plūst āra vai recirkulācijas gaiss.

Recirkulācijas izmantošana ir visvienkāršākais un visplašāk lietotais paņemiens.

No sanitāri higiēniskā viedokļa recirkulācijas lietošana nav ieteicama, jo kopā ar recirkulācijas gaisu telpā atgriežas daļa putekļu, gāzes, baktēriju un smaku. Tādēļ recirkulācijas gaisa daudzumu ierobežo sanitārās normas.

Ja rekuperatora gaisa plūsmas atdalošā sienīņa (cauruļu vai lokšņu) izgatavota no gaisnecaurīdīga materiāla (metāla, plastmasas u. tml.), tad āra gaisu var tikai atdzesēt vai sildīt.

Rekuperatora sienīņas varētu izgatavot arī no poraina materiāla, kas labi vada siltumu, laiž cauri ūdens tvaiku, bet ir praktiski gaisnecaurīdīgs. Rekuperatori, kas izgatavoti no šāda materiāla, ziemā ļautu arī samitrināt pieplūdes (āra) gaisu, vasarā — sausināt to un ievērojami palielināt siltumapmaiņas efektivitāti. Pagaidām pietiekami efektīvi materiāli nav atrasti.



6.10. att. Noplūdes gaisa siltuma un mitruma reģenerators:

1 — korpuss; 2 — rotējošs higroskopiskā materiāla kontaktslānis; 3 — elektrodzinētājs ar reduktoru; 4 — blīvētājs; 5 — pretplūsmas sektors kontaktvirsmas tīrīšanai.

pija, ka ar to var sasildīt pieplūdes gaisu un ūdeni tehnoloģiskām vajadzībām.

Konstruktīvi reģeneratora darbības princips realizējas, izmantojot rotējošu kontaktslāni (6.10. att.). Ja kontaktslāni izgatavo no alumīnija folijas, metāla skaidām vai sietiem, stikla šķiedras, polimēra plēves un citiem nehigroskopiskiem materiāliem ar lielu siltumietilpību, tad galvenokārt notiek siltumapmaiņas process. Ziemā kondensāts, kas no noplūdes gaisa izdalās uz kontaktslāņa aukstās virsmas, pilnīgi iztvaiko pieplūdes (āra) gaisā. Tā zināmā mērā notiek arī āra gaisa mitrināšana. Metāla patēriņš reģeneratora izgatavošanai ir 2...5 reizes mazāks nekā rekuperatoram.

Pēdējā laikā ārzemju firmās apgūta rotējošu reģeneratoru kontaktslāņa izgatavošana no higroskopiskiem materiāliem, kuri nodrošina vienādu siltuma un mitruma apmaiņas procesa efektivitāti. Reģeneratori ar higroskopisku kontaktslāni ir ļoti perspektīvi: tie ļauj sasniegt to pašu ekonomiju, ko dod 65...75% recirkulācijas gaisa piejaukšana āra gaisam.

Reģeneratoru vienīgais trūkums salīdzinājumā ar rekuperatoriem ir iespēja nelielai gaisa daļai caur aparāta neblīvumiem iekļūt āra gaisa plūsmā. Bez tam pastāv iespēja, ka kontaktslānis adsorbē atsevišķas kaitīgas gāzes no recirkulācijas gaisa, kuras pēc tam atdod āra gaisam. Lai pēc iespējas samazinātu šo iespēju, ierīko pretplūsmas sektoru kontaktvirsmas tīrīšanai.

Atkarībā no gaisa plūsmu kustības virziena var būt līdzplūsmas rekuperatori, kuros abas gaisa plūsmas pārvietojas gar atdalošo sienīņu vienā virzienā, un pretplūsmas rekuperatori, kuros plūsmas pārvietojas pretējos virzienos.

Ar rekuperatoriem var sasniegt tādu pašu siltuma vai aukstuma ietaupījumu, kādu dotu 30...60% recirkulācijas gaisa. Turklāt pilnīgi tiek izslēgta kaitīgo izdalījumu atgriešanās telpā.

Rekuperatorus plaši lieto papīra rūpniecības uzņēmumos, kuros tehnoloģisko iekārtu noplūdes gaisam ir tik augsta ental-

6.3.5. Gaisa attīrītāji

Apkārtējā atmosfērā un telpu gaisā vienmēr ir piemaisījumi. To raksturs un daudzums ir atkarīgs no apkārtējās teritorijas labiekārtojuma, apdzīvoto vietu izvietojuma, transporta kustības intensitātes, tehnoloģisko procesu rakstura rūpniecības uzņēmumos, to noplūdes gaisa sastāva utt.

Atmosfēras gaisa piesārņotība ar putekļiem un baktērijām izraisa nepieciešamību to attīrīt. Sevišķi rūpīga attīrīšana no putekļiem nepieciešama radioelektronikas, precīzās mehānikas, optikas un citu rūpniecības pieplūdes ventilācijas sistēmās.

Ventilācijas sistēmu noplūdes gaiss jāattīra no ražošanas procesā izdalītiem piesārņojumiem, lai nepiesārņotu apkārtējo vidi.

Gaisa attīrītājus pēc darbības principa var iedalīt šādās grupās: gravitācijas putekļu atdalītāji (putekļu nosēšanās kameras), inerces putekļu atdalītāji (cikloni, skruberi, žālūzijas, putekļu atdalītāji), kontaktfiltri (kasešu, piedurkņu, eļļas filtri), elektrofilti, akustiskie putekļu atdalītāji (ar ultraskaņu).

Galvenais gaisa attīrītāju raksturlielums ir gaisa attīrīšanas efektivitāte

$$E_f = \frac{C_1 - C_2}{C_1}, \quad (6.6)$$

kur C_1 un C_2 — putekļu koncentrācija gaisa plūsmā pirms un pēc attīrītāja, mg/m³.

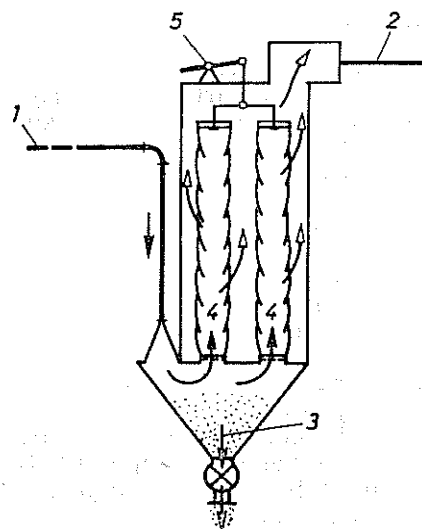
Gaisa attīrīšanas sistēmas iedala šādi:

- 1) pieplūdes gaisa attīrīšana — galvenokārt filtros;
- 2) noplūdes gaisa attīrīšana — galvenokārt putekļu attīrītājos, nepieciešamības gadījumā arī filtros.

Āra gaisa, recirkulācijas gaisa vai vispār pieplūdes gaisa, kā arī atsevišķos gadījumos noplūdes gaisa attīrīšanai lieto sausus, mitros vai elektrostatiskos filtros.

Sausajos filtros gaisu laiž cauri poraina papīra (lignīns, zīdpapīrs) slāņiem, blīvai drēbei (velvetons, flanelis), stikla šķiedras kārtai utt. Ļoti efektīva ir gaisa attīrīšana, laižot to cauri perhlorvinila vai acetilcelulozes ultratīvu šķiedru kārtai. Šķiedras gaisa plūsmā elektrizējas negatīvi un pievelk putekļus, kuri parasti nes pozitīvu statiskās elektrības lādiņu.

Smalku, sausu III, IV un V grupas putekļu (cementa, ogļu, koka, sodrēju, tekstilšķiedru utt.) atdalīšanai no noplūdes gaisa plaši lieto piedurkņu filtros (6.11. att.). Tajos netīrais gaiss plūst cauri audumam. Putekļi paliek piedurknēs. Lai putekļi labāk atdalītos no piedurkņu iekšējās virsmas un nokristu tvertnē, tās periodiski sakrata speciāls mehānisms ar elektrisku vai pneimatisku pievadu. Šie filtri ir ļoti efektīvi. Vēlams lietot pūkainu vilnas audumu, kura filtrējošās īpašības ir labākas, jo tā efektivitāte ir maz atkarīga no uzkrājušos putekļu



6.11. att. Piedurkņu filtrs:
1 — netīrs gaiss; 2 — attīrīts gaiss; 3 — putekļi; 4 — piedurknes; 5 — mehānisms
piedurkņu sakrāšanai.

gumu un iezemēti elektrodi, kuru elektriskajā laukā putekļi jonizējas — saņem statiskās elektrības lādiņu. Otrajā jeb nosēdināšanas sekcijā pamišus uzstādītas metāla plāksnes ar 6500 V spriegumu un iezemētas plāksnes. Jonizētie putekļi nosēžas uz iezemētajām plāksnēm. Atslēdzot spriegumu, putekļi nokrīt zemē. Apmēram reizi mēnesī filtru izmazgā ar ūdens strūklu. Lai uztvertu putekļus, kas nokrīt no sekcijas iezemētajām plāksnēm, aiz tām uzstāda separēšanas sekciju — parasti elastīgu stikla šķiedru filtru, kas var aizturēt daļiņas, kuru diametrs lielāks par 10 μm . Elektrofiltros biežāk lieto noplūdes gaisa attīrīšanai, it sevišķi vērtīgu putekļu uztveršanai.

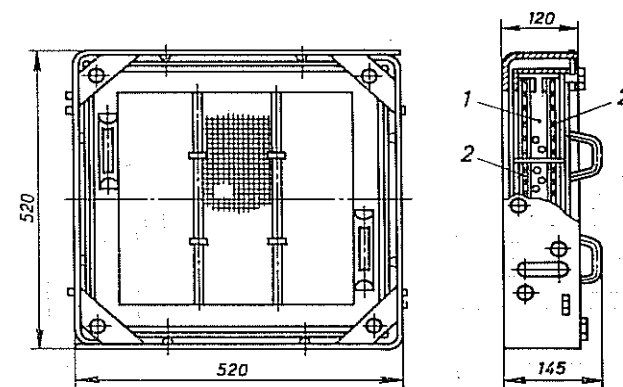
Visizplatītākās filtru konstrukcijas ir dažāda tipa kasetes (6.12. att.), kurās iepildīts filtrējošais materiāls, vai mehāniska pievada konstrukcijas, kurās filtrējošais materiāls nepārtraukti pārvietojas gaisa plūsmā, piemēram, metāla sieta gredzens, kura apakšējā daļā atrodas vanniņa ar eļļu (6.13. att.).

Putekļu atdalītāju būtiska atšķirības pazīme ir tā, ka tajos netirā gaisa plūsma tiek sadalīta tirā gaisa plūsmā un piesārņotā (arī šķidrā fāzē) plūsmā. Tie var būt sausi inerces un gravitācijas un mitrie putekļu atdalītāji. Tos lieto galvenokārt noplūdes gaisa attīrīšanai.

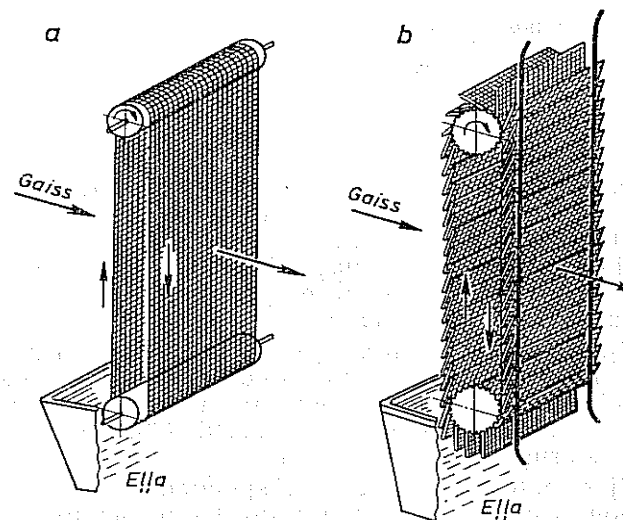
slāņa (salīdzinājumā ar gludiem kokvilnas vai sintētiskiem materiāliem).

Ūdens un eļļas (mitros) filtros gaiss plūst cauri ar ūdeni apskalojamiem vai ar eļļu pārklātiem metāla sietiem, caurumotām plāksnītēm vai haotiski izvietotu, regulāras formas sīku priekšmetu slānim, piemēram, metāla vai keramikas gredzeniem, kas ievietoti starp sietiem. Ūdens filtros putekļus pastāvīgi noskalo kanalizācijā, bet eļļas filtros periodiski mazgā ar karstu sodas šķīdumu. Eļļas filtros nav ieteicams lietot pārtikas rūpniecības un sabiedrisko ēku gaisa apstrādes sistēmās.

Elektrofiltros gaiss plūst cauri trim sekcijām. Pirmajā jeb jonizēšanas sekcijā pamišus uzstādīti cilindriski elektrodi ar 13 000 V spriegumu.

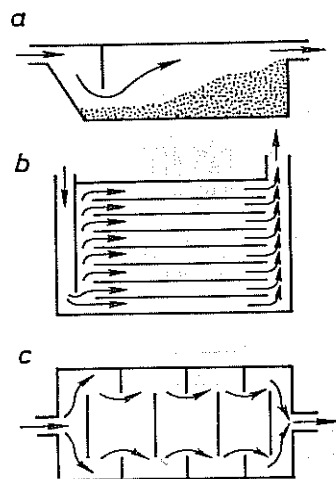


6.12. att. Eļļas filtra kasete:
1 — saļļoti keramikas gredzeni; 2 — metāla sieta.



6.13. att. Eļļas filtrs:
a — ar kustīgu sietu; b — ar virām.

Putekļu nosēdināšanas kamera ir visvienkāršākā gaisa attīrīšanas iekārta rupjiem putekļiem (6.14. att.). Putekļi tajā nosēžas gravitācijas spēku ietekmē. Galvenie trūkumi ir lielie izmēri un ugunsbīstamība, attīrot sprādzienbīstamus vai degošus putekļus. Tādēļ mūsdienās šīs kameras lieto reti.



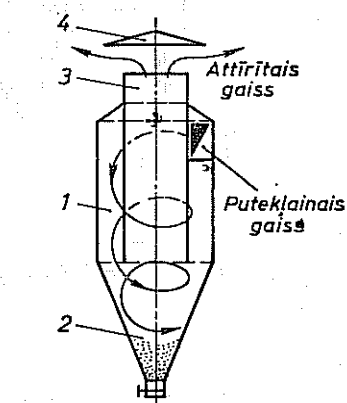
6.14. att. Putekļu nosēdināšanas kameras:
a — tiešas darbības; b — plauktu;
c — labirinta.

Sausu, nelīpošu, rupju un vidēja izmēra (I, II un III grupas) putekļu atdalīšanai lieto ciklonus (6.15. att.). Ciklonu efektivitāte pieaug, palielinoties gaisa ieejas ātrumam, putekļu daļiņu izmēriem un samazinoties ciklona diametram. Tādēļ viena liela ciklona vietā izdevīgāk uzstādīt divus vai vairākus maza diametra ciklonus.

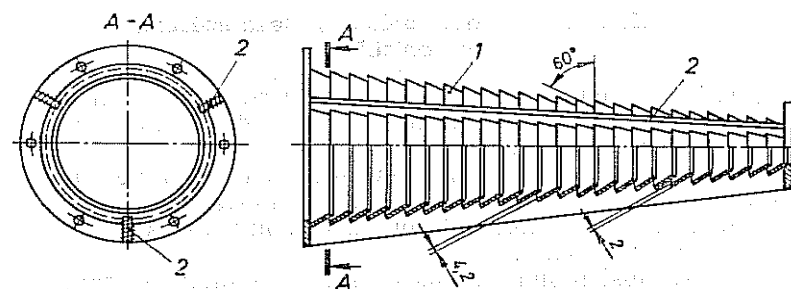
Žalūzijas putekļu atdalītājs jeb tā saucamais inerces filtrs sastāv no nošķelta konusa veida gredzeniem, kas ievietoti cits citā (6.16. att.). Gredzenu diametrs gaisa kustības virzienā pakāpeniski samazinās. Apmēram 93...97% attīrītā gaisa izplūst caur starpgredzenu spraugām.

Žalūzijas putekļu atdalītāju ekspluatācija ir sarežģītāka nekā ciklonu ekspluatācija, tāpēc tos kā patstāvīgus putekļu atdalītājus lieto reti. Biežāk tos izmanto kā vienu no attīrīšanas pakāpēm.

Lai palielinātu ciklonu efektivitāti, cilindra iekšpusi var slapināt. Tādus ciklonus sauc par skruberiem. Skruberi paredzēti putekļaina gaisa attīrīšanai no jebkuriem necementējošiem putekļiem; vienlaikus ar putekļiem mitrie putekļu atdalītāji var uzņemt arī tvaika un gāzes veida komponentus. No skruberiem putekļi kopā ar ūdeni ietek kanalizācijā vai speciālā uztvērējā.



6.15. att. Ciklona shēma:
1 — cilindriskā daļa; 2 — koniskā daļa; 3 — attīrītā gaisa novadcaurule; 4 — kape.

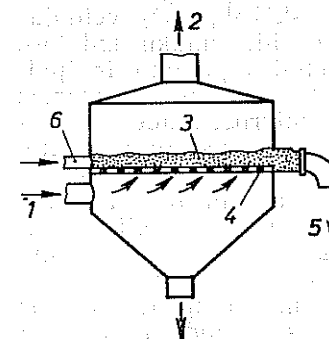


6.16. att. Inerces filtrs:
1 — gredzeni; 2 — balsti.

Ventilācijas un it sevišķi plaši aspirācijas sistēmās lieto ātrgaitas mitros putekļu atdalītājus. Putekļainais gaiss šādā putekļu atdalītājā ieplūst no apakšas tangenciāli. Ūdeni caur ūdens sadalītāju pievada no augšas. Putekļi centrālās spēku iedarbībā tiek piespiesti pie cilindra sienām, no kurienes ar ūdens strūklu tos noskalo koniskajā daļā un tālāk novada kanalizācijā.

Gaisa attīrīšanas efektivitāte šādiem putekļu atdalītājiem sasniedz pat 99%. Tos var lietot jebkuru putekļu uztveršanai, izņemot cementējošus un šķiedrainus putekļus. Ja sākotnējā putekļu koncentrācija $>5000 \text{ kg/m}^3$, tad jāparedz iepriekšēja putekļu attīrīšana.

Gaisa attīrīšanai no hidrofobiem putekļiem (parafīns, naftalīns, tauki, atsevišķas plastmasas u. c.) lieto putu putekļu atdalītājus (6.17. att.). Ūdens putu aparātos gaisu reizē attīra arī no dūmiem un ūdeni šķīstošām kaitīgām gāzēm. Ja ūdenim piejauc ķīmiski aktīvas vielas, piemēram, 3% Na_2CO_3 , tad šķīdums labi absorbē slāpekļa oksīdus.



6.17. att. Putekļu atdalītājs:
1 — putekļainais gaiss; 2 — attīrītā gaisa; 3 — putu slānis; 4 — restes; 5 — dūļķes; 6 — ūdensvads.

Daudzos gadījumos kaitīgas gāzes nav iespējams pilnīgi attīrīt vai arī to attīrīšana ekonomiski neattiecas. Tad noplūdes gaisu pēc attīrīšanas (vai bez attīrīšanas) izsviež atmosfērā pēc iespējas augstāk caur speciālām noplūdes šāhtām vai skursteniem ar nepieciešamo izplūdes ātrumu. Izvadot noplūdes gaisu ar lielu ātrumu, var realizēt t. s. strūklu izplūdi, kas dod iespēju samazināt šāhtu augstumu.

6.3.6. Gaisa dezodorēšana, dezinficēšana un jonizēšana

Smaku intensitāti instrumentāli izmērīt nevar, un sakarā ar to ne pie mums, ne ārzemēs nav nekādu normatīvu dokumentu par smaku likvidēšanu.

Smakas, pat ļoti nepatīkamās smakas cilvēka veselībai ne vienmēr kaitē, bet, protams, rada diskomforta sajūtu, tādēļ ar tām jācīnās. Smaku likvidēšanu gaisa kondicionēšanas praksē sauc par dezodorēšanu.

Šeit īsi apskatīsim ārzemēs biežāk lietotās recirkulācijas gaisa dezodorēšanas metodes.

Lielu daļu nepatīkamo smaku efektīvi adsorbē aktīvā ogle un absorbē kalcijs vai litija hlorīds. Gaisa plūsmā ievietots aktīvās ogles slānis var adsorbēt līdz 33% no savas masas benzīna tvaikus, automobiļu izplūdes gāzes, cilvēka ķermeņa un smērvielu izgarojumus, hloroformu un fenolu; līdz 16% no savas masas acetona, akroleīnu, anestezējošās vielas, metilspirtu, metilēteri un hloru, bet tas laiž cauri acetilēnu, ūdeņradi, metānu, tvana gāzi, ogļskābo gāzi un etilēnu. Aktīvā ogle vāji adsorbē amonjaku, butānu, propānu un sērūdeņradi.

Aktīvās ogles gada patēriņš uz vienu cilvēku dzīvojamās ēkās ir 0,45 kg, viesnīcās — 0,9 kg, slimnīcās — 1,35 kg, restorānos — 2,25 kg. Ogli saber kastēs vai īpašās patronās 12,5...25 mm biezā slānī. Ja gaisa caurplūdes ātrums ir 0,2 m/s, slāņa aerodinamiskā pretestība attiecīgi ir 50...90 N/m².

Gaisa plūsmā izsmidzināts kalcijs vai litija hlorīds labi absorbē smakas, kas parasti izdalās sabiedrisko un dzīvojamo telpu gaisā, un iznīcina mikroorganismus.

Smakas var novērst, apstārojot recirkulācijas gaisu ar ultravioleto starojumu. Tā rezultātā no skābekļa O₂ veidojas atomārais skābeklis O, kas intensīvi oksidē smaku izdalīto vielu molekulas. Šīs dezodorēšanas metodes pamatā ir īpatnība, ka cilvēks nesaož skābekli un tā oksīdus. Atomārais skābeklis eksistē tikai īsu brīdi (to mēra mikrosekundēs), un tā iedarbība ir jūtama tikai tieši gaisa plūsmas apstarotajā vietā.

Recirkulācijas gaisu vispirms filtrs attīra no putekļiem un eļļām un pēc tam, krasi samazinot gaisa plūsmas ātrumu, ievada izplešanās kamerā un apstaro ar ultravioletajiem stariem. Gaisa kustības ātrumu un kameras garumu izvēlas tādu, lai gaiss atrastos kamerā vismaz 6...8 s.

Praksē lieto smaku neitralizāciju un kompensāciju ar smalki izsmidzinātām smaržīgām vielām — dezodorantiem. Tā ir psiholoģiska dezodorēšanas metode: smaka patiesībā paliek, bet otrā smarža vai izveidotais smaržu pāris neitralizē to. Dezodorantu sastāvā ietilpst ēteriskās eļļas, hlorofils un dažādas ķīmikālijas.

Dezodorēšana var dot ievērojamu ekonomisku efektu, ja uz tās rēķina palielina recirkulācijas gaisa daudzumu. Tā, piemēram, ēdnīcās normāli recirkulāciju nedrīkst lietot, bet dažu valstu normas atļauj pēc apstarošanas ar ultravioleto starojumu ievadīt kondicionētāja līdz 90% recirkulācijas gaisa.

Gaisu, kas satur patogēnus (slimību izraisītājus) mikroorganismus, nepieciešams dezinficēt. Pirms padošanas operāciju zālēs, pārsiešanas un tamlīdzīgās telpās to var realizēt, gaisu apstārojot ar baktericīdo lampu ultravioletiem stariem, kā arī to jonizējot. Novadāmo gaisu izkarsē ar elektrosildītājiem vai dūmgāzēm.

Gaisa jonizācijas pakāpi raksturo vieglo negatīvo jonu koncentrācija 1 cm³ gaisa. Parasti tā ir ap 1000, ziemā samazinās līdz 200, bet vasarā dažreiz palielinās līdz 3000.

Pastāv uzskats, ka negatīvie joni labvēlīgi iespaido sirdsdarbību un asinsriti. Mākslīgu gaisa jonizēšanu pēc ārsta norādījuma medicīniskā personāla uzraudzībā lieto profilakses nolūkā un dažu slimību — elpošanas ceļu kataru, bronhiālās astmas, hipertoniķas sākumstadijas ārstēšanā. Tomēr medicīna neiesaka masveidā lietot mākslīgu gaisa jonizēšanu praktiski veselīgiem cilvēkiem.

Mākslīgu gaisa jonizēšanu izmanto cīņā ar putekļiem kalnrūpniecībā un dažās citās rūpniecības nozarēs. Šī gaisa atputekļošanas paņēmiena lietošana ir ļoti ierobežota: putekļi pēc jonizēšanas nosēžas uz telpas griestiem, sienām un mēbelēm vai iekārtām, turklāt kopā ar baktērijām.

Tiek veikti pētījumi par mākslīgi jonizētā gaisa ietekmi uz cilvēka veselību un darbaspējām. Kamēr tie nebūs pabeigti, gaisa kondicionēšanas sistēmās gaisa jonizēšanu lietot nav atļauts.

6.4. VENTILĀCIJAS SISTĒMU KLASIFIKĀCIJA

Visvienkāršākais telpu ventilācijas veids ir neorganizēta gaisa apmaiņa caur neblīvumiem norobežojošās konstrukcijās — infiltrācija un eksfiltrācija. Pie neorganizētas ventilācijas pieder arī gaisa apmaiņa caur atvērtiem vēdlodziņiem, logiem un durvīm, kuru sauc par *vēdināšanu*.

Par neorganizētu ventilāciju to sauc tāpēc, ka paredzēt gaisa apmaiņas biežumu, kas rodas šādas vēdināšanas rezultātā, nav iespējams; tas ir atkarīgs no āra gaisa un telpas gaisa temperatūru starpības, vēja virziena un ātruma, telpas un atvērto logu, durvju izmēriem, to atvēruma pakāpes. Vēdināšana ir pietiekams ventilācijas paņemiens, piemēram, tikai dzīvokļos ar 3 vai mazāk istabām.

Ja gaisa apmaiņa notiek ārējā un iekšējā gaisa temperatūru (blīvumu) starpības rezultātā, tad to sauc par *dabisko* jeb *gravitācijas ventilāciju*. Kā jau teikts, gaisa apmaiņa rodas

arī vēja spiediena rezultātā. Ja gaisa pievadīšana un novadīšana notiek pa speciāli ierīkoti kanāliem un ierīcēm, tad to sauc par *organizētu ventilāciju*.

Rūpniecības ēku telpās, kurās izdalās liels siltuma daudzums, ierīko organizētu dabisko ventilāciju caur ārsienās vai jumtos ierīkoti speciālas konstrukcijas atvērumiem, kuru caurlaidi iespējams mainīt. Šādu ventilāciju sauc par *aerāciju*.

Dzīvojamās, administratīvās un sabiedriskās ēkās plaši lieto dabiskās kanālu ventilācijas (organizētas) sistēmas.

Gaisa spiediens dabiskās ventilācijas sistēmās ir neliels, un to darbības rādiuss ir ierobežots.

Tāpēc lielākos objektos lieto *piespiedu* jeb *mehāniskās ventilācijas sistēmas*, kurās ar ventilatora radīto spiedienu gaisu pārvieto pa gaisa vadiem. Šo sistēmu ražīgumu var regulēt.

Organizētu ventilāciju iedala šādi:

1) noplūdes ventilācija, kad ar ventilācijas sistēmu pastāvīgi novada no telpas noteiktu gaisa daudzumu, bet tā ieplūšana telpā notiek neorganizēti;

2) pieplūdes ventilācija, kad ventilācijas sistēma pastāvīgi ievada telpā noteiktu gaisa daudzumu, bet tā noplūšana no telpas notiek neorganizēti;

3) pieplūdes-noplūdes ventilācija, kad noteiktu gaisa daudzumu telpā ievada un no tās izvada organizēti ar ventilācijas sistēmu.

Atkarībā no gaisa apmaiņas organizēšanas paņēmiena izšķir vietējo, vispārējo un kombinēto ventilāciju.

Vietējā noplūdes ventilācija novada gaisu tieši no tām vietām, kur rodas kaitīgie izdalījumi, neļaujot tiem izplatīties pa visu telpu.

Vietējā pieplūdes ventilācija pievada pēc vajadzības apstrādātu āra gaisu vietās, kur atrodas cilvēki, dzīvnieki vai tehnoloģiskās iekārtas. To lieto tad, ja radīt vēlamus gaisa parametrus un tā tirību visā telpā nav nepieciešams.

Vispārējā ventilācija rada vienādus gaisa parametrus un tā tirību visā telpas darba zonā.

Kombinētā ventilācija ir vietējās un vispārējās ventilācijas sistēmu vienlaicīga lietošana.

Mehāniskajās pieplūdes un pieplūdes-noplūdes sistēmās parasti paredzēta pieplūdes gaisa sasildīšana ziemā. Lai samazinātu siltuma patēriņu, daudzos gadījumos izmanto gaisa recirkulāciju, t. i., pieplūdes gaisam piejauc noteiktu daudzumu siltā noplūdes gaisa.

Atkarībā no tā, vai notiek noplūdes gaisa atkārtota izmantošana, vai arī tā nenotiek, izšķir recirkulācijas un caurplūdes sistēmas.

Gaisa recirkulācija nav pieļaujama telpās, kur izdalās kaitīgas vielas, mikrobi, smakas u. tml.

Gaisa apkures sistēmas, kuru konstruktīvais noformējums

un aprēķini ir tādi paši, kā organizētas ventilācijas sistēmām, aprakstītas 5. nodaļā.

Šāda ventilācijas sistēmu klasifikācija pie mums ir visvairāk izplatīta. Atsevišķu sistēmu nosaukumi dažādos literatūras avotos var atšķirties. Tā, piemēram, pieplūdes-noplūdes ventilāciju sauc arī par kombinēto ventilāciju. Ventilācijas sistēmas apzīmē arī atkarībā no lietošanas specifikas — noplūdes sistēmu, kas paredzēta to kaitīgo vielu novadīšanai, kuras izdalījušās tehnoloģisko iekārtu avārijas gadījumos, sauc par avārijas ventilāciju u. tml.

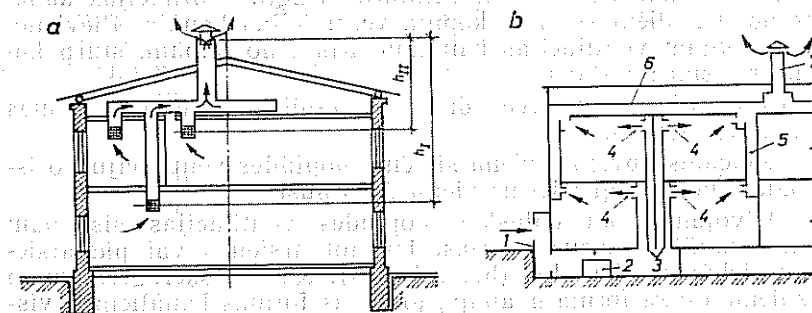
6.5. DABISKĀ VENTILĀCIJA

Pēc pieņemtās ventilācijas sistēmu klasifikācijas dabiskā ventilācija var būt ar organizētu gaisa noplūdi (kanālu sistēma), bez organizētas gaisa pieplūdes un kā pieplūdes-noplūdes sistēma ar organizētu gaisa kustību (kanālu sistēma un bezkanālu sistēma — aerācija).

6.5.1. Kanālu sistēmas

Šādu sistēmu shēmas parādītas 6.18. attēlā. Gaisa kustas pa kanāliem uz augšu gravitācijas spēku iedarbībā āra gaisa un telpas gaisa temperatūru (blīvumu) starpības dēļ.

6.18. attēlā *b* parādītā sistēmā āra gaisa caur pieplūdes šahtu ieplūst pagrabā izvietotā kamerā, kur tas gaisa sildītājā (kaloriferā) sasilst līdz nepieciešamai temperatūrai un pa kanāliem aizplūst uz attiecīgām telpām. Netirais (izlietotais) gaisa no telpām pa vertikāliem kanāliem, savācošo horizontālo kanālu un noplūdes šahtu aizplūst atmosfērā. Caurplūstošā gaisa daudzuma regulēšanai kanālos var uzstādīt vārstus.



6.18. att. Kanālu sistēmas:

a — bez organizētas gaisa pieplūdes; *b* — ar organizētu pieplūdi-noplūdi; 1 — āra gaisa ieplūdes šahta; 2 — siltumapmaiņas aparāts; 3 — pieplūdes kanāli; 4 — noplūdes kanāli; 5 — žalūzijas restītes; 6 — horizontālais kolektors; 7 — noplūdes gaisa šahta.

6.5.1.1. Ventilācijas sistēmas konstruēšana

Dzīvojamo ēku telpu ventilācijas uzdevums ir aizvadīt cilvēku izdalīto siltumu, mitrumu, oglekļa gāzi, dažādas gāzes, kuras rodas ēdiena gatavošanas procesā, kā arī jebkurus citus kaitīgus telpas gaisa piemaisījumus.

Dzīvojamās ēkās pie mums parasti ierīko dabisko ventilāciju. Mehānisko ventilāciju lieto bargākos klimatiskajos apstākļos, kad āra gaisu nepieciešams sasildīt neatkarīgi no apkures un ja nepieciešams radīt pārspiedienu telpā, lai novērstu aukstā gaisa infiltrāciju.

Dabiskās ventilācijas gadījumā dzīvojamās ēkās āra gaiss ieplūst caur logiem, vēdlodziņiem, speciālām logu augšvērtņēm un konstrukciju neblīvumiem — notiek neorganizēta pieplūde.

Virtuvēs, sanitārajos mezglos, vannas istabās (dušas telpās) vai apvienotajos sanitārajos mezglos jāparedz dabiskā noplūdes ventilācija caur ventilācijas kanāliem.

Dzīvojamo istabu ventilācija jāparedz caur virtuves noplūdes kanāliem. Dzīvokļos ar četrām un vairāk istabām jāparedz dabiskā noplūdes ventilācija tieši no dzīvojamām telpām, kuras neatrodas blakus sanitārajam mezglam vai virtuvei. Šādu istabu ventilāciju var apvienot vienā kanālā, ja tās savienotas ar durvīm, bet nedrīkst pievienot palīgtelpu ventilācijas sistēmai.

Projektējot ventilāciju virtuvēs un sanitārajos mezglos, pieļaujams

- a) apvienot vannas istabas ventilācijas kanālu ar tā paša dzīvokļa virtuves ventilācijas kanālu;
- b) vienā dzīvoklī apvienot tualetes un vannas istabas (dušas) ventilācijas kanālus;
- c) apvienot virtuvju un sanitāro mezglu ventilācijas kanālus no dažādiem stāviem kopīgā ventilācijas kanālā. Pievienoties kopīgam ventilācijas kanālam drīkst no telpām, starp kurām ir vismaz 1 stāvs;
- d) gazificētās virtuvēs drīkst uzstādīt tikai neregulējamās žalūzijas restītes.

Ieteicams apvienot vienā sistēmā noplūdes ventilāciju no istabām, kurām logi iziet uz vienu ēkas pusi.

Dzīvojamo ēku dabiskās noplūdes ventilācijas sistēmām ierīko kanālus, kurus nedrīkst izvietot ārsienās vai pie ārsienām piebūvētos kanālos (bez atkāpes). Kanālu šķērsgriezumam vispiemērotākā forma ir apaļa, jo šādas formas kanāliem ir vismazākā pretestība. Praksē tomēr lieto kā apaļas formas, tā arī ovāla un taisnstūra šķērsgriezuma kanālus.

Ja ēkas iekšējās sienas ir no ķieģeļiem, tās var izmantot ventilācijas kanālu ierīkošanai. Kanālus izbūvē sienās vai

padziļinājumos, kurus pārsedz ar plāksnēm. Ķieģeļu sienās minimālais ventilācijas kanālu izmērs ir $1/2 \times 1/2$ ķieģelis (140×140 mm). Kanāla sienu biezums un starpsienas biezums starp viena tipa kanāliem nedrīkst būt mazāks par $1/2$ ķieģeli, bet starp dažādu tipu kanāliem — par 1 ķieģeli.

Iekšējās ķieģeļu sienās ventilācijas kanālus ierīko ne tuvāk par $1 1/2$ ķieģeli no durvju ailām un sienu savienojumiem.

Silikātķieģeļu, izdedžu betona un citu porainu, mitrumietilpīgu materiālu sienās ierīko izolētus kanālus, piemēram, no dažādu būvmateriālu plāksnēm, no azbestcimenta caurulēm, vai arī šo sienu daļu mūrē no ķieģeļiem. Kaut arī pašlaik azbests ir celtniecībā plaši izmantojams materiāls, tomēr pastāv uzskats, ka tas ir cilvēka veselībai kaitīgs un tādēļ nav ieteicams.

6.5.1.2. Ventilācijas sistēmas aprēķins

Dabiskās noplūdes kanālu ventilācijas sistēmās gaiss pārvietojas uz augšu gravitācijas spēku iedarbībā āra gaisa un telpas gaisa spiedienu starpības dēļ.

Gravitācijas spiedienu Δp , Pa, kurš pārvar sistēmas aerodinamisko pretestību, nosaka pēc formulas

$$\Delta p = gh(\rho_A - \rho_T), \quad (6.7)$$

kur h — gaisa staba augstums, m, no darba zonas līmeņa (dzīvojamās ēkās — no logu centra vai noplūdes restīšu centra) līdz šahtas atvērsumam. To var noteikt pēc 6.18. attēla a un 6.21. attēla shēmām;

g — gravitācijas paātrinājums, m/s^2 ;

ρ_A — āra gaisa blīvums, kg/m^3 ;

ρ_T — telpas gaisa blīvums, kg/m^3 .

Dzīvojamo un sabiedrisko ēku dabiskās ventilācijas sistēmās spiedienu aprēķina āra gaisa temperatūrā $+5^\circ C$. Ja āra gaisa temperatūra ir augstāka, dabiskais spiediens kļūst neievērojams un nepieciešamo gaisa apmaiņu telpās panāk ar vēdināšanu, t. i., logu atvēršanu.

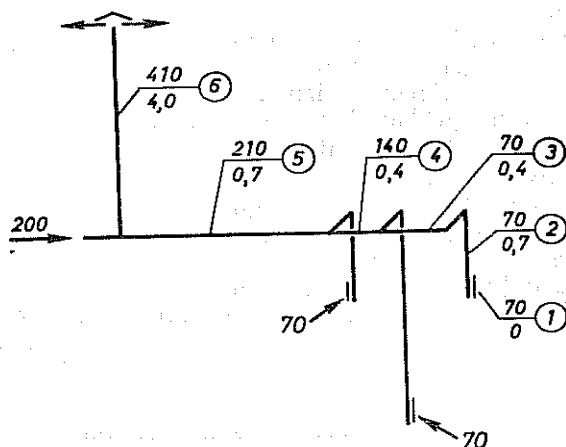
Formulas (6.7) analīze rāda

1) ēkas augšējos stāvos dabiskais spiediens gravitācijas spēku iedarbībā ir mazāks nekā apakšējos stāvos;

2) dabiskais spiediens mainās atkarībā no sezonas: vasarā tas kļūst mazāks, ziemā — lielāks;

3) gaisa atdzišana vados ir nevēlama, jo tā izraisa dabiskā spiediena samazināšanos un var radīt kondensāta izdalīšanos.

Kā redzams no formulas (6.7), spiediens Δp nav atkarīgs no sistēmas garuma horizontālā virzienā. Pieaugot kanālu



6.19. att. Ventilācijas sistēmas aksonometriskā shēma.

garumam, palielinās spiediena zudumi tajos. Ir aprēķināts, ka horizontālā virzienā dabiskās noplūdes ventilācijas sistēmu darbības rādiuss, t. i., attālums no noplūdes šahtas līdz ventilācijas kanālam var būt līdz 8 m.

Tā, piemēram, 6.19. attēlā parādītai sistēmai pēc formulas (6.7) noteiktie gravitācijas spiedienu pirmajā un otrajā stāvā ir šādi:

$$\Delta p^I = 9,81 \cdot 9,0 (1,27 - 1,205) = 5,739 \text{ Pa};$$

$$\Delta p^{II} = 9,81 \cdot 6,0 (1,27 - 1,205) = 3,826 \text{ Pa}.$$

Seit $\rho_T = 1,205 \text{ kg/m}^3$, ja $t_T = 20^\circ \text{C}$ (17. pielikums); aprēķina gaisa staba augstums pirmajam stāvam ir 9,0 m, otrajam stāvam — 6,0 m.

Dabiskās noplūdes ventilācijas sistēmas aprēķinu sāk ar visnelabvēlīgāk novietoto kanālu, kuram gravitācijas spiediens ir vismazākais, bet aerodinamiskā pretestība vislielākā. Tāds ir augšējā stāva kanāls, kas novietots vistālāk no izvadšahtas.

Sistēmas aerodinamiskā pretestība nedrīkst pārsniegt gravitācijas spiedienu. Tāpēc jāizpildās vienādībai

$$\Sigma (Rl(\beta + Z)\alpha = \Delta p, \quad (6.8)$$

kur R — īpatnējie spiediena zudumi gaisa vados berzes dēļ, Pa/m;

l — gaisa vada (kanāla) garums, m;
 Rl — spiediena zudumi aprēķina posmā berzes dēļ, Pa;
 Z — spiediena zudumi vietējās pretestībās, Pa;
 Δp — gravitācijas spiediens, Pa;
 α — rezerves koeficients (1,1 ... 1,15);
 β — koeficients, ar kuru ievēro gaisa vada (kanālu) iekšējās virsmas negludumu (19. pielikums).

Īpatnējos spiediena zudumus R nosaka pēc tabulām (18. pielikums), kuras sastādītas apaļa šķērsgriezuma metāliskiem kanāliem. Lai izmantotu šīs tabulas taisnstūrveida šķērsgriezuma kanāliem, jānosaka tāda apaļa šķērsgriezuma kanāla diametrs d , kura pretestība būtu identiska taisnstūrveida šķērsgriezuma kanāla pretestībai, t. i., ekvivalentais diametrs

$$d = \frac{2ab}{a+b}, \quad (6.9)$$

kur a un b — taisnstūrveida šķērsgriezuma izmēri, m.

Aprēķinot nemetāliska materiāla gaisa vadus, lieto tabulas, kas paredzētas metāliska materiāla kanāliem, un izmanto koeficientu β , ar kuru ievēro gaisa vada iekšējās virsmas negludumu.

Spiediena zudumus vietējās pretestībās nosaka pēc formulas

$$Z = \Sigma \xi \frac{v^2}{2} \rho, \quad (6.10)$$

kur $\Sigma \xi$ — vietējo pretestību summa attiecīgā posmā;

$$\frac{v^2}{2} \rho = p_d — \text{dinamiskais spiediens, Pa}.$$

Jāņem vērā, ka vietējās pretestības attiecinā uz mazāk noslogoto posmu.

Pirms gaisa vada (kanālu) aprēķina jānosaka nepieciešamā gaisa apmaiņa katrai telpai, vadoties pēc normām vai izdarot aprēķinu.

Ventilācijai nepieciešamo gaisa daudzumu nosaka normatīvi:

dzīvojamās telpās — 3 m³/h uz 1 m² platību, bet ne mazāk par 20 m³/h uz vienu cilvēku;

negazificētā virtuvē — ne mazāk par 60 m³/h;

gazificētā virtuvē:

pavards ar 2 degļiem — ne mazāk par 60 m³/h;

pavards ar 3 degļiem — ne mazāk par 75 m³/h;

pavards ar 4 degļiem — ne mazāk par 90 m³/h;

vannas istabā — 25 m³/h;

tualetē — 25 m³/h;

sanitārajā mezglā — 50 m³/h.

3. *Dalies arize siltumspēja 8.000³⁵ K ka
 g blīvums 0,73 kg/m³*

Pirms sāk izraudzītās ventilācijas sistēmas aerodinamisko aprēķinu, uzzīmē tās aksonometrisko shēmu (6.19. att.) un sadala to posmos. Posms ir kanāla daļa, kurā pārvietojas pastāvīgs gaisa daudzums ar noteiktu ātrumu. Tā kā horizontālos un vertikālos kanālos pieļaujami atšķirīgi gaisa ātrumi, tos izdala kā atsevišķus posmus. Atsevišķi posmi var būt arī gaisa ieplūšanas (kā aplūkojamā piemērā) un izplūšanas vietas.

Aprēķinot dabiskās noplūdes ventilācijas sistēmas kanālus, to šķērsgriezuma laukumu f , m^2 , nosaka orientējoši pēc ieteicamā gaisa ātruma v šādi:

$$f = \frac{L}{3600v}. \quad (6.11)$$

Augšējā stāva kanāliem gaisa ātrumu v pieņem 0,5... 0,8 m/s, apakšējo stāvu un apvienojošiem bēniņu kanāliem — ne lielāku par 1 m/s, bet izvadšahņām — 1,0... 1,5 m/s.

Pēc izraudzītā ātruma $v=0,6$ m/s (atbilst ieteiktajam) nosaka lietderīgo šķērsgriezuma laukumu žalūzijas restītēm (1. posms) un vertikālajam kanālam (2. posms), kuros pārvietojas 70 m^3/h gaisa, t. i.,

$$f_{zr} = \frac{70}{3600 \cdot 0,6} = 0,0323 \text{ m}^2.$$

Izvēlas žalūzijas restītes ar izmēriem 250×250 mm un lietderīgo šķērsgriezuma laukumu 0,0361 m^2 (22. pielikums), 2. posma kanālu izvēlas veidotu no ķieģeļiem. (1/2×1) ķieģeļa kanāla laukums ir 0,038 m^2 (21. pielikums). Tad faktiskie gaisa ātrumi 1. un 2. posmā ir šādi:

$$v_1 = \frac{70}{3600 \cdot 0,0361} = 0,54 \text{ m/s};$$

$$v_2 = \frac{70}{3600 \cdot 0,038} = 0,51 \text{ m/s}.$$

Tā kā 2. posma kanālam ir taisnstūrveida šķērsgriezums, tad, lai noteiktu spiediena zudumus berzes dēļ pēc 18. pielikuma, vispirms 21. pielikumā atrod (1/2×1) ķieģeļa kanāla ekvivalento diametru $d=180$ mm.

Pēc lielumiem v , L , d atrod 18. pielikumā īpatnējos spiediena zudumus berzes dēļ: $R=0,065$ Pa/m.

Nemot vērā korekcijas koeficientu $\beta=1,30$ negluda materiāla gaisa vadiem (19. pielikums), aprēķina spiediena zudumus kanālā berzes dēļ (R/β) šādi:

$$R/\beta = 0,065 \cdot 0,7 \cdot 1,30 = 0,059 \text{ Pa}.$$

Lai noteiktu spiediena zudumus vietējās pretestībās, vispirms aprēķina dinamisko spiedienu gaisa plūsmā ar faktisko ātrumu t. i.,

$$p_d = \frac{0,54^2}{2} \cdot 1,21 = 0,176 \text{ Pa}.$$

No 22. pielikuma atrod 1. posma žalūzijas restīšu vietējo pretestību summu $\Sigma \xi = 1,2$ un nosaka spiediena zudumus 1. posma vietējās pretestībās:

$$Z_1 = \Sigma \xi p_d = 1,2 \cdot 0,176 = 0,211 \text{ Pa}.$$

Atrod 2. posma trim 90° leņķgabaliem vietējo pretestību summu $\Sigma \xi = 3 \cdot 1,2 \cdot 1,07 = 3,852$ (22. pielikums) un aprēķina spiediena zudumus 2. posma vietējās pretestībās:

$$Z_2 = 3,852 \cdot \frac{0,51^2}{2} \cdot 1,21 = 0,605 \text{ Pa}.$$

Iegūtos rezultātus ieraksta 6.1. tabulā.

Tā kā horizontālos kanālus parasti izgatavo no cita materiāla nekā vertikālos kanālus un tajos gaisa ātrums var mainīties, tad, kaut arī 2. un 3. posmam caurplūstošā gaisa daudzumi ir vienādi, to izmēri un pretestības būs dažādas.

Pieņemsim, ka 3. posma kanāls izveidots no sārņu betona plātnēm 200×200 mm ($f_3=0,04$ m^2). Tad

$$v_3 = \frac{70}{3600 \cdot 0,04} = 0,49 \text{ m/s}.$$

Ja kanāla ekvivalentais diametrs ir 200 mm un gaisa ātrums 0,49 m/s, spiediena zudumus berzes dēļ, ņemot vērā gaisa vadu sienīņu negluduma korekcijas koeficientu β (19. pielikums), atrod šādi:

$$R/\beta = 0,041 \cdot 0,4 \cdot 1,09 = 0,018 \text{ Pa}.$$

3. posmā ir viena vietējā pretestība: caurplūdes T gabals, kura pretestība ir atkarīga no gaisa plūsmu attiecības tajā. Tāpēc iepriekš jāaprēķina 4. posma kanāla šķērsgriezums, izvēloties gaisa ātrumu ieteiktajās robežās, t. i.,

$$f_4 = \frac{140}{3600 \cdot 0,8} = 0,049 \text{ m}^2.$$

Pieņem kanālu 250×250 mm ar šķērsgriezuma laukumu $f_4=0,0625$ m^2 . Ja $f_3/f_4=0,04/0,0625=0,64$ un $L_3/L_4=70/140=0,50$, tad $\xi=1,46$ (22. pielikums.)

Dabiskās noplūdes ventilācijas

kanālu aerodinamiskais aprēķins

Posma nr.	L , m ² /h	l , m	$a \times b$, mm	f , m ²	v , m/s	d , mm	R , Pa/m	β	R/β , Pa	$\Sigma \xi$	P_d , Pa	Z , Pa	$R/\beta + Z$, Pa
1.	70	0	250×250	0,0361	0,54	—	—	—	—	1,2	0,176	0,211	0,211
2.	70	0,7	270×140	0,038	0,51	180	0,065	1,30	0,059	3,852	0,157	0,605	0,664
3.	70	0,4	200×200	0,04	0,49	200	0,041	1,09	0,018	1,46	0,145	0,212	0,230
4.	140	0,4	250×250	0,0625	0,62	250	0,05	1,11	0,022	2,44	0,233	0,567	0,589
5.	210	0,7	250×250	0,0625	0,93	250	0,085	1,14	0,068	0,89	0,523	0,465	0,533
6.	410	4,0	270×400	0,11	1,04	320	0,1	1	0,4	1,3	0,649	0,844	1,244

$$\Sigma (R/\beta + Z) = 3,471$$

$$\text{Rezerves koeficients } \alpha = \frac{\Delta p}{\Sigma (R/\beta + Z)} = \frac{3,826}{3,471} = 1,1.$$

Spiediena zudumi 3. posma vietējā pretestībā ir

$$Z = 1,46 \cdot \frac{0,49^2}{2} \cdot 1,21 = 0,212 \text{ Pa.}$$

4. posmā, kurš arī izveidots no sārņu betona plātnēm 250×250 mm, kā iepriekš pieņemts, gaisa ātrums

$$v_4 = \frac{140}{3600 \cdot 0,0625} = 0,62 \text{ m/s.}$$

Ja ekvivalentais diametrs ir 250 mm un gaisa ātrums 0,62 m/s, spiediena zudumi berzes dēļ 4. posmā, ņemot vērā gaisa vadu sieniņu negluduma korekcijas koeficientu β , ir šādi:

$$R/\beta = 0,05 \cdot 0,4 \cdot 1,11 = 0,022 \text{ Pa.}$$

4. posmā ir viena vietējā pretestība — caurplūdes T gabals. Līdzīgi kā iepriekš, nosaka kanāla šķersgriezumu 5. posmā, izvēloties gaisa ātrumu ieteiktajās robežās, t. i.,

$$f_5 = \frac{210}{3600 \cdot 0,9} = 0,0648 \text{ m}^2.$$

Pieņem kanālu 250×250 mm ar laukumu $f_4 = 0,0625 \text{ m}^2$. Caurplūdes T gabalam, ja $f_4/f_5 = 0,0625/0,0625 = 1$ un $L_4/L_5 = 140/210 = 0,67$, vietējā pretestība $\xi = 2,44$ (22. pielikums).

Tad spiediena zudumi 4. posma vietējā pretestībā ir

$$Z = 2,44 \cdot \frac{0,62^2}{2} \cdot 1,21 = 0,567 \text{ Pa.}$$

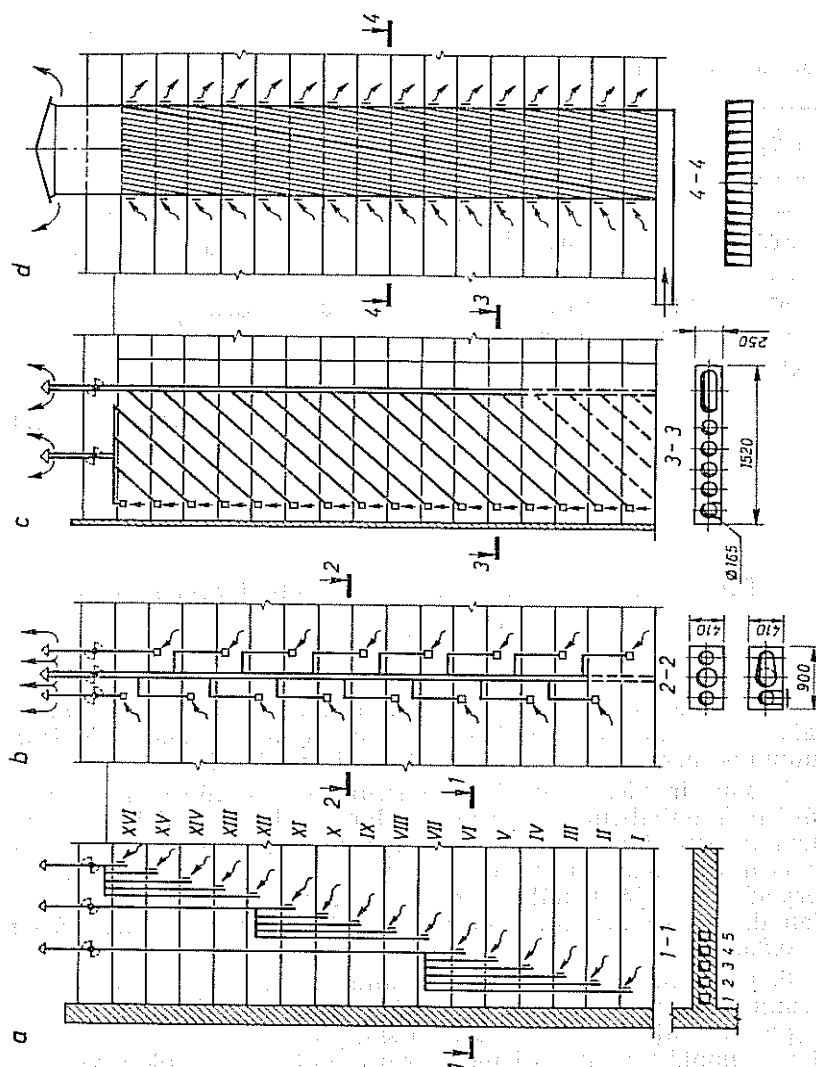
5. posmā kanāla sienu materiālu un izmērus nemaina, jo gaisa kustības ātrums iekļaujas ieteiktajās robežās. Spiediena zudumus berzes dēļ aprēķina līdzīgi kā iepriekš.

Posmā ir viena vietējā pretestība — noplūdes T gabals. Šādiem T gabaliem vietējo pretestību nosaka atkarībā no gaisa ātrumu attiecības posmos. Ja aprēķināmā posmā gaisa ātrums nav lielāks vai ir vienāds ar gaisa ātrumu apvienojošajā perpendikulārajā kanālā, tad T gabala vietējā pretestība ir vienāda ar šo ātrumu attiecību: $v_5/v_6 = 0,93/1,04 = 0,89$. Tātad $\xi = 0,89$.

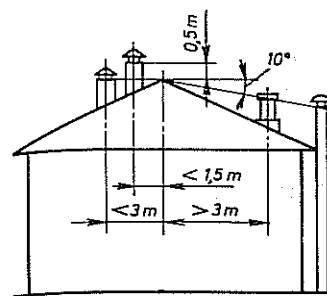
6. posmam pieņem, ka izvadšahāta izklāta ar skārdi. Gaisa ātrumu izvēlas lielāku, t. i., kanāla izmērus salīdzinājumā ar 5. posmu palielina nedaudz. Posmā ir viena vietējā pretestība — noplūdes šahātas kape, kurai $\xi = 1,3$ (22. pielikums).

Aprēķina rezultāti apvienoti 6.1. tabulā.

Pieci stāvu un augstākās ēkās, kur atsevišķu vertikālu kanālu izvadīšana no katras telpas līdz bēniņiem ir konstruktīvi sarežģīta, atļauts izbūvēt vertikālus maģistrālos kanālus, kuros ievada atsevišķu telpu kanālus pēc tam, kad tie izvadīti cauri vismaz diviem stāviem (6.20. att. b). Atļauts arī apvienot katru 4—6 stāvu vertikālos kanālus vienā maģistrālajā



6.20. att. Ventilācijas kanālu izvietošanas daudzstāvu ēkā:
 a — atsevišķs maģistrālais kanāls pirmajiem sešiem stāviem;
 b — viens vertikālais maģistrālais kanāls;
 c — slīpi kanāli; d — slīpi kanāli noplūdei un pieplūdei.



6.21. att. Noplūdes ventilācijas šahtu izvietoējums virs jumta.

kanālā, ko izvada līdz jumtam (6.20. att.a).

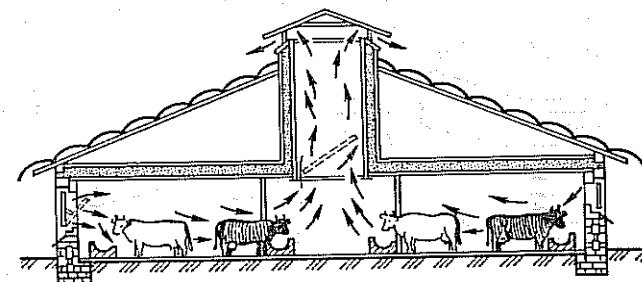
Šahtas izvada virs jumta, kā parādīts 6.21. attēlā.

Lai bēniņos novietajos maģistrālajos kanālos un šahtās gaiss neatdzistu (un tā rezultātā nesamazinātos gravitācijas spiediens), tos izgatavo no materiāliem, kas slukti vada siltumu, vai speciāli izolē. Tā paša iemesla dēļ vertikālos kanālus nedrīkst veidot ārsienās.

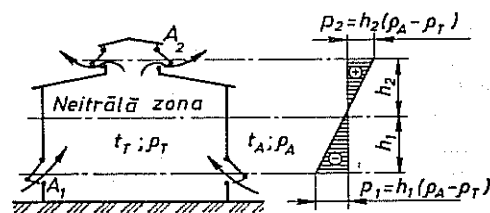
6.5.2. Aerācija

Aerāciju plaši izmanto rūpnieciskajos cehos un lauksaimniecības ēkās. Gaiss kustas cauri ēkai (parasti vienstāva) gravitācijas spēku un vēja iedarbībā: ārā gaiss ieplūst caur logiem vai speciāliem sienās ierīkotiem atvērumiem un izspiež sasīlušos telpas gaisu caur šahtām vai aeratoriem jumtā (6.22. att.).

Atkarībā no augšējo un apakšējo atvērumu kopējo laukumu attiecības noteiktā telpas augstumā gaisa spiediens ir vienāds ar atmosfēras spiedienu. Šo līmeni sauc par *neitrālo zonu*. Zemāk veidojas retinājums, kas veicina ārā gaisa ieplūšanu, bet augstāk gaisa spiediens pārsniedz atmosfēras spiedienu (veidojas pārspiediens, un tādēļ telpas gaiss cenšas izplūst ārā; 6.23. att.).



6.22. att. Aerācijas principi.



6.23. att. Aerācijas darbība gravitācijas ietekmē.

Neitrālā zona atrodas tādā augstumā, ka aerodinamiskā pretestība, ko izrāda gaisa plūsmai apakšējie atvērumi (A_1), ir vienāda ar spiedienu p_1 , bet augšējo atvērumu (A_2) aerodinamiskā pretestība ir vienāda ar p_2 .

Aerācijas analītiskie aprēķini ir sarežģīti, tādēļ dažkārt ir racionāli vajadzīgo atvērumu laukumu un izvietojumu noteikt ar aerodinamisku modeļu palīdzību. Tas nepieciešams it īpaši tādēļ, ka gaisa apmaiņu iespaido vējš (6.24. att.).

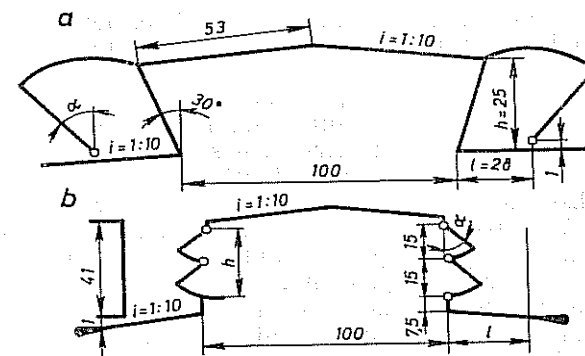
Aerācija ir efektīva tad, ja to ekspluatācijas gaitā regulē, atverot un aizverot pēc vajadzības pieplūdes un noplūdes atvērumus.

Noplūdes atvērumi ir jāveido tā, lai vējš nevarētu tajos radīt pārspiedienu un izraisīt netīrā gaisa plūsmas atgriešanos telpā. 6.25. attēlā parādītas šāda tipa aeratoru konstrukcijas.

Līdzīgs darbības princips ir deflektoriem, kurus uzstāda noplūdes šahtu galos. Neatkarīgi no vēja virziena tie rada retinājumu šahtā un veicina gaisa izplūšanu. Ir zināmas daudzas dažādas deflektoru konstrukcijas, piemēram, 6.26. attēlā redzamā konstrukcija.

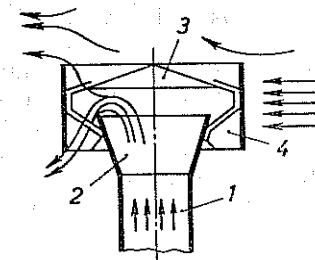


6.24. att. Aerācijas darbība vēja ietekmē.



6.25. att. Aeratoru konstrukcijas.

6.26. att. Deflektora konstrukcija:
1 — noplūdes šahtas gals; 2 — difuzors; 3 — kape; 4 — apaļš vai četrstūrainis apvalks.



Aerācija ir vislētākais ventilācijas veids. Tomēr tai ir būtiski trūkumi: parasti nav iespējams pieplūdes gaisu sadalīt vienmērīgi pa darba zonu, nenotiek āra gaisa attīrīšana no putekļiem.

6.6. MEHĀNISKĀ VENTILĀCIJA

Mehāniskās ventilācijas sistēmās gaisa pārvietošanai lieto ventilatorus.

Salīdzinājumā ar dabisko ventilāciju mehāniskajai ventilācijai ir dažas priekšrocības: lielāks (praktiski neierobežots) darbības rādiuss, ražīgums nav atkarīgs no meteoroloģiskiem apstākļiem, var mainīt pieplūdes gaisa parametrus, piemērotāk organizēt gaisa pieplūdi un noplūdi konkrētās vietās, attīrīt gaisu pirms izvadišanas atmosfērā.

Pie trūkumiem jāatzīmē skaņas izolācijas nepieciešamība tādēļ, ka palielinās gaisa ātrums kanālos, un nepieciešamība patērēt enerģiju gaisa pārvietošanai.

6.6.1. Vispārējā ventilācija

Vispārējās pieplūdes-noplūdes ventilācijas risinājums kādā kantora tipa ēkā parādīts 6.27. attēlā.

Šajā piemērā pieplūdes sistēma sastāv no pagrabā

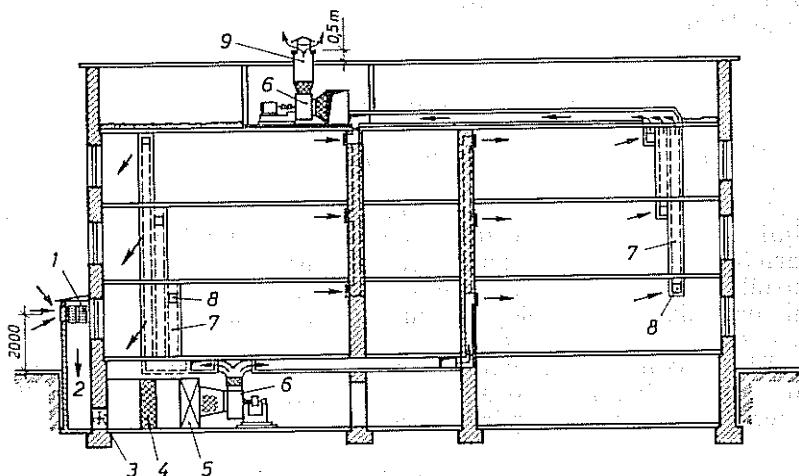
izvietotas pieplūdes kameras un gaisa vadiem, bet noplūdes sistēma — no bēniņos izvietotas ventilācijas kameras un gaisa vadiem.

Āra gaisu ieņem caur mājas sienai piebūvētu šahtu. Gaisa iesūkšanas restītes neļauj iekļūt šahtā nokrišņiem un putniem. Restītēm jābūt vismaz 2 m virs zemes. Gaisu var ieņemt arī caur šahtām virs jumta. Turklāt jāievēro, ka gaisa ieņemšanas restītes drīkst būt ne tuvāk kā 10 m no noplūdes šahtas, ja tās ir vienā līmenī, vai arī gaisa ieņemšanas atverumam jābūt vismaz 2 m zemāk par noplūdes šahtas galu. Gaisa ātrumu ieņemšanas restītēs pieņem 4...6 m/s.

Starp gaisa ieņemšanas šahtu un kaloriferu (gaisa sildītāju) uzstādīts izolēts vārsts. To aizver, ventilatoru izslēdzot, lai aukstais āra gaiss nevarētu aizsaldēt kaloriferu naktī, kad sistēma nestrādā un kaloriferā karstais ūdens necirkulē.

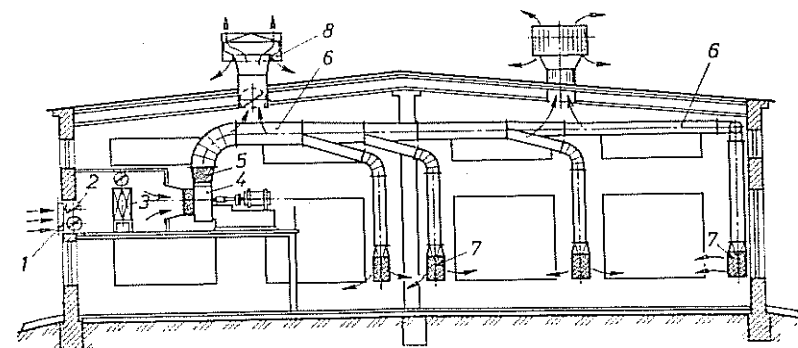
Gaisa ātrums gaisa vados dzīvojamās, sabiedriskajās un administratīvajās ēkās parasti ir no 4 m/s līdz 8 m/s. Nepieciešamos gaisa vadu šķēsgriezuma laukumus aprēķina tā, lai katrai pieplūdes vai noplūdes restītei plūstu cauri projektā paredzētais gaisa daudzums. Šie aerodinamiskie aprēķini ir samērā darbietilpīgi, un tādēļ projektēšanas organizācijās tos pēdējā laikā izpilda ar datoriem.

Mehānisko ventilācijas sistēmu garums praktiski nav ierobežots. Jo garāka ir sistēma, jo lielāka tās aerodinamiskā pretestība un lielāka ventilatora patērētā jauda tās pārvarēšanai.



6.27. att. Mehāniskā pieplūdes-noplūdes ventilācijas sistēma administratīvai ēkai:

1 — āra gaisa iesūkšanas restītes; 2 — āra gaisa iesūkšanas šahta; 3 — āra gaisa vārsts; 4 — gaisa filtrs; 5 — gaisa sildītājs vai dzesētājs; 6 — ventilatori; 7 — gaisa vadi; 8 — gaisa pieplūdes-noplūdes restītes; 9 — gaisa noplūdes šahta.



6.28. att. Pieplūdes-noplūdes ventilācijas sistēmas cehā:

1 — āra gaisa iesūkšanas restītes; 2 — āra gaisa vārsts; 3 — gaisa sildītājs; 4 — ventilatori; 5 — elastīgus starplikas; 6 — gaisa vadi; 7 — gaisa pieplūdes restītes; 8 — deflektors.

6.28. attēlā parādīts vispārējās pieplūdes-noplūdes ventilācijas risinājums kādā rūpnīcas cehā.

Sajā piemērā pieplūdes ventilācijas kamera novietota uz speciāli izveidota laukumiņa, lai nesamazinātu ražošanas platību. Gaisa vadi novietoti tieši telpā, jo rūpnīcas telpām, kur atrodas dažādi aparāti un cauruļvadi, ventilācijas sistēmas nebojā interjeru. Tādēļ rūpnīcās var brīvāk izvēlēties ventilācijas sistēmu izvietojumu un tās ir mazāk saistītas ar ēkas konstrukcijām.

Gaiss ventilācijas sistēmu vados kustas ar ātrumu no 4 m/s līdz 12 m/s. Parasti lieto apaļus gaisa vadus, kurus var viegli izgatavot sērijveidā, patērējot mazāk materiāla nekā taisnstūrveida vadiem.

6.6.2. Vietējā noplūdes ventilācija

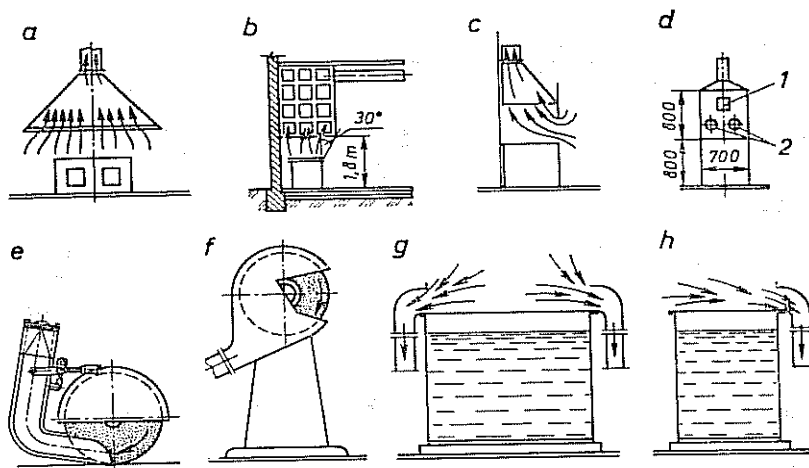
Vietējā noplūdes ventilācija lokalizē kaitīgos izdalījumus, lietojot kapes, aizkarus, velkmes skapjus, apvalkus un borta nosūces (6.29. att.).

Kapes uzstāda virs iekārtām, kas izdala siltumu un par gaisu vieglākas gāzes: virs ēzēm, termiskajām krāsnīm, vannām ar karstiem šķidrumiem.

Aizkarus lieto tvaiku uztveršanai virs kurtuvēm, vannām u. tml.

Velkmes skapjus izmanto putekļu un gāzu uztveršanai tieši to izdalīšanās vietās: ķīmiskajās laboratorijās, detaļu metināšanas un lodēšanas vietās u. tml.

Apvalkus paredz mašīnbūves rūpnīcu darbgaldiem un kustīgām mašīnu daļām, ap kurām izdalās putekļi. Vairumu šādu mašīnu pašlaik izgatavo jau komplektā ar apvalkiem. Tur-



6.29. att. Vietējās noplūdes ventilācijas veidi:

a — kape virs termiskās krāsns; b — stiklots aizkars virs plīts; c — velkmes skapis; d — slēgts velkmes skapis; e — frēzes apvalks; f — slīpriņas apvalks; g — borta divpusēja nosūce; h — borta vienkpusēja nosūce; 1 — stiklots skatlogš; 2 — atvērumi (rokām).

klāt mašīnas pasē parasti ir uzrādīts, cik daudz gaisa jānosūc no katra apvalka.

Borta nosūces paredz vannām, kuras jāapkalpo no augšas (piemēram, regulāri jāiegremdē un jāizņem no tām kāda produkcija) un kurām tādēļ nav iespējams ierīkot ne kapes, ne aizkarus.

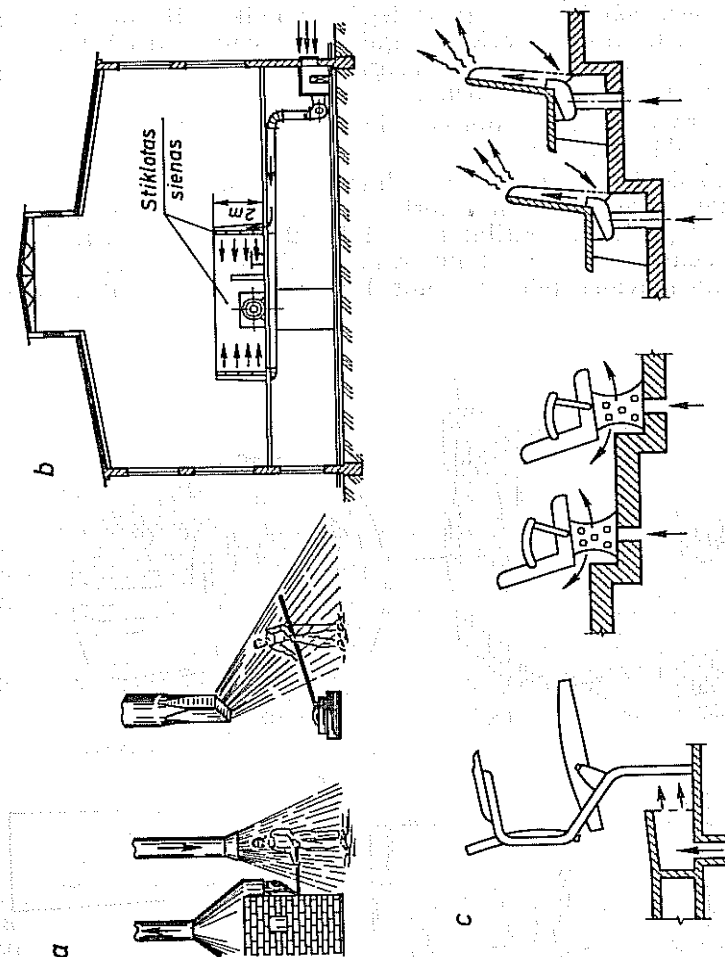
Ja vietējās noplūdes ventilācijas sistēmu gaisā ir pārāk liela kaitīgo izdalījumu koncentrācija, tad gaiss pirms izsviešanas atmosfērā jāattīra. Dažkārt noplūdes gaisu attīra no putekļiem tādēļ, ka to savākšana ir ekonomiski izdevīga (krāsaino metālu, miltu, cementa putekļi).

6.6.3. Vietējā pieplūdes ventilācija

Vietējo pieplūdes ventilāciju realizē, ierīkojot gaisa dušas un oāzes (6.30. att.).

Gaisa dušas lieto fiksētās darba vietās karstajos cehos, kur iekārtas izdala siltumu, vai rūpnīcu telpās, kur izdalās kaitīgās gāzes un tvaiki, kurus nevar uztvert ar vietējās noplūdes sistēmām.

Gaisa oāzes ierīko karstajos cehos ar nelielu strādnieku skaitu. Šādi apstākļi ir, piemēram, elektrostaciju mašīnzālēs un dažos metalurģisko rūpnīcu cehos.



6.30. att. Vietējās pieplūdes ventilācijas veidi:

a — gaisa dušas; b — gaisa oāze; c — ventilācija krēslēm.

6.6.4. Ventilatori

Mehāniskajās ventilācijas sistēmās lieto centrālās, aksiālās un diametrālās ventilācijas (6.31. att.).

Ventilatora lāpstiņas griežoties aizķer gaisu un nedaudz to saspiež. Šādā veidā gaiss iegūst noteiktu ātrumu un spiedienu. Ventilatora pārvietotā gaisa daudzums (ražīgums) un tā radītais spiediens ir atkarīgi no ventilatora tipa, rotora diametra un griešanās ātruma.

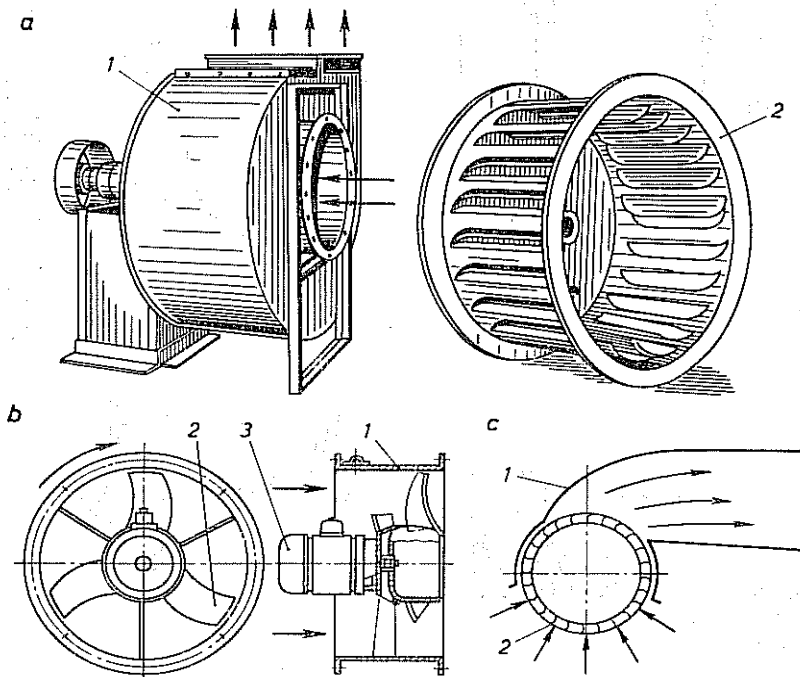
Centrālās ventilācijas atkarībā no to radītā spiediena iedala šādās grupās:

zemspiediena ventilatori — līdz $1000 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$;

vidēja spiediena ventilatori — līdz $3000 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$;

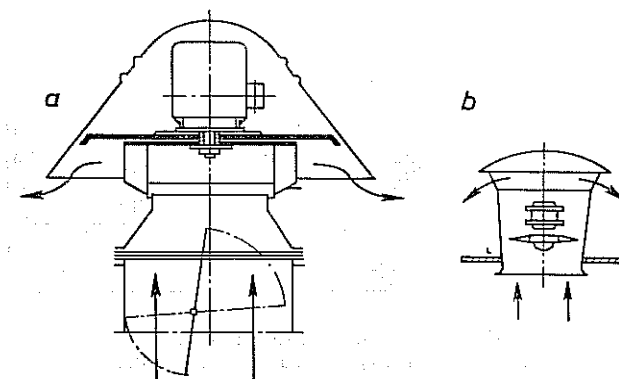
augstspiediena ventilatori — līdz $12000 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$.

Ja centrālās vai diametrālās ventilatora rotors, skatoties uz to no pievada (elektromotora) puses, griežas pulksteņa rā-



6.31. att. Ventilatori:

a — centrālās; b — aksiālās; c — diametrālās; 1 — apvalks; 2 — rotors; 3 — elektromotors.



6.32. att. Jumta ventilatori:

a — grīdas; b — vienaslāpītais sānu; c — divslāpītais sānu.

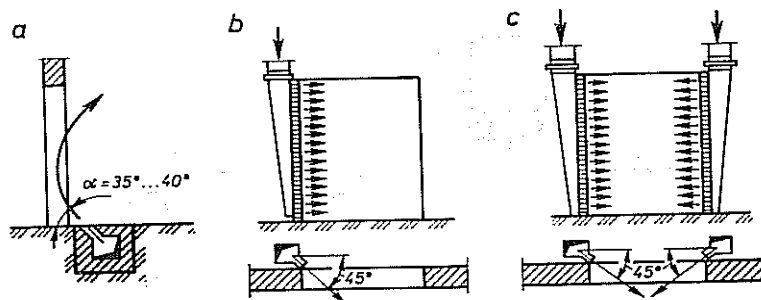
dītāju kustības virzienā, tad to sauc par labā virziena ventilatoru, bet, ja tas griežas pretējā virzienā, — par kreisā virziena ventilatoru. Centrālās ventilatora apvalka izplūdes atvērums var būt pagriezts dažādos virzienos.

Atsevišķus ventilatorus izgatavo no plastmasas vai alumīnija, ja paredzēts tos lietot sprāgstošu gāzu maisījuma pārvietošanai, un no nerūsējošā tērauda vai titāna, ja gaisā ir gāzes, kas izraisa tērauda paātrinātu koroziju.

Plaši lieto jumta ventilatorus — centrālās un aksiālās ventilatorus, kas paredzēti uzstādīšanai virs ēku jumtiem (6.32. att.).

6.6.5. Siltā gaisa aizkari

Ziemā telpās, kurās bieži virina durvis, vai, piemēram, ražošanas telpās ar vārtiem (lielām durvīm), strauji ieplūst lielas aukstā āra gaisa masas, kas nepieļaujami atdziest darba zonu. Lai to novērstu, ierīko siltā gaisa aizkarus. Izšķir grīdas un vienaslāpītos vai divslāpītos sānu gaisa aizkarus (6.33. att.). No spraugas grīdā vai vertikālā gaisa vadā izpūš gaisu ar ātrumu $12 \dots 16 \text{ m/s}$, veidojot $40 \dots 50^\circ$ leņķi ar vārtu vai durvju plakni. Atkarībā no izpūstā siltā gaisa daudzuma var pilnīgi novērst vai krasi samazināt aukstā gaisa iekļūšanu telpā, tādējādi neizmainot apkures sistēmas slodzi.



6.33. att. Siltā gaisa aizkari:
a — grīdas; b — viļņpusējais sānu; c — divpusējais sānu.

Siltā gaisa aizkarus ierīko rūpnīcās pie attiecīgu telpu ārējām durvīm un vārtiem, ņemot vērā to atvēršanas biežumu un ilgumu. Tos ierīko arī pie ārdurvīm sabiedriskajās ēkās (veikali, teātri u. tml.).

6.7. GAISA KONDICIONĒŠANA

Gaisa kondicionēšana ir gaisa apstrādes process un automātiska gaisa temperatūras, mitruma, kustības ātruma un tīrības uzturēšana slēgtā telpā vai telpas daļā neatkarīgi no ārējiem meteoroloģiskajiem apstākļiem un mainīgiem telpas siltuma un mitruma izdalījumiem.

Par gaisa kondicionēšanas sistēmu sauc tehnisko līdzekļu kompleksu, ar kuru iegūst noteiktas kondīcijas gaisu. Svarīgākos no šiem tehniskajiem līdzekļiem parasti apvieno īpašā aparātā, ko sauc par kondicionētāju. Atsevišķos gadījumos, kad visi šie tehniskie līdzekļi ir apvienoti vienā agregātā, jēdzienu «gaisa kondicionēšanas sistēma» un «kondicionētājs» kļūst līdzvērtīgi.

Izšķir komforta gaisa kondicionēšanas sistēmas, kuru uzdevums ir radīt cilvēkiem komfortablus apstākļus darbam un atpūtai, un tehnoloģiskās gaisa kondicionēšanas sistēmas, kuru galvenais uzdevums ir nodrošināt tehnoloģisko procesu norisei vai materiālo vērtību glabāšanai vēlamos gaisa parametros.

Parasti gaisa kondicionēšanas sistēma rada un automātiski uztur noteiktus gaisa parametrus ne visā telpā, bet tikai tā saucamajā darba zonā, kur atrodas cilvēki, tehnoloģiskās iekārtas vai materiālās vērtības. Komforta kondicionēšanas sistē-

mās darba zona ir telpas daļa 2 m augstumā virs grīdas un 0,5 m attālumā no sienām.

Gaisa kondicionēšanu iesaka ierīkot šādās sabiedriskās ēkās:

- slimnīcu palātās un operāciju zālēs;
- teātru skatītāju zālēs un foajē;
- kinoteātros, klubos un kultūras namos ar 600 un vairāk vietām;
- pirmās kategorijas restorānos un ēdnīcās ar 250 un vairāk vietām;
- veikalos, kuros strādā vairāk par 75 pārdevējiem;
- viesnīcās;
- gleznu galerijās, muzejos, grāmatu krātuvēs, arhīvos;
- administratīvās ēkās;
- skaitļošanas centros.

Dzīvojamās ēkās, mācību iestādēs un bērnudārzos gaisa kondicionēšanu pagaidām izmanto reti.

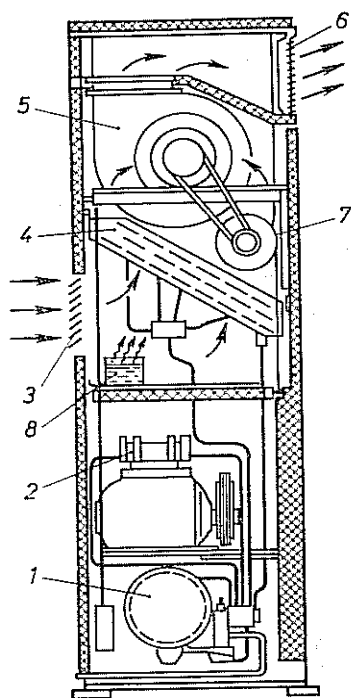
Rūpnīcās un lauksaimniecības ēkās gaisa kondicionēšanu ierīko tad, ja tā ir ekonomiski izdevīga vai nepieciešama tehnoloģiskā procesa veikšanai. Gaisa kondicionēšana ir nepieciešama un to ļoti plaši lieto tekstilrūpniecībā, radioelektroniskajā rūpniecībā, precīzajā mašīnbūvē, skaitļošanas centros, tipogrāfijās, daudzos pārtikas rūpniecības uzņēmumos un atsevišķos metalurģijas kombinātu karstajos cehos.

Gaisa kondicionēšanu ievieš arī lauksaimniecības ēkās — pirmām kārtām augļu un sakņu noliktavās, siltumnīcās, kā arī lielās putnu fermās un cūku kūtiņās.

Pētījumi rāda, ka, uzturot lopu fermās visu gadu optimālus gaisa parametrus, celtos izslaukums govīm, palielinātos dzīvsvāra pieaugums cūkām u. tml. Tā, piemēram, daudzās saimniecībās vienas produkcijas vienības iegūšanai izlieto 3...12 barības vienības, bet, normalizējot telpu gaisa parametrus, patērēto barības vienību daudzums būtu tikai 1...5.

6.7.1. Gaisa kondicionētāji

Kondicionētāju, kura sastāvā ietilpst siltuma un aukstuma avoti, sauc par autonomu gaisa kondicionētāju (6.34. att.). Pretējā gadījumā, ja siltumu saņem pa caurulēm karsta ūdens vai tvaika veidā no ārpusē vai gaisa kondicionētājā nav iebūvētas saldēšanas mašīnas, to sauc par neautonomu kondicionētāju.



6.34. att. Autonomais kondicionētājs:

1 — saldēšanas mašīnas kondensators; 2 — kompresors; 3 — gaisa iesūkšanas reslītes; 4 — gaisa dzesētājs; 5 — ventilators; 6 — gaisa izplūdes reslītes; 7 — ventilatora motors; 8 — gaisa mitrinātājs.

Speciālus kondicionētājus izgatavo slimnīcu operāciju zālēm, maizes ceptuvēm, gaļas kombinātiem, tabakas fabrikām, celtnu kabīnēm, kuģiem un automobiļiem. Ļoti specializētās ražotnēs (atomelektrostacijās, lieljaudas termoelektrocentrālēs) un veselībai kaitīgās ražotnēs lieto pārnēsājamas individuālas gaisa kondicionēšanas iekārtas.

Kondicionētājus, kas pēc konstrukcijas un ārējā noformējuma domāti uzstādīšanai telpā, sauc par *vietējiem*, bet kondicionētājus, kurus paredzēts novietot ārpus apkalpojamās telpas, — par *centrālajiem* gaisa kondicionētājiem.

Centrālie kondicionētāji (6.35. att.) sastāv no atsevišķām sekcijām, kuras var kombinēt pēc vajadzības, iegūstot dažādu gaisa apstrādes secību.

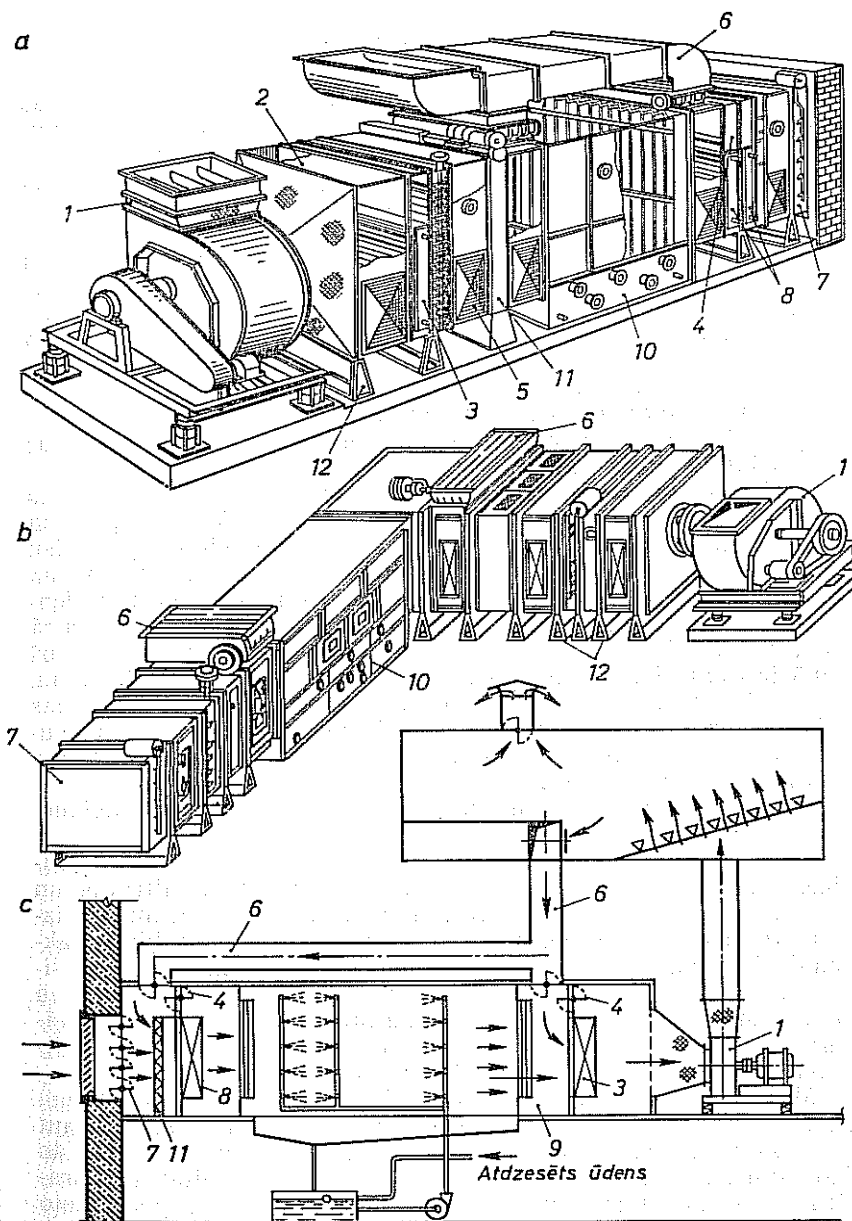
Centrālajos gaisa kondicionētajos gaisa mitrināšanai, atdzesēšanai vai sausināšanai paredzētas sprauslu kameras, kurām ūdens jāpievada pa caurulēm no kāda ārēja avota. Gaisa sildīšana paredzēta kalorifieros ar karstu ūdeni no ārēja siltuma avota, bet gaisa attīrīšana — eļļas filtrus. Rūpnīcas, kas ražo elektriskos kalorifierus un stikla šķiedras filtrus, saskaņo ar kondicionētājiem šo aparātu izmērus tā, lai vajadzības gadījumā tos varētu ieslēgt kondicionētajos kā atsevišķas sekcijas.

Speciālus kondicionētājus izgatavo slimnīcu operāciju zālēm, maizes ceptuvēm, gaļas kombinātiem, tabakas fabrikām, celtnu kabīnēm, kuģiem un automobiļiem.

Ļoti specializētās ražotnēs (atomelektrostacijās, lieljaudas termoelektrocentrālēs) un veselībai kaitīgās ražotnēs lieto pārnēsājamas individuālas gaisa kondicionēšanas iekārtas.

6.35. att. No sekcijām sastādīts centrālais gaisa kondicionētājs:

a, b — kopskati; c — gaisa apstrādes shēma; 1 — ventilators; 2 — kamera kalorifera apkalpošanai; 3 — kalorifers pieplūdes gaisa sildīšanai; 4 — vārsts kalorifera regulēšanai; 5 — kamera filtra apkalpošanai; 6 — recirkulācijas gaisa vadi; 7 — āra gaisa vārsts; 8 — kalorifers āra gaisa sildīšanai; 9 — gaisa sajaukšanas kamera; 10 — sprauslu kamera gaisa mitrināšanai un dzesēšanai; 11 — gaisa filtrs; 12 — pastatņi zem sekcijām.



6.7.2. Gaisa kondicionēšanas sistēmas

Ja gaisa kondicionēšanas sistēmas ierīko cilvēku labsajūtas nodrošināšanai, tās sauc par *komforta sistēmām*. Gaisa kondicionēšanas sistēmas, kas paredzētas tehnoloģisko procesu uzturēšanai rūpnīcās, mājlopu vai putnu produktivitātes celšanai lauksaimniecības ēkās, produktu ilgstošai uzglabāšanai noliktavās un tamlīdzīgi, sauc par *tehnoloģiskajām sistēmām*.

Gaisa kondicionēšanas sistēma ar pietiekami lielu jaudu var nodrošināt telpā vēlamos gaisa parametrus pastāvīgi. Tas tomēr tiek paredzēts retos gadījumos, tikai dažās tehnoloģiskajās sistēmās. Parasti pieļauj nelielas atkāpes no dotajiem telpas gaisa parametriem — 200 stundas gadā viskarstākajās vasaras un visaukstākajās ziemas dienās.

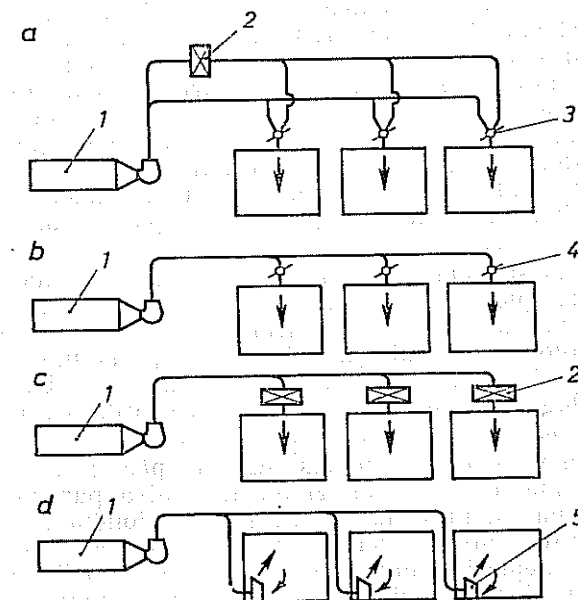
Salīdzinājumam norādīsim, ka parastās mehāniskās ventilācijas sistēmas nevar nodrošināt vēlamos gaisa parametrus telpās 1100 stundu gadā.

Gaisa kondicionēšanas sistēmas var būt vienzonas, kurās no viena kondicionētāja gaisu pievada tikai vienai telpai, un daudzzonu (6.36. att.), kurās no viena kondicionētāja gaisu pievada vairākām telpām. Lielas administratīvo ēku telpas un lielas platības rūpnīcu cehus, kuros izdalītais siltums nav vienmērīgi sadalīts pa grīdas laukumu, sadala zonās, un katrā zonā atsevišķi regulē temperatūru; tādos gadījumos, kaut arī telpā ir tikai viens kondicionētājs, sistēma tomēr ir vairākzonu. Ļoti lielas telpas var apkalpot vienlaikus vairākas vienzonas vai vairākzonu sistēmas. Hermētiski slēgtos cehos jeb tā saucamās tirās telpās divu kondicionēšanas sistēmu ierīkošana katrai telpai ir obligāta.

Izšķir pastāvīga un mainīga ražīguma gaisa kondicionēšanas sistēmas.

Pastāvīga ražīguma sistēmas ievada telpā nemainīgu kondicionētā gaisa daudzumu neatkarīgi no siltuma, mitruma un citu kaitīgo izdalījumu daudzuma un āra gaisa parametru izmaiņām. Tā kā nepieciešamo sistēmas ražīgumu aprēķina maksimāli iespējamam kaitīgo izdalījumu daudzumam un maksimālam saules starojumam (skaidram laikam), tad lielāko daļu laika sistēmas ražīgums ir nepamatoti liels. Rezultātā pastāvīga ražīguma sistēmas gaisa apstrādei patērē pārāk lielu siltuma, aukstuma, elektroenerģijas un ūdens daudzumu.

Mainīga ražīguma sistēmās pieplūdes gaisa daudzumu maina atkarībā no kaitīgo izdalījumu daudzuma telpā. Kaut gan mainīga ražīguma sistēmas ir daudz ekonomiskākas, to lietošanu sarežģī nepieciešamība pēc augstas kvalitātes aparātūras ventilatoru ražīguma regulēšanai un arī tas, ka lietoto konstrukciju pieplūdes gaisa sadalītāji ne vienmēr nodrošina nemainīgu gaisa kustības ātrumu telpas darba zonā, ja pieplū-



6.36. att. Vairākzonu gaisa kondicionēšanas sistēmu shēmas:

a — divkanālu sistēma; b — vienkanāla sistēma ar drošeli pie katras telpas; c — vienkanāla sistēma ar siltumapmaiņas aparātu (temperatūras vai mitruma pielāgotāju) pie katras telpas; d — vienkanāla sistēma ar induktīvo cēkclijas aparātu katrā telpā; 1 — kondicionētājs; 2 — siltumapmaiņas aparāts; 3 — vārsts gaisa sajaukšanai; 4 — regulējošs vārsts; 5 — induktīvais cēkclijas aparāts.

des gaisa daudzums mainās plašās robežās. Bez tam ir daudz neskaidrību par ļoti sazarotu mainīga ražīguma sistēmu aerodinamisko stabilitāti, kā arī par šo sistēmu siltumapmaiņas aparātu automātisko regulēšanu.

Atkarībā no pieplūdes ventilatora radītā spiediena p , kas ir vienāds ar sistēmas aerodinamisko pretestību, izšķir zemspiediena ($p < 980$ Pa), vidēja spiediena ($p = 980 \dots 2940$ Pa) un augstspiediena sistēmas ($p > 2940$ Pa). Augstspiediena sistēmas patērē vairāk elektroenerģijas, bet to gaisa vadi aizņem daudz mazāk vietas. Sistēmas kompakts daudzstāvu administratīvajās ēkās un viesnīcās bieži ir noteicošais faktors tās izvēlē, un šajos gadījumos augstspiediena sistēmas ir ekonomiski izdevīgas. Parastie augstspiediena ventilatori rada pārāk lielu troksni. Tas ir viens no iemesliem, kādēļ augstspiediena sistēmas pagaidām praktiski lieto reti.

Izšķir sistēmas, kas var uzturēt telpās vēlamos gaisa para-

metrus visu gadu, un sistēmas, kuras var pilnvērtīgi funkcionēt tikai vasarā vai ziemā. Vasaras sistēmām nav primārā kalorifera un var nebūt arī sekundārā kalorifera. Lielākā daļa pašlaik ražoto autonomo kondicionētāju paredzēti izmantošanai vasaras sistēmās. Ziemas sistēmās nav aukstuma avota, un tādēļ nav iespējams gaisu atdzesēt un sausināt. Sākotnējie izdevumi ziemas sistēmu ierīkošanai un to patērētais enerģijas daudzums nav daudz lielāks kā parastajām piespiedu ventilācijas sistēmām, bet tās lielāko daļu gada telpās uztur optimālos gaisa parametrus.

Vienzonas sistēmās var būt pieplūdes un noplūdes ventilatori vai tikai pieplūdes ventilators. Pēdējā gadījumā izmantotais gaiss noplūst caur speciāliem atvērumiem vai vienkārši caur robežojošo konstrukciju neblīvumiem; tas nav ieteicams, jo var izraisīt lielas sistēmas ražīguma svārstības, atverot durvis vai logu. Tagad sistēmas ar vienu ventilatoru ierīko reti, un tās var sastapt tikai agrāk būvētās ēkās.

Līdz šim vienzonas sistēmas regulēja pēc tā saucamās rāsas punkta metodes: neatkarīgi no āra gaisa parametriem un telpas siltuma un mitruma bilances kondicionētājā gaisu vispirms apstrādā, līdz tā relatīvais mitrums $\phi=1$ un temperatūra atbilst nepieciešamajai pieplūdes gaisa RPT, vasarā atdzesējot un ziemā mitrinot, bet pēc tam samazina relatīvo gaisa mitrumu, sildot to kaloriferā. Sakarā ar šādu acīm redzamu neekonomisku gaisa apstrādes secību pēc rāsas punkta metodes regulējamās sistēmas patērē siltumu ne tikai ziemā, bet arī visu vasaru, izņemot karstākās dienas, kad nepieciešams telpā ievadīt pavisam aukstu gaisu ar RPT.

Minētā un dažas citas nepilnības gaisa apstrādes procesā ir novērstas sistēmās, kuras regulē pēc optimālo režīmu metodes, kuru izstrādājis Rīgas Tehniskās universitātes profesors A. Krēsliņš.

Optimālo režīmu metodes realizēšanai nepieciešami augstas kvalitātes relatīvā mitruma regulatori. Izotermiskās mitrināšanas gadījumā enerģijas patēriņš ietaupījumus iegūst, darbinot paralēli novietotus kondicionētājus (pēc RTU docenta E. Eihmaņa metodes).

Taisnplūsmas sistēmās kondicionēto gaisu, kas izplūdis cauri telpai, izvada atmosfērā.

Recirkulācijas sistēmās daļu izmantotā gaisa novada atpakaļ kondicionētājā, sajauc ar svaigo āra gaisu un atkārtoti ievada telpā. Tas ievērojami samazina siltuma un aukstuma patēriņu gaisa apstrādei. No sanitāri higiēniskā viedokļa priekšroka jādod taisnplūsmas sistēmām, un ir paredzams, ka recirkulācijas lietošana tiks pilnīgi pārtraukta pēc tam, kad rekuperatorus un reģeneratorus ražos masveidā.

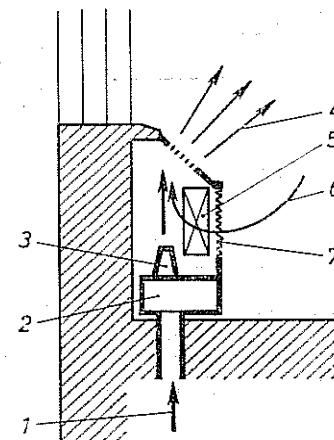
Vairākzonu sistēmas var būt divkanālu un vienkānāla.

Divkanālu sistēmās katrai telpai pievada aukstu un karstu gaisu, sajaucot šīs divas gaisa plūsmas vajadzīgā proporcijā, lai iegūtu nepieciešamo pieplūdes gaisa temperatūru.

Vienkānāla sistēmās gaisu ar aptuveni vēlamo temperatūru sagatavo centrālajā kondicionētājā un pievada katrai telpai. Pirms ieplūšanas telpā gaiss plūst cauri siltumapmaiņas aparātam un pēc vajadzības tiek nedaudz sasildīts vai atdzesēts. Katram siltumapmaiņas aparātam pievada pa caurulēm karstu vai aukstu ūdeni.

Daudzstāvu administratīvajās ēkās un viesnīcās lieto vienkānāla vairākzonu sistēmas ar induktīvajiem ežekcijas aparātiem, kurus novieto zem logiem kā centrālā apkures sildķermeņus (6.37. att.).

Stipri atdzesēts (vasarā) vai sarkasēts (ziemā) gaiss no centrālā kondicionētāja ieplūst induktīvajā ežekcijas aparātā caur sprauslām ar lielu ātrumu, raujot sev līdzīgu telpas gaisu. Sajaukšanās rezultātā no aparāta izplūst gaiss ar vēlamo temperatūru. Tā kā atsevišķas telpas siltuma izdalījumi mainās neatkarīgi, telpas gaisa plūsmā uzstādīts siltumapmaiņas aparāts, ar kuru uztur vajadzīgo temperatūru.



6.37. att. Induktīvais ežekcijas aparāts:

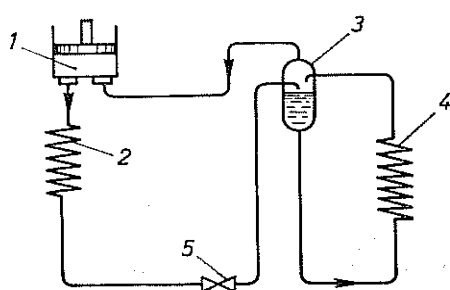
1 — gaiss no centrālā kondicionētāja; 2 — kolektors; 3 — sprausla; 4 — pieplūdes gaiss; 5 — siltumapmaiņas aparāts; 6 — telpas gaiss; 7 — gaisa filtra.

6.7.3. Aukstuma avoti gaisa dzesēšanai

Auksto ūdeni gaisa dzesēšanai sprauslu kamerās un gaisa dzesētājos iegūst no dabiskajiem avotiem (artēziskās akas, ūdensvads) vai mākslīgi atdzesējot saldēšanas mašīnās.

Grunts temperatūra 20...30 m dziļumā ir pastāvīga un vienāda ar vidējo gada temperatūru dotajā ģeogrāfiskajā punktā, piemēram, Rīgā tā ir apmēram $+6^{\circ}\text{C}$. Dziļāk pēc katriem 33 m grunts un artēziskā ūdens temperatūra paaugstinās par 1°C . Parasti šāda temperatūra ir pietiekama gaisa dzesēšanai, bet jāņem vērā, ka tādēļ jaunu aku urbšana ne vienmēr pieļaujama.

Gaisa kondicionēšanas sistēmās lieto kompresijas, tvaika ežekcijas un absorbcijas saldēšanas mašīnas.



6.38. att. Kompresijas saldēšanas mašīnas shēma:

1 — kompresors; 2 — kondensators; 3 — šķidrums atdalītājs; 4 — iztvaikotājs; 5 — regulējamo ventili.

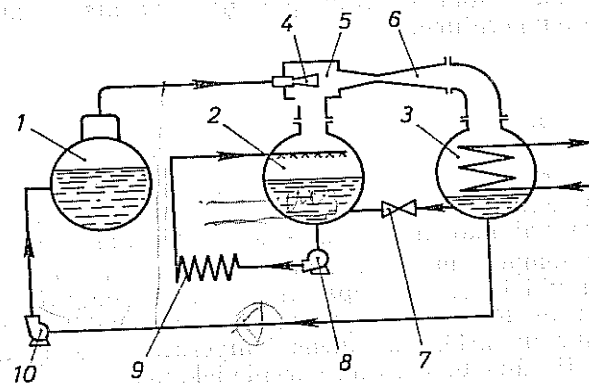
Kompresijas mašīnās (6.38. att.) aukstuma agentu (šķidrumu, kas iztvaiko zemās temperatūrās) ar kompresoru sūc cauri iztvaikotājam, kur tas radītā retinājuma iespaidā iztvaiko, atņemot apkārtējai videi siltumu.

Pēc tam aukstuma agenta tvaikus ar kompresoru saspiež un ievada kondensatorā, kur tie kondensējas, atdodot siltumu apkārtējai videi. Iztvaikotāju var novietot tieši atdzesējamā gaisa plūsmā

vai arī to var apskalo ar ūdeni vai sāls šķīdumu, ko pēc tam izmanto gaisa dzesēšanai. Kondensatoru apskalo ar ūdeni vai atmosfēras gaisu.

Kompresijas mašīnās par aukstuma agentu lieto amonjaku, freonu-12 (CF_2Cl_2) vai freonu-22 (CHF_2Cl). Vislabākās termodinamiskās īpašības ir amonjakam, bet tas ir indīgs, ar nepatīkamu smaku, un gaiss, kurā amonjaka koncentrācija ir 16...27%, sprāgst. Tādēļ amonjaku drīkst lietot tikai rūpnīcās, turklāt saldēšanas mašīnas jāuzstāda atsevišķā vienstāva ēkā.

Tvaika ežekcijas mašīnās (6.39. att.) par aukstuma agentu



6.39. att. Tvaika ežekcijas saldēšanas mašīnas shēma:

1 — tvaika katls; 2 — iztvaikotājs; 3 — kondensators; 4 — sprausla; 5 — sajaukšanas kamera; 6 — difuzors; 7 — regulējamo ventili; 8 — aukstā gaisa cirkulācijas sūknis; 9 — gaisa dzesētājs (patērētājs); 10 — kondensatora sūknis.

izmanto ūdeni. Ūdens tvaiks no tvaika katla zem spiediena izplūst caur sprauslu, raujot līdzīgu auksto ūdens tvaiku no iztvaikotāja. Aukstā un karstā tvaika maisījums difuzorā tiek saspiežs un kondensatorā tas kļūst šķidr. Karstā tvaika strūkļa radītā retinājuma ietekmē ūdens iztvaikotājā strauji iztvaiko, atņemot siltumu apkārtējai videi.

Absorbcijas mašīnās (6.40. att.) par aukstuma agentu izmanto litija bromīda (LiBr) šķīdumu ūdenī.

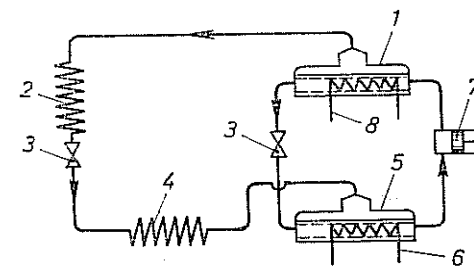
Generatorā šķīdumu sasilda ar karstu ūdeni, tvaiku vai gāzes liesmu, tā rezultātā litija bromīds no šķīduma iztvaiko. Pēc tam kompresors ūdeni pārsūknē uz absorberu. Absorberā spiediens ir daudz zemāks nekā generatorā, un tādēļ litija bromīds, kas izplūdis pa to laiku cauri kondensatoram, atdodams siltumu, un cauri iztvaikotājam, atņemdam siltumu apkārtējai videi, absorbējas. Absorbējoties tiek atņemts siltums apkārtējai videi.

Absorbcijas mašīnas lieto tad, ja ir pieejams lēts siltuma avots — tvaiks ar spiedienu $0,7 \text{ kg/cm}^2$ vai lielāku, karsts ūdens ar 75°C vai augstāku temperatūru no termoelektrocenātrāles, lēta gāze. Absorbcijas mašīnās ražotais aukstums ir 5...6 reizes lētāks nekā kompresijas mašīnās iegūtais aukstums, jo vasarā termoelektrocenātrāles karsto ūdeni un tvaiku nav kur izmantot. Absorbcijas mašīnas pagaidām izmanto maz, jo litija bromīds izraisa paātrinātu tērauda koroziju, tādēļ visas detaļas un caurules jāizgatavo no deficītiem krāsainajiem metāliem.

Kompresijas mašīnās var iegūt jebkuru zemu temperatūru, bet absorbcijas un tvaika ežekcijas mašīnās — ne zemāku par 0°C (praktiski $+4^\circ\text{C}$).

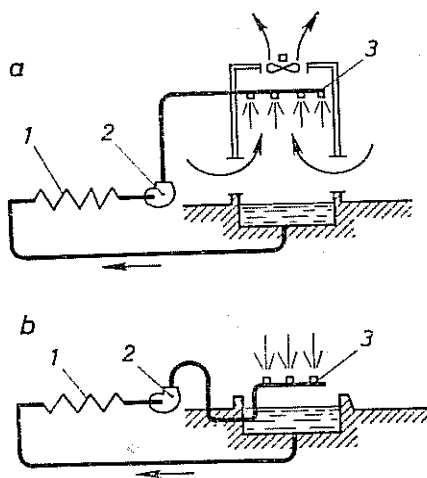
Absorbcijas mašīnas sauc arī par siltuma sūkņiem, jo ar tām var atdzesēt ūdeni vai gaisu, patērējot siltumu. Ziemā šīs mašīnas var ražot karstu ūdeni apkures, ventilācijas vai gaisa kondicionēšanas vajadzībām: karsto ūdeni saņem no kondensatora, bet iztvaikotāju silda ar kanalizācijas ūdeni, pazeminot tā temperatūru no $20...25^\circ\text{C}$ līdz $5...10^\circ\text{C}$.

Visu saldēšanas mašīnu kondensatori un absorbcijas mašīnu absorberi jādzesē ar ūdeni vai atmosfēras gaisu. Gaisam ir



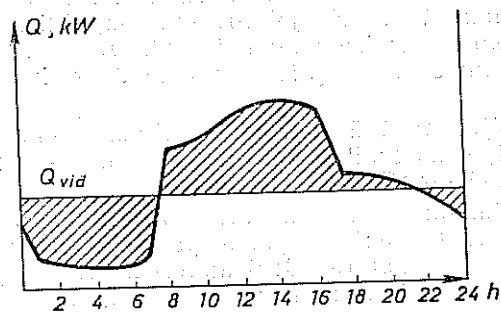
6.40. att. Absorbcijas saldēšanas mašīnas shēma:

1 — ģenerators; 2 — kondensators; 3 — regulējamo ventili; 4 — iztvaikotājs; 5 — absorbers; 6 — karstā ūdens plevads; 7 — sūknis; 8 — dzesējošā ūdens plevads.



6.41. att. Saldēšanas mašīnu kondensatoru dzesēšanas shēma:
a — rasiņatavā; b — izsmidzināšanas baseinā; 1 — kondensators; 2 — cirkulācijas sūkņš; 3 — sprauslas ūdens izsmidzināšanai.

Daudzi objekti, kuros ierīko gaisa kondicionēšanas sistēmas, strādā tikai daļu diennakts, piemēram, rūpnīcas strādā vienā vai divās maiņās. Lai samazinātu saldēšanas mašīnu maksimālo jaudu, ierīko ūdens akumulatorus. Saldēšanas mašīnas strādā visu diennakti, naktī atdzesējot ūdeni tvertnēs, no ku-



6.42. att. Ūdens akumulatora aukstuma patēriņa grafiks diennakts laikā:
 Q_{vld} — saldēšanas mašīnas jauda, kW.

mazs īpatnējais siltums un siltumatdeves koeficients, tādēļ ar gaisu dzesējamo kondensatoru virsmai jābūt ļoti lielai un tos lieto tikai nelielas jaudas saldēšanas mašīnās, kā arī gadījumos, kad nav pieejams ūdens.

Ūdeni kondensatoru dzesēšanai var ņemt no upēm, ezeriem vai gruntsūdeņu akām, jo tam nav jābūt ar dzeramā ūdens kvalitāti un arī tā temperatūrai nav būtiskas nozīmes. Pēc lietošanas šo ūdeni ievada atpakaļ upē, ezerā vai arī kanalizācijā.

Ja tuvumā nav šādu dzesējošā ūdens krājumu, tad ierīko rasiņatavas vai izsmidzināšanas baseinus (6.41. att.). Saskaroties ar gaisu, daļa ūdens iztvaiko un atņem siltumu tai ūdens daļai, kas atgriežas kondensatorā.

rām auksto ūdeni ņem periodos, kad saldēšanas mašīnu jauda nav pietiekama. 6.42. attēlā parādīts aukstuma patēriņš diennakti; iesvītrotu laukumu summai virs un zem horizontāles Q_{vld} jābūt vienādai.

6.8. VENTILĀCIJAS UN GAISA KONDICIONĒŠANAS SISTĒMU KONSTRUKTĪVAIS IZVEIDOJUMS

6.8.1. Gaisa vadi. Ventilācijas kameras

Gaisa vadi un kanāli jāprojektē tā, lai to garums un metāla patēriņš to izgatavošanai būtu minimāls.

Dzīvojamās un sabiedriskajās ēkās gaisa kanālus mūrē kapitālajās sienās no ķieģeļiem vai veido no plātnēm.

Kapitālajās sienās iebūvēto kanālu izmēri

Ķieģeļos	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \times 1$	1×1	$1 \times 1\frac{1}{2}$
Milimetros	140×140	140×270	270×270	270×410
Ķieģeļos	1×2	$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2} \times 2$	$1\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$
Milimetros	270×530	410×410	410×530	410×650

Minimālais sienas biezums starp diviem noplūdes gaisa kanāliem ir 120 mm, bet starp noplūdes un pieplūdes gaisa kanāliem — 250 mm. Kanāli nedrīkst būt tuvāk kā 380 mm no durvju ailām. Kanālu iekšējai virsmai jābūt gludai.

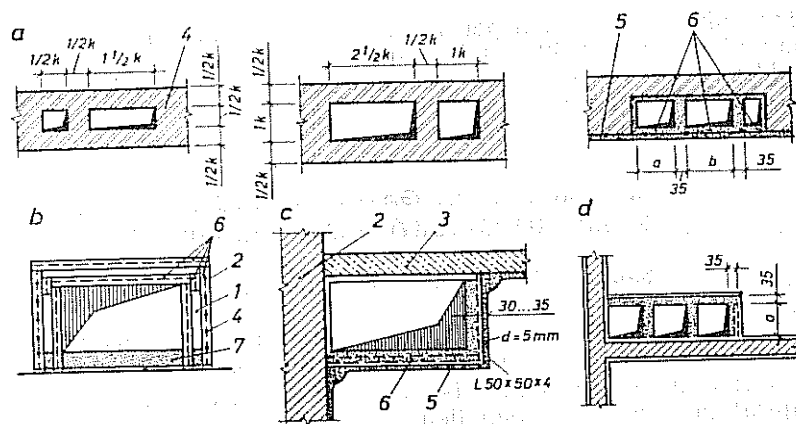
6.43. attēlā parādītas dažas no plāksnēm veidotas ventilācijas kanālu konstrukcijas.

Paneļu ēkās lieto betona ventilācijas blokus (6.44. att.) ar slīpiem apaļa šķērsriezuma gaisa kanāliem.

Rūpniecības un lauksaimniecības ēkās lieto apaļa vai taisnstūrveida šķērsriezuma metāla vadus. Apaļa šķērsriezuma vadiem patērē mazāk metāla, un tos izgatavo sērijveidā.

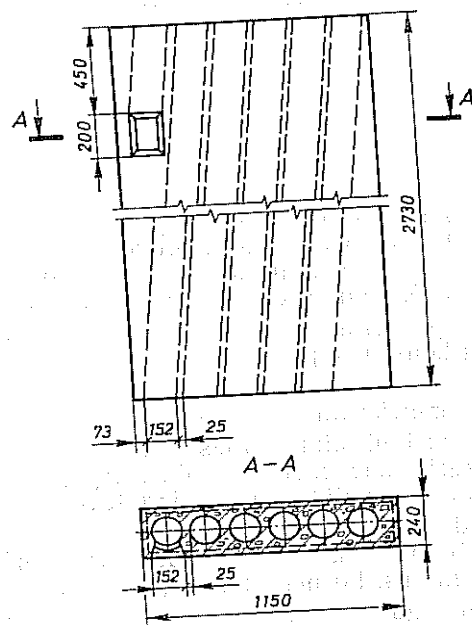
Taisnstūrveida vadus lieto gadījumos, kad to prasa telpas interjers. Tos vēlams izgatavot no skārda standartloksēm, izvēloties tādus izmērus, lai nerastos atgriezum.

Ja pa noplūdes gaisa vadiem transportē ķīmiski aktīvas gāzes un tvaikus, tad vadus izgatavo no nerūsējošā tērauda, vīniplasta vai keramikas.

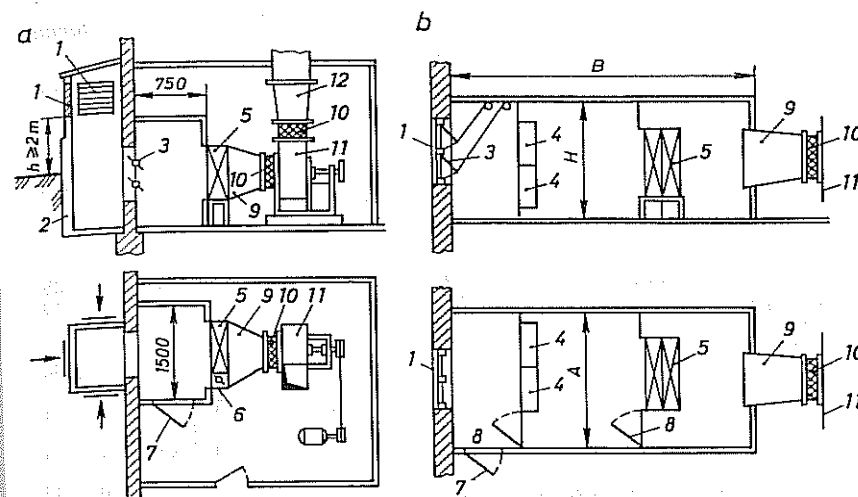


6.43. att. Ventilācijas kanālu konstrukcijas:

a — ķieģeļu sienās; b — bēniņos novietots horizontāls kanāls; c, d — vertikāli vai horizontāli kanāli pie telpu iekšējām sienām; 1 — gaisa kārts; 2 — ārsiena; 3 — ķieģeļu siena; 4 — apmetums; 5 — apmetums; 6 — kanālu sienu materiāla plātnes; 7 — ģipša pildījums.



6.44. att. Dzelzsbetona ventilācijas bloks.



6.45. att. Gaisa pieplūdes kamera:

a — ar gaisa pieplūdes šahtu; b — ar gaisa pieplūdi caur sienu; 1 — žalūzijas restītes; 2 — gaisa pieplūdes šahta; 3 — vārsts; 4 — filtrs; 5 — kalorifers; 6 — opejas vārsts; 7 — durvis; 8 — durvis-vārsts; 9 — konfuzors; 10 — elastīgs posms; 11 — ventilators; 12 — difuzors.

Pieplūdes ventilācijas kameras ir izdevīgi novietot pagrabā, bet noplūdes kameras — bēniņos. Vienā kamerā nedrīkst apvienot noplūdes un pieplūdes ventilatorus. Pieplūdes kameras vēlams novietot pie ārsienām (6.45. att.).

Plānojot ventilācijas kameras, jāparedz iekārtu demontāžas iespēja. Ēju un durvju izmēriem jābūt tik lieliem, lai atsevišķus agregātus varētu izņemt vismaz izjauktā veidā. Ja iekārtas ir ļoti lielas, jāparedz montāžas atvērumi sienās.

6.8.2. Cīņa ar troksni un vibrācijām

Ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmās galvenais trokšņa avots ir ventilators. Tā radītais trokšnis zināmā mērā noslāpst, izejot cauri gaisa vadiem un pieplūdes restītēm. Ja trokšņa līmenis tomēr vēl pārsniedz normu, tad nepieciešams pieplūdes gaisa vados uzstādīt speciālus trokšņa slāpētājus vai arī izvēlēties ventilatoru ar mazāku troksni.

Trokšņa līmenis decibelos (dB) ir normēts atsevišķi 8 dažādām frekvencēm, kas atbilst dzirdamo skaņu 8 oktāvām (6.2. tab.).

6.2. tabula

Trokšņa līmeņu normas

Telpas tips	Trokšņa līmenis, dB, ja skaņas frekvence, Hz, ir							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Dzīvojamās istabas, klases skolas, auditorijas, poliklinikas, gujamistabas bērnudārzos	60	48	40	34	30	27	25	23
Viesnīcas, kopmītnes	63	52	45	39	35	32	30	28
Bibliotēkas, teātri, kinozāles, slimnīcas, sanatorijas, koncertzāles	55	44	35	29	25	22	30	18
Skaitļošanas centri, laboratorijas, kabineti	67	57	49	44	40	37	35	33
Kafējnīcas, vadības pultis, teātra vestibili, foajē, restorāni	71	61	54	49	45	42	40	38
Kantoru telpas, rūpniecību telpas ar kļu tehnoloģiju	75	66	59	54	50	47	45	44
Rūpniecību telpas, kur strādājošiem nav nepieciešams sarnātis	79	70	63	58	55	52	50	49
Maksimāli pieļaujamais trokšnis rūpniecības cehos	95	87	82	78	75	73	71	69

Ventilatora radīto troksni aprēķina atsevišķi katrai frekvencei.

Daļu trokšņa slāpē pati telpa, kurā tas ieplūst caur pieplūdes vai noplūdes restītēm. Telpas slāpējošais efekts ir šāds:

Telpas tilpums, m ³	100	500	1000	5000
Trokšņu slāpēšanas efekts, dB	9	13,8	15,7	20

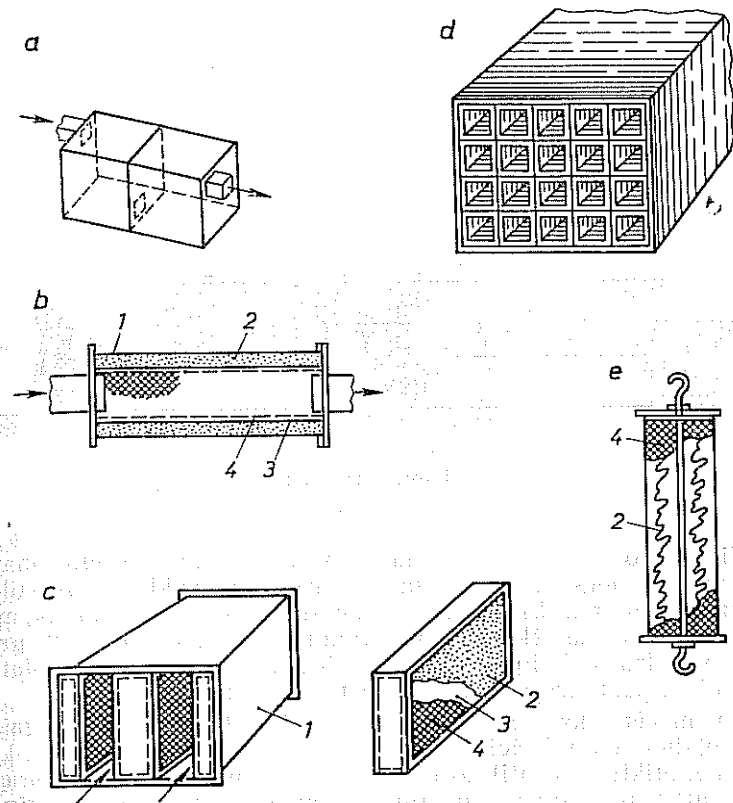
Gaisa vadu slāpējošais efekts atkarīgs no to materiāla un izmēriem. Tā, piemēram, taisnā gaisa vadā viena diametra garumā slāpētais trokšnis, dB, dots 6.3. tabulā.

6.3. tabula

Taisna gaisa vada troksni slāpējošais efekts

Gaisa vada materiāls	Viena diametra garumā slāpētais trokšnis, dB, ja frekvence, Hz, ir							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Betons, ķieģeli	0,04	0,09	0,11	0,15	0,18	0,22	0,27	0,32
Skārds	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05

Sīkākas ziņas par trokšņa slāpēšanas efektivitāti gaisa vadu pagriezienos, sazarojumos un pieplūdes restītēs var atrast speciālajā literatūrā.



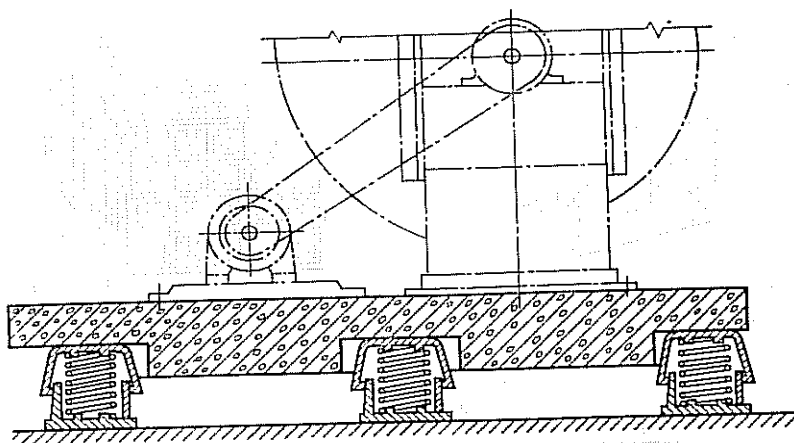
6.46. att. Trokšņa slāpētāju konstrukcijas:

a — kamera; b — cauruļveidīgais; c — plāksņu; d — šūnu; e — cilindriskais; 1 — skārda apvalks; 2 — troksni slāpējošs materiāls; 3 — audums; 4 — metāla siets.

Ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmās lieto trokšņa slāpēšanas kameras, cauruļveidīgos, plāksņu, šūnu un cilindriskos slāpētājus (6.46. att.).

Trokšņa slāpēšanas kamerā gaisa ieplūdes un noplūdes atvērumi novietoti pa diagonāli un troksni slāpē visa kameras iekšējā virsma, ko noklāj ar troksni absorbējošu materiālu.

Cauruļveidīgos slāpētājus ievieto gaisa vadus ar šķērsgrīzumu līdz 0,5 m², plāksņu un šūnu slāpētājus — gaisa vadus ar šķērsgrīzumu 0,5 ... 4 m², bet cilindriskos slāpētājus pakārina gaisa plūsmā kanālos, kuru šķērsgrīzums pārsniedz 4 m².



6.47. att. Ventilators uz vibroizolatoriem.

Viens no visefektīvākajiem troksni absorbējošiem materiāliem ir supersmalkās stikla šķiedras, kas apklātas ar stikla šķiedras audumu. Lieto arī mazāk efektīvus, bet lētākus materiālus: kaprona šķiedru atkritumus, smalku ($5 \dots 12 \mu\text{m}$) stikla šķiedru, kokvilnas vati un minerālvati. Troksnis izplatās pa vadiem neatkarīgi no gaisa kustības virziena.

Jāņem vērā, ka troksnis var izplatīties ēkā ne tikai pa gaisa vadiem, bet arī vibrāciju veidā caur ēkas konstrukcijām. Lai tas nenotiktu, ventilatorus uzstāda uz vibroizolatoriem (6.47. att.) un savieno ar gaisa vadiem, izmantojot elastīgas starplikas. Dažreiz nepieciešams ventilācijas kameras sienas un griestus pārklāt ar speciālu troksni absorbējošu materiālu.

6.8.3. Saules starojuma ietekmes samazināšana

Saules starojums ievērojami palielina siltuma izdalījumus moderno ēku telpās un līdz ar to paaugstina kapitālieguldījumus un ekspluatācijas izdevumus, kas saistīti ar ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmām.

Kā zināms, gaišas krāsas labāk atstaro starojumu. Tādēļ jumtus vēlams pārklāt ar gaišu materiālu; gaišzili, pelēki un sarkani jumti uztver par 20% mazāk, bet balti vai alumīnija jumta segumi — par 45% mazāk saules starojuma nekā melni jumti. Jāievēro, ka šie skaitļi derīgi aprēķiniem tikai tad, ja pieņem, ka jumtus regulāri tīra.

Jumtus var pasargāt no saules starojuma, atdzesējot tos ar ūdeni. Ja uz horizontāla jumta uzlej ūdeni 25 mm biežā slānī, tad saules starojuma ietekme caur jumtu samazinās apmēram 2,8 reizes, bet, ja uzlej ūdeni 150 mm biežā slānī, — 6 reizes. Ūdens pastāvīgi jāmaina, lai tajā nesāktu vairoties sīkbūtnes. Daļa ūdens iztvaiko, piemēram, diennakti mūsu republikā no 1 m^2 iztvaiko apmēram $6 \dots 7 \text{ l}$ ūdens. Slīpos jumtus un siltumnīcu slīpās stikla sienas dzesē, izsmidzinot ūdeni no perforētām caurulēm; ūdens tek uz leju plānā kārtiņā un samazina saules starojuma ietekmi apmēram 3,4 reizes. Šādu ūdensapgādes sistēmu ierīkošana un jumtu pastiprināta hidroizolācija ir saistīta ar papildu izbūves un ekspluatācijas izdevumiem, tādēļ to lietderība ir tehniski un ekonomiski jāpamato.

Sienas ar lielām stiklotām virsmām jāorientē pret ziemeļiem vai dienvidiem. Visvairāk saules starojuma ieplūst no austrumiem, dienvidaustrumiem un dienvidrietumiem.

Logu pasargāšanai no saules starojuma lieto vairākus paņēmienus.

Virsiem logiem stikla aizēnošanai uzstāda jumtiņus no plānām metāla vai plastmasas plāksnēm. Tie mūsu republikā nav efektīvi, jo saule lielāko dienas daļu atrodas samērā zemu, tādēļ jumtiņiem jābūt ļoti platiem. Jumtiņus plaši lieto dienvidu zemēs, kur tie samazina saules starojumu caur logiem par 80%.

Labus rezultātus dod logu žalūzijas: horizontālas žalūzijas dienvidu virzienā un vertikālas žalūzijas uz austrumiem un rietumiem. Ja žalūzijas ir grozāmas (to pagriešanu var automatizēt), tad izdodas samazināt saules starojuma ietekmi pat par 85%.

Efektīvi ir saules starojumu aizturoši speciālie stikli, kuru virsma klāta ar ļoti plānu metāla kārtiņu. Tie samazina starojuma ietekmi par 50...60%.

Gaiši aizkari no neblīva auduma samazina saules starojuma ietekmi par 35%, no vidēji blīva auduma — par 45%, bet no blīva auduma — par 55%.

Latvijā ļoti populāras ir metalizētās polietilēna plēves, kuras pielīmē vai vienkārši piekar iekšpusē pie stikliem. Tās samazina starojuma ietekmi par 20...30%, tomēr pret šo plēvju lietošanu var iebilst arhitekti: ja tās nav visos logos, tiek bojāts fasādes izskats.

Stikloto virsmu platības samazināšana ir visefektīvākais pasākums saules starojuma ietekmes samazināšanai. Stiklotas virsmas it kā piešķir ēkai modernu izskatu, bet iedzīvotāju individuālie pasākumi ciņā ar saules starojumu var pilnīgi sabojāt fasādes kopskatu.

6.9. VENTILĀCIJAS UN GAISA KONDICIONĒŠANAS SISTĒMU PĀRBAUDE UN APKALPOŠANA

Būvorganizācija, montāžas darbus beidzot, pārbauda, vai visi ventilatori griežas pareizā virzienā un vai gaiss ieplūst noplūdes sistēmās un izplūst no pieplūdes sistēmām projektā paredzētajās vietās. Nododot objektu ekspluatācijā, parasta prasība ir, lai visas sistēmas būtu 6...8 stundas nepārtraukti darbojušās.

Pēc tam sistēmas jāneregulē, un šo darbu parasti veic specializētas organizācijas.

Apkalpojošam personālam regulāri jāpārbauda sistēmu darbība un to efektivitāte visā ekspluatācijas periodā, pēc vajadzības izpildot papildu regulēšanu.

Galvenais regulēšanas darbu mērķis ir sasniegt projektā uzrādīto gaisa plūsmas lielumu gan atsevišķos sistēmas elementos (katrā gaisa vadu posmā, katrā pieplūdes un noplūdes restītē, vietējā nosūcē, pieplūdes un noplūdes šahtā), gan arī katrā sistēmā kopumā.

Dabiskās ventilācijas sistēmas visērtāk regulēt, kad ārā gaisa temperatūra ir $+5^{\circ}\text{C}$, jo šāda temperatūra ir pieņemta aprēķinos. Kanālu sistēmas vairākstāvu ēkās regulē, pieverot restītes vai uzstādot kanālu diafragmas vispirms augšējos stāvos un pēc tam pakāpeniski zemākajos stāvos. Sistēma ir neregulēta, ja tā visās telpās nodrošina projektā uzrādīto gaisa apmaiņas biežumu, kad ārā gaisa temperatūra ir $+5^{\circ}\text{C}$.

Mehānisko sistēmu regulēšana ir sarežģītāka: tām vispirms jāneregulē pareizs ventilatora ražīgums un spiediens, pēc tam pareizs gaisa sadalījums pa dažkārt stipri sazaroto gaisa vadu tīklu. Lai to veiktu, pirms vai pēc ventilatora un visos gaisa vadu atzarojumos uzstāda droseles vai maināmas diafragmas.

Ventilatora ražīgumu un spiedienu var regulēt, mainot tā rotora griešanās frekvenci. Pastāv šādas sakarības:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

kur L_1, L_2 — ventilatora ražīgums atbilstoši rotora griešanās frekvencēm, m^3/h ;

p_1, p_2 — ventilatora radītais spiediens atbilstoši rotora griešanās frekvencēm, kg/m^2 ;

N_1, N_2 — ventilatora piedziņai patērētā jauda atbilstoši rotora griešanās frekvencēm, kW ;

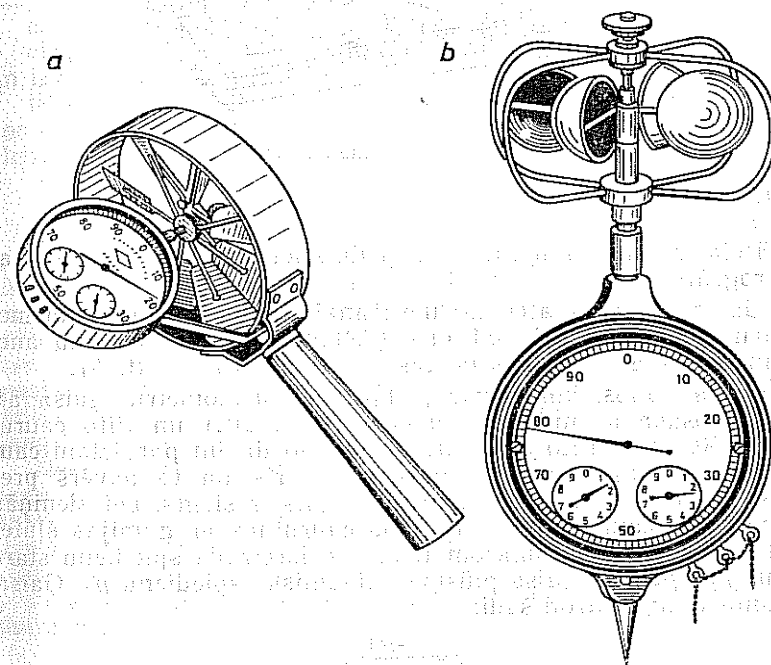
n_1, n_2 — rotora griešanās frekvences, min^{-1} .

Gaisa vadu tīklu sāk regulēt no atzarojumiem, kas atrodas tuvāk ventilatoram, pakāpeniski pārejot uz tālākajiem atzarojumiem.

Kaloriferu pareizu darbību var pārbaudīt tikai ziemā, kad ārā gaisa temperatūra ir zema.

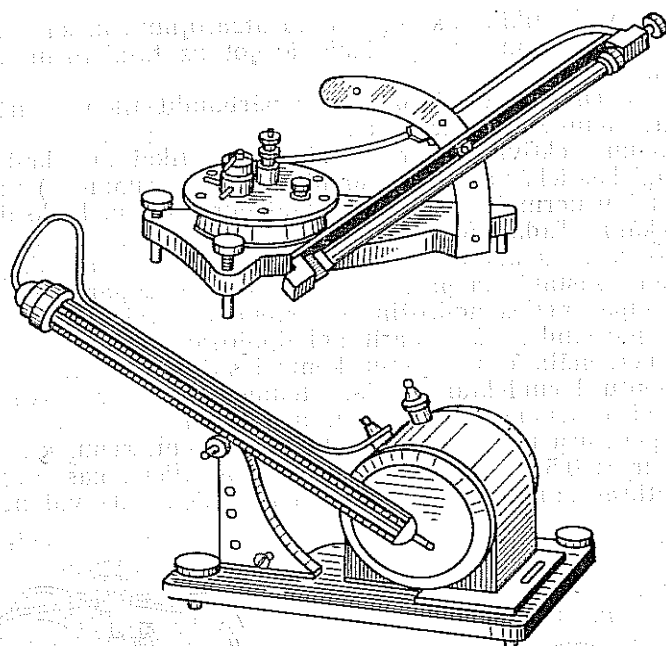
Sistēmu efektivitāti var galīgi noteikt tikai tad, kad visas tehnoloģiskās iekārtas strādā ar pilnu jaudu (rūpnīcās) vai kad ēka tiek jau normāli ekspluatēta (sabiedriskās un lauksaimniecības ēkās). Tāda efektivitātes pārbaude jāveic divas reizes gadā — vasaras karstākajās dienās un ziemas aukstākajā periodā. Ja konstatē, ka projektā uzrādītie gaisa parametri atsevišķās telpās netiek nodrošināti, sistēmas vēlreiz jāregulē. Šīs pēdējās pārbaudes var izdarīt apkalpojošais personāls. Apkalpojošā personāla rīcībā jābūt kontroles instrumentu un mērinstrumentu komplektam gaisa temperatūras, relatīvā mitruma, gaisa ātruma un daudzuma mērīšanai.

Temperatūru mēra ar dzīvsudraba termometriem, kuru precizitāte ir 1; 0,5 un $0,2^{\circ}\text{C}$, vai ar termogrāfiem, kas pieraksta temperatūras izmaiņas uz papīra lentes diennakts vai nedēļas laikā.



6.48. att. Anemometri:

a — spārniņu; b — kausiņu.



6.49. att. Mikromanometri.

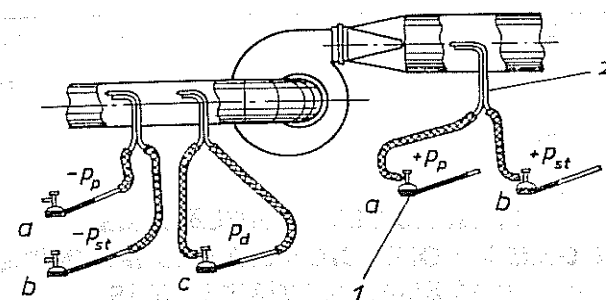
Relatīvo mitrumu mēra ar psihometriem vai pieraksta ar higrogrāfu.

Gaisa plūsmas ātruma mērīšanai lieto spārniņu anemometru ar ātrumu 0,5...1 m/s (6.48. att. a) un kausiņu anemometru ar ātrumu, kas lielāks par 1 m/s (6.48. att. b).

Gaisa vados, kur nevar piekļūt ar anemometru, gaisa ātrumu nosaka ar mikromanometru (6.49. att.) un Pito caurulīti (6.50. att.). Pito caurulīte sastāv no divām paralēlām caurulītēm: vienas caurulītes gals ir atvērts un to pavērš pret gaisa plūsmu (p_p), otras caurulītes gals ir slēgts, bet sienā ir izurbti sīki caurumiņi (p_{st}). Abas caurulītes ar gumijas šļūtenēm pievienotas pie mikromanometra, kas rāda spiedienu starpību ($p_p - p_{st}$) — gaisa plūsmas dinamisko spiedienu p_d . Gaisa ātrumu v , m/s, atrod šādi:

$$v = \frac{2p_d}{\rho},$$

kur ρ — gaisa blīvums, kg/m³.



6.50. att. Pito caurulītes pievienojuma shēmas:

a — pilnā spiediena p_p mērīšanai; b — statiskā spiediena p_{st} mērīšanai; c — dinamiskā spiediena p_d mērīšanai; 1 — mikromanometrs; 2 — Pito caurulīte.

Katrai sistēmai nepieciešami šādi dokumenti:
tehniskā pase, ko sastāda būvorganizācijā, nododot sistēmu ekspluatācijā;

ekspluatācijas instrukcija, ko izstrādā apkalpes dienests;
ekspluatācijas žurnāls, kur katru dienu atzīmē ieslēgšanas un izslēgšanas laiku, avāriju gadījumus u. tml.;
tehniskās apkalpes žurnāls, kur fiksē izpildītos profilaktiskos remontus, kustīgo daļu eļļošanu, filtru nomaiņu, atsevišķu elementu tīrīšanu u. tml.;
drošības tehnikas instrukcija.

Sistēmas darbojas labi tikai tad, ja tās pienācīgi apkalpo.

Apkalpojošā personāla skaits un apkalpes dienesta sastāvs ir atkarīgs no sistēmu skaita un to komplikētības dotajā ēkā. Lielu rūpnieciskās apkalpes dienestā strādā pat līdz 100 cilvēku, un to vada kvalificēts inženieris. Turpretī tādās ēkās kā kinoteātris, restorāns vai skola, kur ir salīdzinoši nedomāta sistēmu, nav nepieciešams pat viens cilvēks. Tad tuvu novietoto ēku grupām veido apkalpes dienestus, kas periodiski apstaigā savus objektus un uzrauga tajos ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmas.

Moderno mērinstrumentu un regulējošās aparātūras lietošana un datoru izmantošana dod plašas iespējas optimizēt un automatizēt gaisa apstrādes procesus. Modernu ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmu vadības metožu lietošana samazina enerģijas patēriņu par 30...40%. Sīkākas ziņas par to praktisko lietošanu var atrast RTU habilitētā inženierzinātnu doktora E. Dzelziša darbos.

7. APKURES, VENTILĀCIJAS UN GAISA KONDICIONĒŠANAS ĪPATNĪBAS DAŽĀDAS NOZĪMES ĒKĀS

7.1. AUGSTCELTNES

Augstceltnes pa vertikāli parasti sadala zonās. Starp noteikta augstuma zonām ierīko tehniskos stāvus. Ūdens apkures sistēmās zonu augstumu reglamentē pieļaujamais spiediens zemāk novietotajos sildķermeņos un iespējas izvietot tehniskajos stāvos iekārtas un komunikācijas.

Atkarībā no pieļaujamā darba spiediena dažāda tipa sildķermeņos un armatūrā zonas augstums (ar nelielu rezervi) nedrīkst pārsniegt 55 m, ja lieto čuguna vai tērauda radiatorus, un tas nedrīkst būt lielāks par 90 m, ja sildķermeņi ir no tērauda caurulēm.

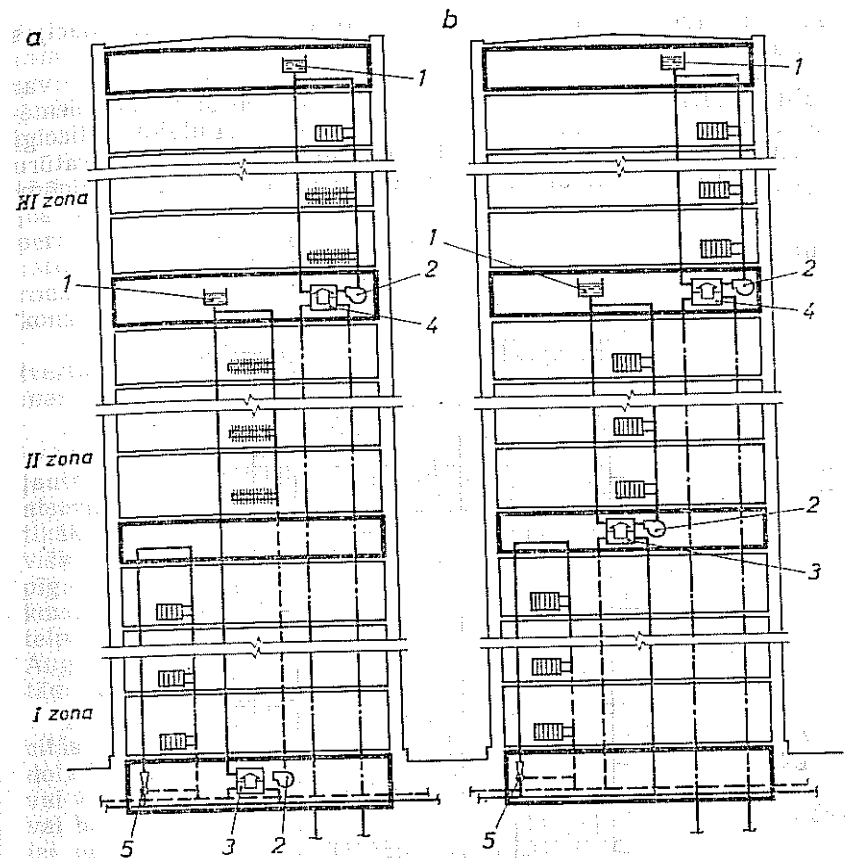
Vienas zonas robežās ūdens apkures sistēmu ar ūdens siltumapgādes sistēmu veido pēc neatkarīgas shēmas (7.1. att.). Tā nav hidrauliski saistīta ar ārējiem siltumtīkliem un pārējām apkures sistēmām. Tādā sistēmā ir atsevišķs siltumapmaiņas aparāts, sūkņi un izplešanās tvertne.

Zonu skaits un atsevišķu zonu augstums ir atkarīgs no siltummezgla iekārtās pieļaujamā spiediena.

Ūdens-ūdens siltumapmaiņas aparāti un sūkņi, kurus izgatavo pēc speciāla pasūtījuma, ir aprēķināti darba spiedienam 1,6 MPa. Tas nozīmē, ka ēkai ar ūdens-ūdens apkuri augstums nedrīkst pārsniegt 150...160 m. Šādā ēkā ierīko divas 75...80 m augstas vai trīs 50...55 m augstas zonālās apkures sistēmas.

Ēkās, kuru augstums ir 160...250 m, lieto kombinēto apkuri: līdz 160 m augstumam ierīko ūdens-ūdens apkures sistēmas, bet zonā virs 160 m paredz tvaika-ūdens apkuri. Siltumnesēju — tvaiku, kuram ir mazs hidrostatiskais spiediens, padod uz tehnisko stāvu zem augšējās zonas, kur izvieto siltummezglu. Šeit uzstāda tvaika-ūdens siltumapmaiņas aparātu un cirkulācijas sūkni (7.1. att.).

Ēkās ar augstumu virs 250 m jāparedz vairākas tvaika-ūdens apkures zonas. Var lietot arī ūdens apkures sistēmas



7.1. att. Augstceltnes apkures principiālā shēma:

I, II — zona ar ūdens-ūdens apkures sistēmu; III — zona ar tvaika-ūdens apkures sistēmu; 1 — izplešanās tvertne; 2 — cirkulācijas sūkņi; 3 — ūdens-ūdens siltumapmaiņas aparāts; 4 — tvaika-ūdens siltumapmaiņas aparāts; 5 — elevators.

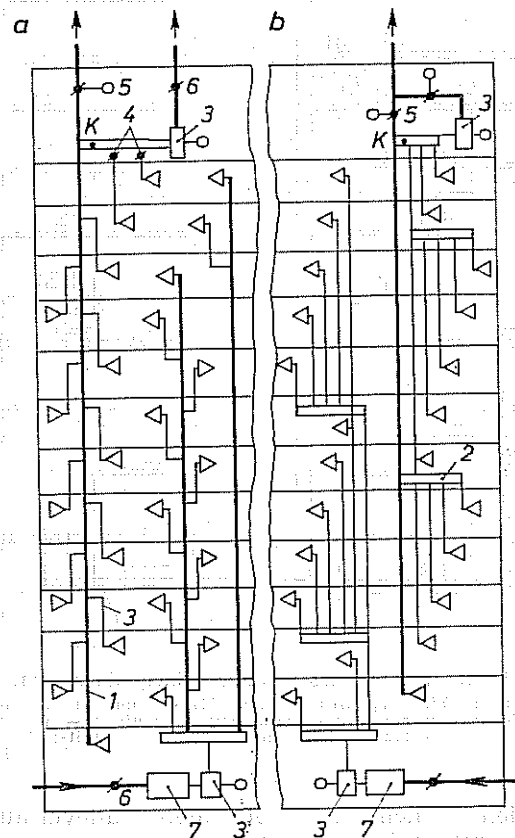
ar elektriskajiem katliem. Atgaisota ūdens padevei augšējos stāvos uzstāda augsta spiediena sūkņus.

Dabiskās cirkulācijas ūdens apkures sistēmu priekšrocība, ka tajās nav sūkņu radītā trokšņa un vibrāciju, paplašina to lietošanu, piemēram, ēkās, kur notiek precīzi mērījumi. Dabisko cirkulāciju izdevīgi lietot, kad jāapsilda augstceltņu augšējo stāvu (piemēram, tehniskā stāva) atsevišķas telpas.

Aprakstītā kompleksa izmaksas ir ievērojami augstākas nekā parastai ūdens apkures sistēmai. Lai samazinātu izmaksas

un vienkāršotu sistēmu, var veidot to ar zonāliem cirkulācijas sūkņiem.

Augstceltņu zonālās apkures sistēmu zonas robežas var dalīt atkarībā no telpu orientācijas pēc debespusēm (piemēram, ziemeļu un austrumu), automātiski regulējot attiecīgi orientētās telpās padodamā siltumnesēja (ūdens) temperatūru pēc programmas atkarībā no āra gaisa temperatūras izmaiņām.



7.2. att. Daudzstāvu ēkas pieplūdes-noplūdes mehāniskās ventilācijas shēma:

a — sistēma ar vertikāliem kolektoriem; b — sistēma ar horizontāliem kolektoriem; 1 — vertikālais kolektors; 2 — horizontālais kolektors; 3 — ventilators; 4 — pašizverošie gaisa vārsti (ugunsizturīgie vārsti); 5 — vārsts, kas automātiski atveras, apstājoties ventilatoram un temperatūrai punktā K sasniedzot 50°C; 6 — gaisa vārsti; 7 — gaisa pieplūdes kamera vai kondicionētājs.

Tajā pašā laikā apkures sistēmas daļai, kura apsilda, piemēram, uz dienvidiem un rietumiem orientētas telpas, dotā programma paredz siltumnesēja temperatūras papildu regulēšanu gadījumiem, kad insolācijas dēļ paaugstinās telpu gaisa temperatūra.

Apkures sistēmu siltumatdeves regulēšanu atkarībā no orientācijas pret debespusēm lieto arī bargos klimatiskajos apstākļos. Tā, piemēram, polārajos apgabalos, kur āra gaisa temperatūra sasniedz -65°C ar diennakts svārstībām 25...30°C (stipri vēji un sniegputeņi izraisa infiltrāciju un eksfiltrāciju), rodas lielas atšķirības starp dažādi orientētu norobežojošo konstrukciju siltuma zudumiem.

Katrā zonālās apkures sistēmas zonā jāuzstāda izplešanās tvertne ar elektrisko signalizāciju un izpildmehānismiem sistēmas papildināšanai ar ūdeni.

Augstceltņu iekšējo sienu izmēri neļauj sienās izvietot atsevišķu telpu vertikālos ventilācijas kanālus. Tāpēc ir atļauts veidot maģistrālus vertikālos kanālus, kuriem pievieno atsevišķu telpu kanālus, vai arī apvienot katru 4—6 stāvu vertikālos kanālus ar horizontālu kolektoru, kuru pievieno atsevišķam vertikālajam maģistrālajam vadam vai visu stāvu kopīgam maģistrālajam vadam (6.20. att.). Ugunsdrošības noteikumi aizliedz horizontālos kolektorus izvietot koridoros, kāpņu telpās un citās telpās, kuras var izmantot cilvēku evakuācijai. Augstceltnēs virs vertikālajiem maģistrālajiem vadiem (šah-tām) uzstāda deflektorus.

Mūsdienīgu daudzstāvu administratīvajās ēkās, viesnīcās un citās ēkās jāierīko mehāniskā ventilācija, kura var būt veidota kā gaisa kondicionēšanas sistēma. Gaisa pieplūdes iekārtu vai kondicionētāju uzstāda tehniskajā pagrabā, pirmajā stāvā vai bēniņos, kur ievieto arī gaisa noplūdes iekārtu. Gaisa sadales pa stāviem un telpām un tā nosūcei ierīko gaisa vadus, kurus pievieno vertikālajiem un horizontālajiem kolektoriem (7.2. att.).

No ugunsdrošības viedokļa gaisa noplūdes ventilācijas sistēmā jāierīko attiecīgi gaisa vārsti. Apstājoties ventilatoram un gaisa temperatūrai šah-tā sasniedzot 50°C, jāaizveras vārstiem 4 un jāatveras vārstam 5.

7.2. LAUKSAIMNIECĪBAS RAŽOTNES

Lauksaimniecības ēku un būvju apkures sistēmas principiāli neatšķiras no rūpniecības un sabiedrisko ēku apkures sistēmām. Tomēr sakarā ar arhitektoniskām un celtniecības īpatnībām un telpu mikroklimatu racionālas apkures iekārtas izvēle jāņem vērā rinda specifisku faktoru.

Eiropas vidējās klimatiskās joslas apstākļos mājpūtņi un lopi ir jāaizsargā pret aukstumu, sniegu, lietu un vēju apmēram 6 mēnešus gadā, turot tos slēgtās telpās. Dzīvnieku organismā notiekošu fizioloģisku procesu rezultātā telpās, kurās tie uzturas, izdalās ievērojams siltuma, mitruma un ogļskābās gāzes daudzums, kas savukārt atkarīgs no telpu gaisa mitruma un temperatūras. Telpu mikroklimatu nosaka ārējo norobežojošo konstrukciju siltumtehnikās īpašības, dzīvnieku skaits, suga, vecums un citi faktori.

Krāsns apkuri lieto tikai mazām telpām. Tās ekspluatācija ir darbietilpīga un ugunsnedroša; ar krāsns apkuri grūti nodrošināt telpā vienmērīgu temperatūru; starp kuršanas reizēm rodas temperatūras svārstības.

Ūdens un tvaika apkure ir metālietilpīga, turklāt, ja siltumnesējam ir augsta temperatūra, dzīvnieki jānorobežo no sildķermeņiem, lai novērstu apdegumus.

Vispiemērotākā ir gaisa apkure kombinācijā ar pieplūdes ventilāciju, kas dod iespēju palielināt gaisa kustīgumu telpā un sasniegt vienmērīgāku temperatūras sadalījumu dažādos telpas līmeņos. Gaisa pārvietošanās un tādā intensīva samaisīšanās veicina mitruma asimilācijas procesus, novērš miklumu un pastiprina eksfiltrāciju caur norobežojošo konstrukciju neblīvumiem. To var panākt, realizējot gaisa apkuri, padodot telpā gaisu ar vairākām stiprām, attiecīgi vērstām strūklām.

Tomēr jāņem vērā arī gaisa apkures trūkumi salīdzinājumā ar krāsns un ūdens apkures sistēmām: gaisa relatīvi mazā siltumietilpība un ventilatora radītais troksnis.

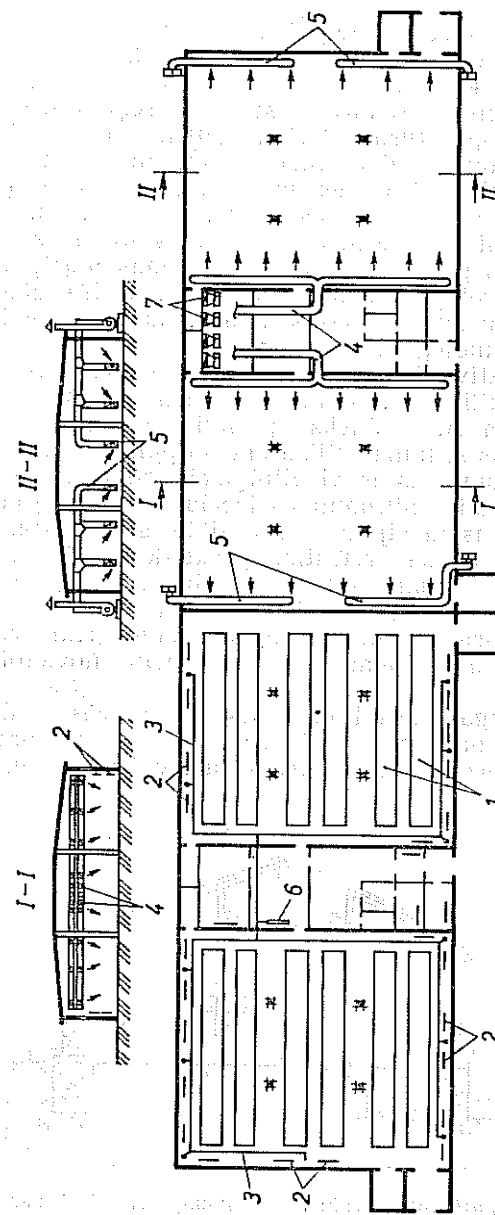
Telpās, kas paredzētas cāļu turēšanai, un liellopu dzemdību nodaļās pieļaujama vietējā apkure, kuras sildķermeņu temperatūra nedrīkst būt augstāka par 95°C . Cauruļvadi un sildķermeņi jāizvieto tā, lai tiem nepieskartos putni un lopi un lai tie vienlaikus būtu pieejami tīrīšanai un dezinficēšanai.

Sivēnu-zidēju un cāļu apsildei lieto lokālās sistēmas. Sivēniem var izmantot apsildāmās grīdas, bet cāļiem — brūderus ar kvēlspuldzēm. Lampas piekar attiecīgā augstumā atkarībā no jaunputnu vecuma.

Ierīkojot apsildi ar vietējiem sildķermeņiem, par siltumnesēju vēlams lietot ūdeni. Gaisa apkures kalorifieriem izdevīgi izmantot tvaiku.

Fermu palīgtelpās apkalpojošajam personālam vajadzīgs tāds pats mikroklimats kā analogiskās uzņēmumu telpās.

Izklāstītais materiāls ilustrēts 7.3. attēlā. Šeit parādīta putnu fermas (50—60 tūkst. cāļu audzēšanai no 1 līdz 70 dienām) apkure un ventilācija. Ir četras telpas ar režģu būriem. Starp katrām divām telpām ir izvietotas palīgtelpas — siltummezgls, pieplūdes ventilācijas kameras, sadzīves telpas. Ēku apgādā ar siltumu no centrālās katlu mājas.



7.3. att. Putnu fermas cāļu audzēšanas cēla apsilde un ventilācija:
1 — režģu būri; 2 — radiatori; 3 — ūdens apkures turpgaitas maģistrāle; 4 — pieplūdes ventilācijas gaisa vadi; 5 — noplūdes ventilācijas gaisa vadi; 6 — siltummezgls; 7 — kalorifieri.

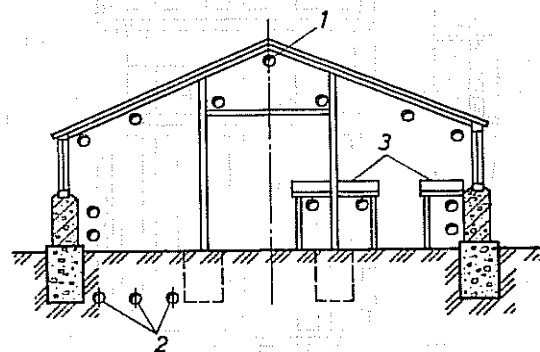
Katrai putnu turēšanas telpai paredzēta ūdens apkures sistēma ar siltumnesēja parametriem $95/70^{\circ}\text{C}$. Par sildķermeņiem lieto radiatorus, kuri uzstādīti divos stāvos (2 rindās viena virs otras) pie ārsienas. Apkures sistēma aprēķināta, lai uzturētu telpu gaisa temperatūru $+32^{\circ}\text{C}$. Katrai sistēmai jāstrādā ar pilnu jaudu, kamēr cāļi sasniedz 20 dienu vecumu. No 20-tās līdz 30-tajai dienai siltumnesēja padeve sistēmā ir pazemināta par 50%, bet pēc 30-tās dienas apkure tiek izslēgta.

Putnu fermai ir piespiedu pieplūdes-noplūdes ventilācija. Pieplūdes gaisu padod telpas vienas sienas augšpusē, bet noplūde notiek pretējās sienas apakšdaļā. Katrā zālē ir divas pieplūdes un divas noplūdes sistēmas, kas ļauj realizēt putnu audzēšanas tehnoloģisko procesu.

Ļoti perspektīvi lietošanai lauksaimniecības ražotnēs ir dažādi siltuma utilizatori. Viens no tādiem ir Latvijas inženierzinātņu doktora A. Lešinska speciāli lauksaimniecības ražotnēm izstrādātais siltuma utilizators no polimēru materiāliem.

Ziemas siltumnīcas ir vispilnīgākās no celtnēm augu kultivācijai visu gadu. Siltumnīcas izceļas ar visvieglākajām norobežojošām konstrukcijām — no stikla, stiklplasta, plastmasu plēves, kuru termiskā pretestība praktiski ir vienāda ar nulli. Tāpēc uz šīm virsmām aukstā gadalaikā var parādīties kondensāts un lejupslidošas atdzisušas gaisa plūsmas. Siltumnīcas principiāli atšķiras ar to, vai augsne veido grīdu, vai arī augsne ar dēstiem atrodas uz pastatnēm novietotās kastēs (7.4. att.).

Visnelabvēlīgākais mikroklimats siltumnīcās veidojas zonās pie ārsienām, kur stipri atdziest augsne (tā var pat caursalt) un gaiss, sajaucoties ar infiltrēto auksto āra gaisu.



7.4. att. Sildcauruļu novietojuma varianti ziemas siltumnīcās:

1 — maģistrālais karstā ūdens vads; 2 — caurules augsnes apsildei; 3 — kastes ar augsni uz pastatnēm.

Siltumnīcu apkures sistēmai jānodrošina nepieciešamā gaisa un augsnes temperatūra, it sevišķi pie ārsienām un stūros; tai jābūt ar lielu kalpošanas laiku — izturīgai un regulējamai.

Siltumnīcu apkurei izmanto saules enerģiju, kūsmēslus un citus organiskos materiālus; lieto ūdens, gaisa un kombinēto ūdens-gaisa apkures sistēmu. Augsnes sasildīšanai izmanto arī elektroenerģiju un tvaika-gaisa maisījumu. Plaši lieto ūdens apkuri, ko realizē četru atsevišķu sistēmu veidā:

1. Tels sistēma no gludām, zem stikla izvietotām tērauda caurulēm, kuras aprēķinātas tādi siltumatdevei, kas ir pietiekoša sniega izkausēšanai uz pārseguma. Gludās caurules no augšpusē krāso ar tādu krāsu, kas samazina siltuma izstarojumu. Tels sistēmas jauda ir 50...70% no kopējās siltumnīcas apkures sistēmas jaudas;

2. Cokola (viršpamatu) sistēma, kas paredzēta ārsienas un stūra zonu apsildei. Tās jauda ir apmēram 5...10% no kopējās jaudas;

3. Sistēma, kuras uzdevums ir apsildīt siltumnīcas apakšējo daļu, veidota no tērauda vai gumijas caurulēm, kas izvietotas starp dobēm;

4. Sistēma, kura aprēķināta, lai sasildītu augsnes slāni ap augu saknēm. To veido no azbestcements vai polietilēna caurulēm, kas ievietotas 0,4 m dziļumā ar soli 0,7...0,9 m.

Lai izvairītos no augsnes caursalšanas pie ārsienām un stūru zonās, atsevišķos gadījumos pa siltumnīcas perimetru papildus ierīko augsnei iegremdētu sistēmu, kurā izmanto augsstas temperatūras siltumnesēju — ūdeni ar temperatūru līdz 130°C .

Šāda ūdens apkure, kas sastāv no četrām atsevišķām sistēmām, ir pietiekoši elastīga un ļauj regulēt siltumnīcas siltuma režīmu plašās robežās. Pie trūkumiem pieder sistēmas masivitāte, palielināts metāla patēriņš (sildķermeņi ir gludās caurules) un lielā siltuma inerence.

Ar gaisa apkuri (gaiss sasildīts līdz 60°C) panāk daudz ātrāku un elastīgāku siltuma režīma izmaiņu nekā ar ūdens apkuri. Parasti silto gaisu padod pa perforētām caurulēm (iespējams lietot polietilēna caurules), kuras var izvietot tā, lai būtu vienmērīga gaisa padeve. Radot pārspiedienu, var samazināt infiltrētā aukstā gaisa daudzumu. Gaisa apkuri plašāk lieto silta klimata rajonos, jo sistēmas jauda ir ierobežota (gaisam ir relatīvi maza siltumietilpība) un gaiss, pārvietojoties pa vadiem, ļoti ātri zaudē siltumu.

Siltumnīcās daudz izdevīgāk ir lietot kombinēto ūdens-gaisa apkuri, kurai piemīt gan ūdens apkures, gan gaisa apkures priekšrocības.

Atsevišķu zonu apsildei izmanto tvaika-gaisa un elektrisko apkuri. Tvaika-gaisa apsildes būtība ir tvaika un gaisa maisījuma iepūšana tieši augsnē.

Augsnes sasildīšanai iespējamās caursasalšanas zonās un vispār siltumnīcas darba zonā var lietot arī elektroenerģiju — elektriskās kvēlspuldzes (ja var panākt, ka tas ir ekonomiski izdevīgi).

Sadedzinot tieši siltumnīcu darba zonā vai gāzes-gaisa kaloriferos gāzi, iegūst gāzes-gaisa apkuri. Ievadot gāzes sadegšanas produktus siltumnīcas darba zonā, tur tiek ievadīta arī augiem nepieciešamā ogļskābā gāze.

Lielu siltumnīcu mikroklimatu regulē automātiskās vadības sistēmas, kuras reaģē uz āra un telpas gaisa parametru izmaiņām.

7.3. GAISA APMAIŅAS NEPIECIEŠAMĪBA DAŽĀDAS NOZĪMES ĒKĀS

7.3.1. Dzīvojamās ēkas

Gaisa kondicionēšanas lietošana dzīvojamās ēkās ir problemātiska, ja vien tās nepieciešamību nenosaka cilvēka veselības stāvoklis vai aklimatizācijas grūtības. Jāņem vērā, ka cilvēka organisms ir pieradis pie sezonālām klimata izmaiņām un izjūt vajadzību pēc tām. Tomēr jāreķinās ar to, ka moderno dzīvojamo ēku konstrukcijas, inženieriekārtas un telpu iekārtojums bieži veido neveselīgu mikroklimatu.

Dzīvojamo ēku kondicionēšanas sistēmām jābūt sevišķi ekonomiskām un vienkārši apkalpojamām, tās nedrīkst radīt troksni. Pie mums izplatītais, pēc ražīguma piemērotais autonomais kondicionētājs «Azerbaidžan-4» neatbilst šiem noteikumiem; tas ļoti bojā ēkas fasādi — to uzstāda logā vai ārsienā un puse no tā ir izbīdīta uz āru.

Autonomais kondicionētājs patērē vairāk elektroenerģijas nekā saldējamais skapis, elektroplīts un pārējie sadzīves elektroaparāti kopā. Sakarā ar to vecajās ēkās instalācija un elektroenerģijas skaitītāji neļauj masveidā lietot šos kondicionētājus.

7.3.2. Pirmsskolas bērnu iestādes un skolas

Sabiedriskās ēkas pēc savas nozīmes ir ļoti dažādas. Tāpēc arī ļoti atšķirīgas prasības tiek izvirzītas telpu gaisa sastāvam, tā nodrošināšanas sistēmu konstruktīvam izveidojumam. Dažādas nozīmes telpu ar atšķirīgām prasībām izvietojums vienā ēkā šī uzdevuma risināšanu sarežģī. Ļoti specifisku prasību apmierināšana prasa papildu izpēti darbus. Apskatīsim būtiskākās prasības, kādas tiek izvirzītas ēkām, kuras var izdalīt atsevišķās grupās.

Pirmskolas bērnu iestādēs (bērnudārzi, mazbērnu novietnes) gaisa apmaiņas biežumam jābūt 0,5...2,25 reizes galvenajās telpās un līdz 5 reizēm palīgtelpās. Parasti projektē pieplūdes-noplūdes ventilāciju ar dabisko cirkulāciju. Gulamistabās un spēļu zālēs jāprojektē atsevišķa dabiskās noplūdes ventilācija katrai bērnu grupai. Ēdamistabās un telpās, kur ilgstoši uzturas bērni, jānodrošina vēdināšana: loga lielākajai pusei jābūt augšvērtnei, lai ieplūstošo auksto gaisu novirzītu uz augšu. Sanitārajos mezglos gaisa nosūcei jāparedz aksiālais ventilators. Izolatorā jābūt atsevišķam noplūdes ventilācijas kanālam. Nepieciešamības gadījumā jānodrošina āra gaisa uzsildīšana.

Mācību iestādēs (vispārizglītojošās skolas, internātskolas, arodskolas) gaisa apmaiņai galvenajās telpās jābūt vismaz 16 m³ uz vienu audzēkni, laboratorijās un mācību-ražošanas darbnīcās — pēc aprēķina, aktu zālē — 40 m³/h, sporta zālē — 80 m³/h, kinoficētā auditorijā — 20 m³/h, gulamistabās, administratīvās un saimniecības telpās gaisa apmaiņai jānotiek 1...1,5 reizes. Galvenajās telpās jāparedz mehāniskā pieplūdes-noplūdes ventilācija ar gaisa uzpildīšanu kaloriferos.

Gaisa recirkulācija mācību iestāžu pieplūdes ventilācijā nav pieļaujama.

No mācību telpām gaiss jānovada tieši dabiskās ventilācijas veidā ar tādu aprēķinu, lai gaisa apmaiņas biežums būtu 1 reizi stundā. Pārējais gaisa daudzums jānovada caur velkmes skapjiem un sanitārajiem mezgļiem.

Aktu un sporta zālēm, laboratorijām, gulamistabām, virtuvei, ēdamzālēm, darbnīcām rekomendē patstāvīgas pieplūdes-noplūdes sistēmas. Tādējādi iegūst enerģijas ekonomiju, jo tās var darbināt tikai šo telpu lietošanas laikā.

Pieplūdes gaiss jāpadod tieši telpā. Izņēmums ir laboratorijas ar kaitīgiem izdalījumiem. Tajās vajag radīt retinājumu, un tāpēc padod tikai daļu no pieplūdes gaisa daudzuma (ne mazāk kā 70%), bet pārējo pieplūdes gaisu padod koridorā. Noplūdes gaisa daudzumam šādās telpās jābūt par 10% lielākam nekā pieplūdes gaisa daudzumam. Viss noplūdes gaiss jānovada ar velkmes skapjiem, turklāt vienā sistēmā drīkst apvienot ne vairāk kā divas vienas telpas velkmes skapjus.

7.3.3. Ārstniecības iestādes

Ārstniecības iestādēs (slimnīcas, poliklīnikas u. c.) prasības telpu gaisa parametriem ir ļoti dažādas. Tā, piemēram, gaisa temperatūra var būt normēta no 2°C līdz 25°C. Palātās, ārstu kabinetos, procedūru istabās temperatūrai jābūt 18...22°C, dušās un vannas istabās — līdz 25°C. Operāciju zālēs, anestēzijas, dzemdību, reanimācijas un pēcoperāciju nodaļās gaisa

relatīvajam mitrumam jābūt 55...60%, tā kustīgumam — ne lielākam par 0,15 m/s.

Gaisa apmaiņu vispār nosaka sanitārās normas. Dažās telpās (palātas, operāciju zāles, anestēzijas, sterilizācijas telpas u. c.) gaisa apmaiņas biežumu reglamentē ar kaitīgo izdalījumu asimilācijas aprēķinu.

Ārstniecības iestādēs, kurās ir fizioterapijas, rentgena un operāciju nodaļas, jāprojektē mehāniskā pieplūdes-noplūdes ventilācija. Operāciju blokiem, rentgena kabinetiem, dzemdību, dūņu un ūdensdziedniecības nodaļām jāprojektē atsevišķas pieplūdes-noplūdes ventilācijas sistēmas. Apvienot var tikai dažas telpas ar vienādu režīmu.

Operāciju zālēs, anestēzijas, dzemdību, reanimācijas, pēcoperāciju un citās telpās, kurām ir normēts gaisa relatīvais mitrums, jāierīko gaisa kondicionēšana.

Āra gaisu, kuru padod telpās, jāattīra ar bakterioloģiskajiem filtriem, kurus uzstāda aiz ventilatora. Pieplūdes gaiss operāciju zālēm jāattīra ar vates filtriem.

Noplūdes organizēšana ir atkarīga no telpas nozīmes. Tai jābūt visās telpās. Infekcijas korpusā katram boksam nepieciešama atsevišķa dabiskās ventilācijas sistēma. Operāciju un anestēzijas telpās gaisa noplūdi projektē no augšējās zonas, bet dūņu dziedniecības nodaļās un rentgena kabinetos — kā no augšējās, tā arī no apakšējās zonas.

7.3.4. Masveida pasākumu celtnes

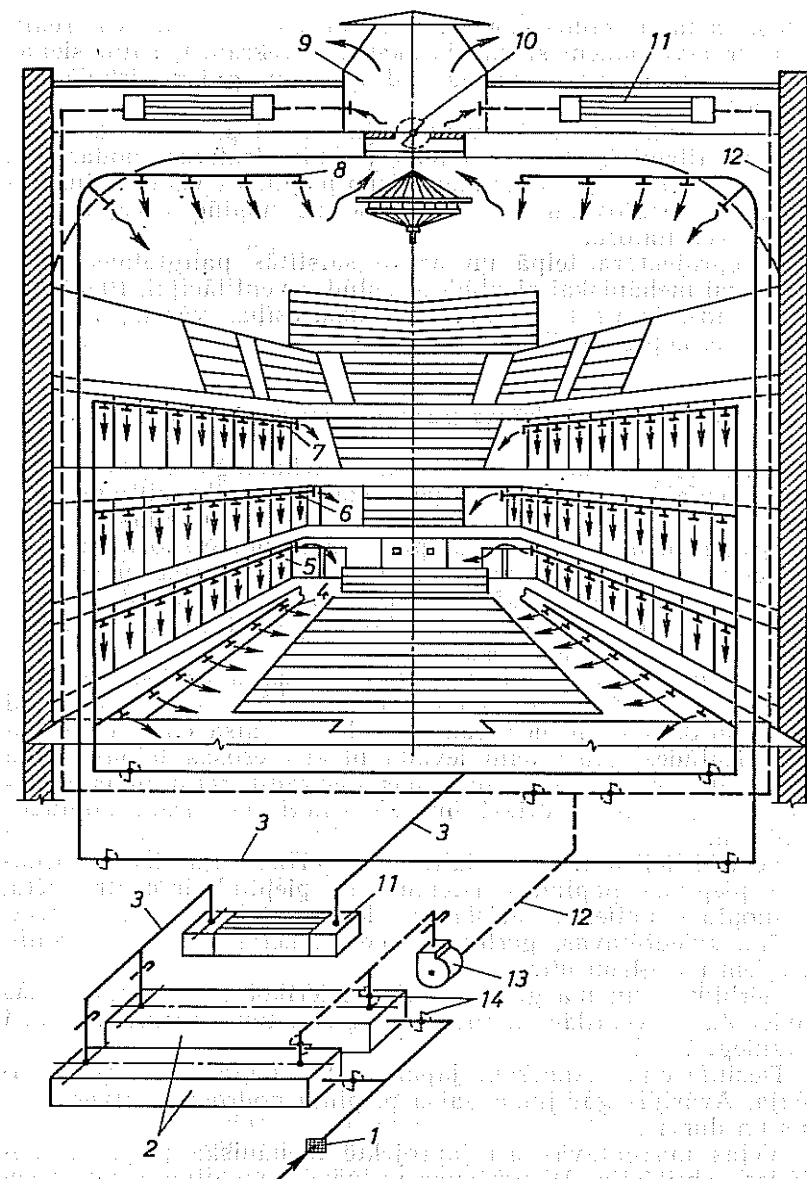
Masveida pasākumu celtnēs (kinoteātri, klubi, sporta kompleksi, zāles utt.), kur galvenā telpa ir skatītāju zāle vai tribīnes, temperatūrai jābūt 16...18°C, gada aukstajā periodā, vasarā tā nedrīkst pārsniegt āra gaisa aprēķina temperatūru vairāk par 3°C.

Gaisa apmaiņu skatītāju zālē un tribīnēs rēķina siltuma un mitruma izdalījumu asimilēšanai pēc vasaras režīma, kā arī pēc pieļaujamās ogļskābās gāzes koncentrācijas.

Parasti (apmēram 600 cilvēkiem) ierīko mehānisko pieplūdes-noplūdes ventilāciju ar tādu aprēķinu, ka vasarā telpas vēdina. Lielākiem objektiem rekomendē projektēt gaisa kondicionēšanas sistēmu. Gada aukstajā periodā lieto 50% recirkulāciju.

Gaisa sadales shēma skatītāju zālē un tribīnēs jāizvēlas tā, lai neveidotos sastinguma (bez gaisa cirkulācijas) zonas, bet arī nejustu gaisa plūsmu. Aukstajā periodā gaisa kustīgumu projektē ne lielāku par 0,3 m/s, siltajā periodā — ne lielāku par 0,4 m/s.

Pieplūdes gaisu var padot koncentrēti skatuves vai arēnas virzienā, projām no tās, izkliedēti no sāniem vai tieši skatītāju



7.5. att. Skatītāju zāles gaisa apmaiņas shēma:
1 — gaisa ieņemšanas ierīce 2 — kondicionētāji; 3 — pieplūdes kanāli; 4 — gaisa padeve parterī; 5, 6, 7, 8 — gaisa padeves punkti; 9 — noplūdes šahta; 10 — vienvirziena vārsts (kad nestrādā recirkulācija); 11 — trokšņu slāpētājs; 12 — recirkulācijas vadi; 13 — recirkulācijas ventilators; 14 — vārsti regulēšanai.

vielās, kā tas parādīts 6.30. attēlā. Gaisa novadīšanu var realizēt caur atvērumiem sienā aiz skatuves (ekrāna), sānu sienās vai pārsegumā. Sajās vietās tad arī ņem gaisu cirkulācijai (7.5. att.).

Foajē ierīko atsevišķu ventilāciju vai to pievieno skatītāju zāles ventilācijai. Pārējās telpas (administratīvās, nodarbību, bibliotēku utt.) apgādā ar mehānisko pieplūdes ventilāciju. Sanitārajos mezglos un smēķētavās ierīko noplūdes ventilāciju, lietojot ventilatoru.

Kinoprojektora telpā un ar to saistītās palīgtelpās jābūt atsevišķai mehāniskai pieplūdes-noplūdes ventilācijai. Pieplūdes gaisa vads, ja uz tā uzstādīts ugunsdrošības vārsts, var būt pievienots kopīgam tīklam.

7.3.5. Sadzīves pakalpojumu uzņēmumi

Sadzīves pakalpojumu uzņēmumos tehnoloģisko procesu rezultātā izdalās dažādas kaitīgas gāzes un tvaiki, siltums, mitrums, putekļi. To sastāvu un daudzumu ventilācijas sistēmu aprēķinam pieņem saskaņā ar projekta tehnoloģisko daļu.

Šādu uzņēmumu telpas jāapriko ar mehānisko pieplūdes-noplūdes ventilāciju. Iekārtas, kuras izdala ļoti daudz kaitīgo gāzu un tvaiku, uzstāda speciālās telpās. Kaitīgos izdalījumus aizvada ar vietējo nosūci.

Telpām, kurās uzstādītas attaukošanas mašīnas, aprēķina ventilāciju ar 15-kārtīgu gaisa apmaiņu. Šādās telpās padod apmēram 30% no nepieciešamā pieplūdes gaisa daudzuma, pārējo pieplūdes gaisa daļu ievada blakus esošās telpās. Tādā veidā attaukošanas mašīnu telpās tiek radīts retinājums. Vietējās nosūces vadi nedrīkst būt pievienoti pie citām noplūdes sistēmām.

Sevišķi lieli mitruma izdalījumi ir pirtīs. Tajās ierīko mehānisko pieplūdes-noplūdes sistēmu, kurā pieplūde ir centralizēta, bet noplūde notiek atsevišķi no katras telpas: mazgātuvēs, dušām, sviedrētavās, gērbtuvēs, dezinfekcijas kamerām, sanitārajiem mezgļiem utt.

Gērbtuvēs un mazgātuvēs atļauts ierīkot gaisa apkuri, kas apvienota ar ventilāciju. Pieplūdes gaisa temperatūra nedrīkst pārsniegt 70 °C.

Dezinfekcijas kamerām jāparedz 9-kārtīga avārijas ventilācija. Avārijas gadījumā gaisa pieplūdi nodrošina, atverot logus un durvis.

Veļas mazgātavās arī jāprojektē mehāniskā pieplūdes-noplūdes ventilācija. Mazgāšanas un žāvēšanas-gludināšanas ceļiem pieplūdes gaiss jāpadod augšējā zonā un darba zonā, bet pārējām telpām — tikai augšējā zonā. Veļas pieņemšanas ceļam, mazgāšanas, žāvēšanas-gludināšanas ceļam, dušām

un sanitārajiem mezgļiem projektē atsevišķas noplūdes sistēmas. Žāvēšanas-gludināšanas mašīnām jābūt ar vietēju nosūci.

Gaisa kustībai veļas mazgātavās jābūt tādai, lai gaiss pārvietotos no tīrās veļas izsniegšanas telpas netīrās veļas pieņemšanas telpas virzienā.

Lielas jaudas veļas mazgātavām rekomendē apvienot ventilāciju un gaisa apkuri. Veļas šķirošanas telpā paralēli pastāvīgai ventilācijas sistēmai jāierīko arī avārijas sistēma ar pieplūdi 14 l/h un noplūdi 18 l/h.

Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumos mehāniskā pieplūdes-noplūdes ventilācija jāprojektē atsevišķi tirdzniecības zālei un ražošanas telpām. Ēdnīcās ar 100 vietām pietiek ar noplūdes ventilāciju bez organizētas pieplūdes. Ēdnīcās ar 250 vietām un vairāk, kā arī I klases restorānos jāprojektē gaisa kondicionēšanas sistēma.

Virtuvē, konditorejas un mazgātavas telpās, tirdzniecības zālē un koridoros jāierīko pieplūdes ventilācija. Citās ražošanas telpās, noliktavās, administratīvās un tirdzniecības zāles palīgtelpās gaiss ieplūst no koridoriem vai citām ventilētām telpām.

Virtuvē un citās ražošanas telpās jāierīko noplūdes ventilācija. Šai nolūkā virs plītīm ierīko vertikālus apaļa šķērsgrīzuma gaisa vadus ar nosūces kapēm, kuras pārsniedz plīti katrā pusē par 0,5 m. Rūpniecība izlaiž plīti komplektā ar šādu noplūdes ventilācijas iekārtu.

Virtuvē bez vietējās nosūces ventilācijas jābūt arī noplūdes ventilācijai no telpas augšējās zonas, kurai jānovada arī 50% no tirdzniecības zāles un citām virtuves blakustelpām novadamā gaisa. Atlikušo 50% novadīšanai jāierīko atsevišķa noplūdes ventilācija. Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumos gaisa recirkulācija nav atļauta. Sanitārajos mezglos un dušās jāierīko atsevišķa pastāvīga ventilācija.

Veikalu tirdzniecības zālēs nepieciešamo gaisa apmaiņu jeb apmaiņas biežuma rēķina attiecībā uz asimilējamo siltuma, mitruma un ogļskābās gāzes daudzumu, ko izdala pircēji un apkalpojošais personāls. Pircēju darbību pielīdzina vieglam darbam, bet apkalpojošā personāla darbību — vidēji smagam darbam. CO₂ izdalījumi — 20 l/h uz vienu cilvēku.

Normālai tirdzniecībai cilvēku daudzumu aprēķina, ņemot vērā tirdzniecības zāles kvadrātūru: rūpniecības preču veikals — līdz 2,5 m² uz vienu cilvēku; mēbeļu, mūzikas instrumentu un elektropreču veikals — 3,5 m² uz cilvēku (iekļaujot iekārtu platību).

Aprēķinos ievēro arī saules radiācijas radīto siltuma plūsmu caur vitrinām.

Nelielos veikalos (tirdzniecības zāle līdz 150 m²) projektē dabisko ventilāciju; lielākas platības veikalos — mehānisko

ventilāciju. Lielos universālveikalos jāprojektē gaisa kondicionēšanas sistēma. Pārtikas produktu un rūpniecības preču tirgošanas zālēm jāierīko atsevišķas gaisa apmaiņas sistēmas.

Tirdzniecības zāļu (izņemot ķīmisko, sintētisko preču utt.) ventilācijai atļauta gaisa recirkulācija, nodrošinot āra gaisa sanitāro normu pieplūdes gaisā.

Parastajās noliktavās ierīko noplūdes ventilāciju, bet tādās noliktavās, kur jāuztur pazemināta temperatūra, — pieplūdes noplūdes ventilāciju.

7.3.6. Skaitļošanas centri

Gaisa kondicionēšana jāierīko skaitļošanas centru datoru zālēs, datu sagatavošanas un programmu sastādīšanas, dokumentācijas pieņemšanas un uzglabāšanas, kontrolinstrumentu un mērinstrumentu glabāšanas un remonta telpās, arhīvā, tehnisko informācijās nesēju noliktavās un personāla atpūtas telpās.

Visās telpās jāuztur komfortabla gaisa temperatūra un relatīvais gaisa mitrums $55 \pm 5\%$. Jāuztur datoriem nepieciešamie gaisa parametri (temperatūra, mitrums, putekļu saturs), kā arī pieplūdes gaisa un noplūdes gaisa temperatūru starpība. Minimālam ievadāmā āra gaisa daudzumam jābūt ne mazākam par divkārtu gaisa apmaiņu stundā.

Gaisu tiešai tehnisko līdzekļu dzesēšanai ieteicams ievadīt caur dubultgrīdu.

Pieplūdes gaisa attīrīšanu veic ar divpakāpju sintētiskās šķiedras un elektriskajiem filtriem. Eļļas filtrus nav atļauts lietot, jo eļļas pilieniņi var nosēties uz iekārtām.

Gaisa mitrināšanai jālieto tvaiks vai atsāļots ūdens, jo pēc neatsāļotā ūdens pilieniņu iztvaikošanas nosēžas sāļi, kuri pārtrina koroziju.

Datoru zālēm vispiemērotākie ir specializētie autonomie kondicionētāji, bet pārējām telpām — daudzzonu vienkānāla sistēmas ar atsevišķiem temperatūras pielāgotājiem.

Projektējot kondicionēšanas sistēmu, jāparedz ražīguma rezerve gadījumiem, kad palielina datoru skaitu vai esošos datorus nomaina ar cita tipa datoriem. Sevišķi atbildīgos skaitļošanas centros projektē avārijas rezervi 50...100% no nominālā ražīguma.

7.4. DZĪVOKĻU INDIVIDUĀLĀ APKURE

Par dzīvokļa individuālo apkuri parasti sauc atsevišķa dzīvokļa centrāl apkures sistēmu (visbiežāk — ūdens) ar dzīvoklī uzstādītu siltuma generatoru. Atsevišķos gadījumos var būt

uzstādīts arī siltumapmaiņas aparāts. Atšķirībā no vietējās apkures sistēmas šeit apkures sistēmas trīs galvenās sastāvdaļas nav apvienotas vienā aparātā. Pie dzīvokļu individuālās apkures jāpieskaita arī gaisa apkures sistēmas, ja apkurināmās telpās ievadītais gaiss tiek sasildīts dzīvokļa robežās un to pārvieto ar ventilatoru, kas arī atrodas dzīvokļa robežās.

Visbiežāk dzīvokļu individuālu apkuri ierīko vecās daudzdzīvokļu ēkās krāsns apkures vietā. Jaunceljamās individuālās mājās to izmanto tikai tad, ja nav iespējams izbūvēt pagrabu, kur uzstādīt siltuma generatoru (apkures katlu). Ierīkojot dzīvokļa centrāl apkuri krāsns apkures vietā, kurināmā patēriņš samazinās par 15...20%, ievērojami samazinās arī dzīvokļa apkurei patērētais laiks, rodas iespēja apgādāt dzīvokli ar karsto ūdeni, kā arī uzlabot telpu mikroklimatu un sanitāri higiēniskos apstākļus.

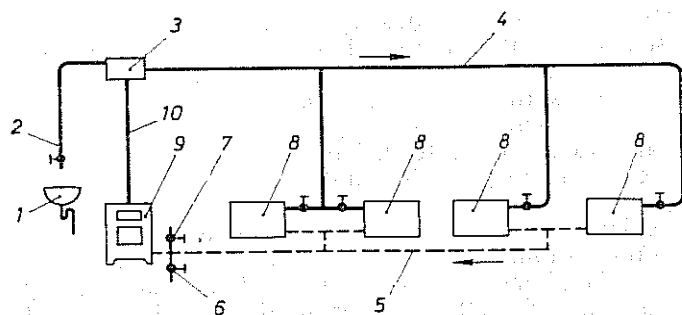
Dzīvokļu individuālai apkurei var lietot sistēmas ar dabisko vai piespiedu siltumnesēju cirkulāciju, tās var aprīkot ar sildķermeņiem vai sildošām grīdām un griestiem.

Dzīvokļu individuālās apkures sistēmu apkalpošanai jābūt tādai, lai nebūtu nepieciešama nepārtraukta uzraudzība un to varētu veikt nekvalificēts personāls. Tā kā siltuma generators atrodas dzīvokļa robežās, tad jānodrošina visu kaitīgo izdalījumu novadīšana.

7.4.1. Dzīvokļu ūdens apkures sistēmas

Dzīvokļu individuālās ūdens apkures sistēmas jau lieto vairāk nekā simts gadu. Šajā laikā ir mainījušies un pilnveidojušies siltuma generatori un kurināmais, cauruļvadi un sildķermeņi, ir lietotas dažādas shēmas, galvenokārt ar dabisko cirkulāciju. Tomēr uzbūves un darbības principi palikuši vieni un tie paši. Nemot vērā to, ka siltuma generators praktiski atrodas vienā līmenī (tā siltumcentrs var atrasties pat augstāk par sildķermeņa siltumcentru) ar sildķermeņiem, jārada papildu faktori pastāvīgas siltumnesēja cirkulācijas iegūšanai. Viena no iespējām, kā to panākt dabiskās cirkulācijas sistēmās, ir intensificēt siltumatdevi no cauruļvadu virsmas. Tāpēc cauruļvadus jācenšas montēt atklāti. Vismaz viena no turpgaitas maģistrālēm jāizvieto atklāti pie apkurināmās telpas griestiem; atpakaļgaitas maģistrāli izvieto virs grīdas zem sildķermeņiem (7.6. att.). Ūdens cirkulācijas spiediena palielināšanai izmanto arī sildķermeņus ar palielinātu augstumu. Šī iemesla dēļ nelieto zemu sildķermeņus, piemēram, konvektorus.

7.6. attēlā sniegtajai shēmai ir būtisks trūkums: ja sildķermeņi izvietoti pie ārējām sienām, tad dažreiz, montējot atpakaļgaitas maģistrāli zem durvīm, rodas grūtības, jo jāierīko zemgrīdas kanāls.



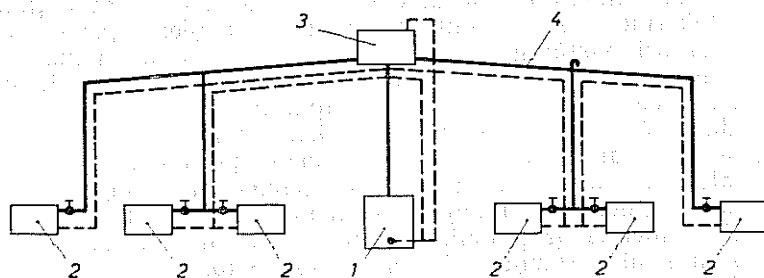
7.6. att. Dzīvokļu individuālās ūdens apkures sistēma ar augšējo sadali un atpakaļgaitas vadu, kas novietots zem sildķermeņiem:

1 — izlietne virtuvē; 2 — gaisa un pārplūdes vads (cauruļu diametrs 18 mm); 3 — izplešanās tvertne; 4 — turpgaitas vads; 5 — atpakaļgaitas vads; 6 — īscaurule ar ventili sistēmas iztukšošanai; 7 — ūdensvads sistēmas barošanai; 8 — sildķermenis; 9 — siltuma ģenerators; 10 — galvenais stāvvads.

Diezgan plaši lieto ūdens apkures shēmu, kurā atpakaļgaitas maģistrāli montē virs sildķermeņiem parasti blakus turpgaitas maģistrālei pie griestiem (7.7. att.). Šādas shēmas trūkumi: sarežģītāka ūdens izlaišana no sistēmas (šim nolūkam pie katra sildķermeņa paredz speciālu krānu); lielāks cauruļu patēriņš salīdzinājumā ar 7.6. attēlā parādīto sistēmu; sarežģītāka apkālošana.

Dabisko gravitācijas spiedienu dzīvokļu individuālās apkures sistēmās aprēķina pēc nedaudz pārveidotas formulas (5.5), t. i.,

$$\Delta p = \Delta p_{cv} \pm \Delta p_{sk},$$



7.7. att. Dzīvokļu individuālās ūdens apkures sistēma ar turpgaitas un atpakaļgaitas vadiem, kas montēti augstāk par sildķermeņiem:

1 — siltuma ģenerators; 2 — sildķermenis; 3 — izplešanās tvertne; 4 — cauruļvads.

kur Δp_{cv} — dabiskais spiediens, kas rodas, ūdenim atdziestot cauruļvados;

Δp_{sk} — dabiskais spiediens, kas rodas, ūdenim atdziestot sildķermeņos; plusa vai mīnusa zīme norāda, vai sildķermeņa siltumcentrs atrodas attiecīgi augstāk vai zemāk par siltuma ģenerators siltumcentru.

Tā kā dzīvokļu apkures sistēmās cirkulācijas spiediens ir neliels, nekādu noslēdzošo armatūru stāvvados un maģistrālēs pirms un aiz katla neuzstāda, lai nepalielinātu vietējās pretestības. Siltumatdeves regulēšanai sildķermeņu slēgposmos uzstāda dubultregulēšanas krānus.

Lietojot piespiedu cirkulāciju, var samazināt cauruļvadu diametrus. Tad atpakaļgaitas vadā pirms siltuma ģenerators uzstāda mazgabarīta beztrokšņa ūdens sūkni, kuru iemontē cauruļvadā. Konstruēts arī sūknis, kuru uzstāda apkures sistēmas izplešanās tvertnē un kuram ir vienkāršāka ekspluatācija nekā cauruļvados iemontējamiem sūkņiem.

Lai samazinātu cauruļvadu garumu, dzīvokļu individuālās ūdens apkures sistēmas izveido kā caurplūdes sistēmas, kurās sildķermeni savienoti virknē un karstais ūdens izplūst pēc kārtas caur visiem sildķermeņiem. Karstais ūdens šādā sistēmā ieplūst no izplešanās tvertnes, kura novietota tieši virs siltuma ģenerators. Tad sistēmas sildķermeņiem jābūt ar minimālu augstumu (izmanto gludās caurules vai plintusa tipa konvektorus). Sistēmas galvenie trūkumi: tā nav estētiska, jo horizontālie cauruļvadi starp sildķermeņiem tiek montēti redzamā vietā; nav iespējams atslēgt vai regulēt atsevišķu sildķermeņu siltumatdevi.

Dīvstāvu individuālajās ēkās dzīvokļu ūdens apkures sistēmas ierīkošana vienkāršojas, jo šajā gadījumā ir daudz lielāks gravitācijas spiediens. Dīvstāvu ēkās parasti būvē sistēmas ar augšējo sadali. Tā kā stāvvados notiek ūdens atdzišana, šajā sistēmā cirkulācijas spiediens ir lielāks nekā sistēmā ar apakšējo sadali.

Dīvstāvu individuālajās ēkās iesaka lietot viencaurules caurplūdes sistēmas un viencaurules sistēmas ar savienojumiem posmiem. Viencaurules sistēmu galvenās priekšrocības ir šādas: vienkāršāka montāža un mazāks cauruļu patēriņš nekā divcauruļu sistēmām; vienkāršāka regulēšana, jo pirmā un otrā stāva sildķermeņiem ir vienādi cirkulācijas spiedieni. Viencaurules sistēmu apakšējo stāvu sildķermeņu sildvirsmas jābūt lielākai par otrā stāva sildķermeņu sildvirsmu.

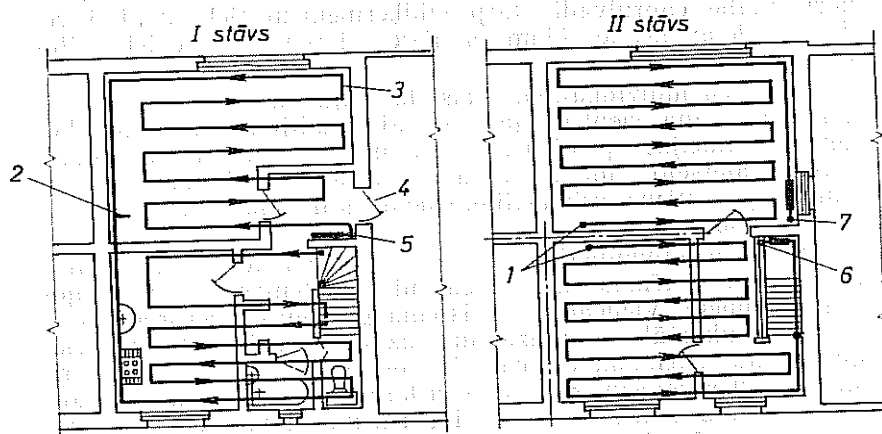
Lai samazinātu cauruļvadu garumu, dažreiz dzīvokļu apkures sistēmās sildķermeņus uzstāda pie iekšējām sienām nelielā attālumā no siltuma ģenerators. Kaut gan šādi montēta sistēma ir kompaktāka un lētāka, tomēr priekšroka dodama

shēmai, kurā radiatori uzstādīti pie ārējām sienām zem logiem. Ja radiatori izvietoti zem logiem, samazinās velkne no logiem un ir vienmērīgāks gaisa temperatūras sadalījums telpā.

Ūdens apkures sistēmas individuālajās ēkās var veidot kā staru paneļu sistēmas ar apsildāmu grīdu vai griestiem. Sādās sistēmās siltumatdeve notiek galvenokārt starojuma veidā. Salīdzinājumā ar parastajām sistēmām staru apkures sistēmas ir estētiskākas (telpā nav sildķermeņu un cauruļu), tās uzlabo telpu sanitāri higiēniskos apstākļus. Kā trūkumu var minēt šo sistēmu sarežģīto remontu, jo caurules ir iebūvētas sienās vai pārsegumos. 7.8. attēlā parādīta eksperimentālā dzīvojamā ēkā iebūvēta apkures sistēma ar grīdā iestrādātām polietilēna caurulēm ($d=20$ mm), pa kurām cirkulē ūdens (parametri 80/60 °C). Ūdens cirkulācijas radīšanai uzstādīts sūkns. Ilgstoša sistēmas ekspluatācija pierādīja tās darbaspēju, drošumu un iespēju nodrošināt komfortablus apstākļus telpā.

Dzīvokļu individuālās apkures sistēmās siltuma generatora apkalpošanu veic paši iedzīvotāji. Ja par kurināmo izmanto gāzi, šķidro kurināmo vai lēni degošu augstvērtīgu cieto kurināmo (antracīts, kokss, briketes), nepārtraukta siltuma generatora uzraudzība nav nepieciešama.

Ja lieto zemas kvalitātes akmeņogles, malku, kūdru un citu kurināmo, tad uzstāda katlus ar speciālu kurtuvi, kas paredzēta šāda kurināmā nepārtrauktai sadegšanai bez uzraudzības,



7.8. att. Dzīvokļu individuālās apkures sistēma ar apsildāmo grīdu:

1 — cauruļvads, kas savieno siltuma generatoru un otrā stāva grīdā iebūvētu glodeni; 2 — cauruļvads no sistēmas uz siltuma generatoru; 3 — pirmā stāva glodenis; 4 — veranda; 5 — cauruļvadi no otrā stāva glodenes; 6 — cauruļvads no radiatora, kas uzstādīts otrā stāva kāpnu telpā; 7 — cauruļvads uz radiatoru, kas uzstādīts pirmajā stāvā.

vai arī paredz palielināta tilpuma apkures sistēmu, kurā kurināšanu veic periodiski. Kurināšanas laikā sistēma akumulē siltumu, kuru tā atdod telpām kurināšanas pārtraukumos. Sistēmas akumulēto siltumu palielina, lietojot speciālus no tērauda loksnēm sametinātus liela tilpuma sildķermeņus vai iebūvējot sistēmā tvertni siltuma akumulēšanai. Centralizētu tvertni dažreiz aizstāj ar mazāka tilpuma elementiem, kas iemontēti cauruļvadu sistēmā. Siltuma akumulatora tilpumu parasti izvēlas apmēram 50 l uz katriem 1000 W lieliem telpu siltuma zudumiem vai arī apmēram 20 l uz iebūvēto sildķermeņu sildvirsmas 1 m².

7.4.2. Dzīvokļu gaisa apkures sistēmas

Gaisa apkures sistēmā par siltumnesēju izmanto gaisu, kuru uzsilda kaloriferā un ar ventilatoru ievada apkurināmajās telpās. Siltais gaiss, plūstot caur telpām, atdziest. Daļu no šī gaisa izvada atmosfērā caur sanitārajiem mezgliem un virtuvi, bet lielāko daļu gaisa no jauna sasilda kaloriferā un ievada atpakaļ telpās (recirkulē).

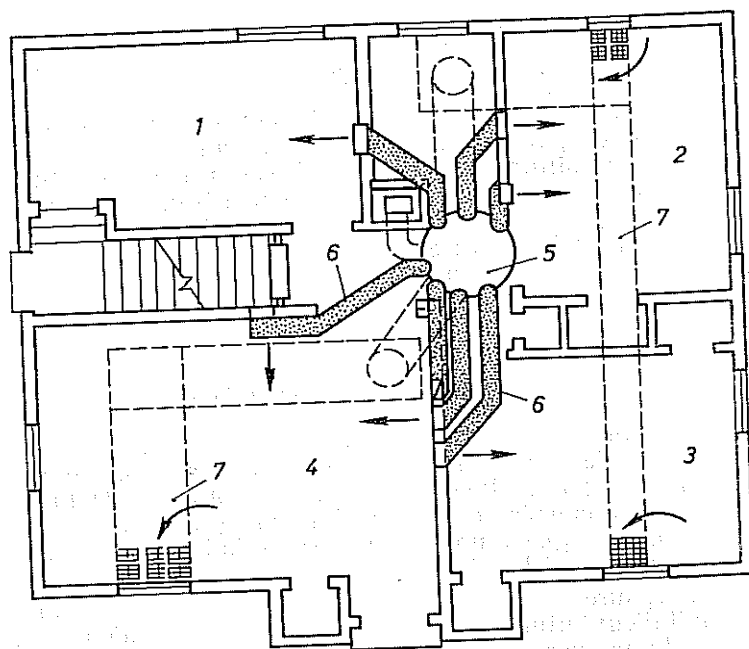
Gaisa apkures sistēmām ir mazāks metāla patēriņš un mazāki kapitālieguldījumi nekā ūdens apkures sistēmām, tām ir neliela siltuma inerce, un tās var apvienot ar ventilācijas sistēmām.

Izšķir gaisa apkures sistēmas ar dabisko gaisa cirkulāciju (gravitācijas sistēmas) un ar piespiedu gaisa cirkulāciju (mehāniskās sistēmas).

Gravitācijas apkures sistēmās (7.9. att.) gaisu sasilda līdz 70 °C. Tas nodrošina iespēju paaugstināt sistēmā gravitācijas spiedienu, kā arī samazināt gaisa kanālu šķērsgriezumu. Karsto gaisu pa kanāliem pievada katrai apkurināmajai telpai. Gaisu var padot telpas apakšējā zonā apmēram 30 cm virs grīdas, kā arī to var padot zem griestiem, kuri sasilst un izstaro siltumu pārējā telpas daļā. Gravitācijas gaisa apkures sistēmas darbojas bez trokšņa, tās ir vienkāršas un drošas ekspluatācijā.

Mehāniskajās sistēmās, kurās gaisa cirkulāciju nodrošina ar ventilatoriem, gaisa spiediens ir lielāks nekā gravitācijas sistēmās. Tas ļauj samazināt gaisa vadu šķērsgriezumu, gaisa attīrīšanai var uzstādīt putekļu filtru. Ventilatora piedziņas elektrodzinēja jauda parasti nepārsniedz 400...600 W. Galvenais šo sistēmu trūkums ir trokšnis, kas var rasties ventilatora sliktā centrējuma vai citu bojājumu dēļ.

Gaisa vadus apkures sistēmās izgatavo no skārda, plastmasas vai keramikajām caurulēm, dažādām plātnēm, ķieģeļiem utt.

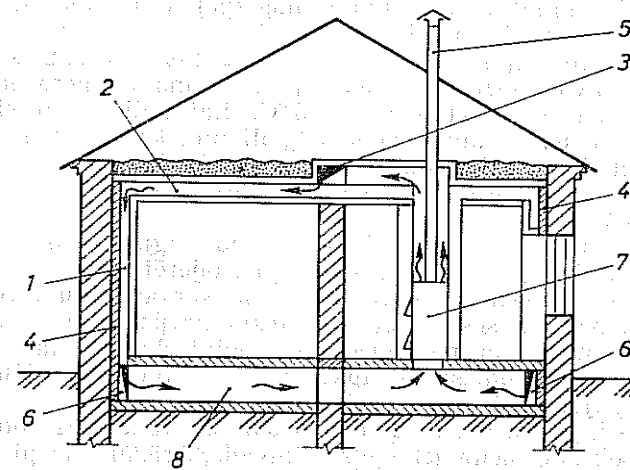
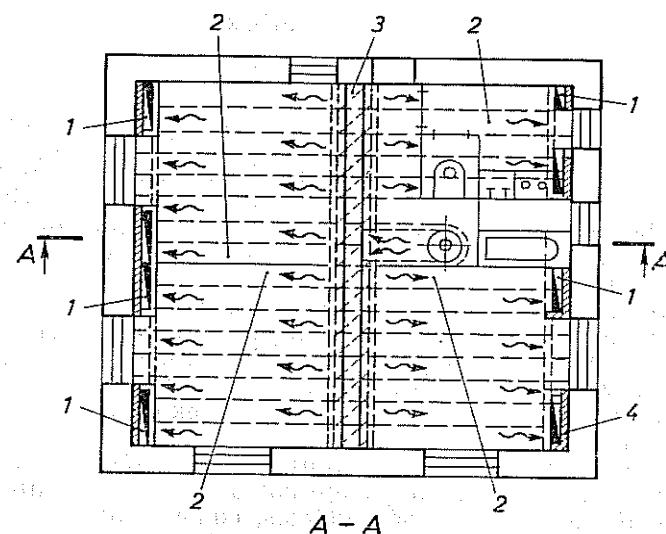


7.9. att. Vienstāva ēkas gaisa apkures sistēma ar dabisko gaisa cirkulāciju:
1 — virtuve; 2, 3, 4 — istabas; 5 — gaisa sildītājs; 6 — pieplūdes gaisa vadi;
7 — recirkulācijas vadi.

Gaisa sildīšanai izmanto ūdens-gaisa un uguns-gaisa kaloriferus (pēdējos gaisu sasilda tieši ar karstām dūmgāzēm). Siltumapmaiņa starp gaisu un karstām dūmgāzēm kaloriferos notiek caur metāla sienīšu. Uguns-gaisa kaloriferu galvenā priekšrocība: tie neaizsalst jebkurā minimālā ārā gaisa temperatūrā.

Individuālajās dzīvojamās ēkās samērā īso gaisa vadu dēļ nav grūtību gaisa sadalē, kādas parasti ir lielākās sistēmās.

Gaisa apkures sistēmas var veidot kā staru paneļu sistēmas. 7.10. attēlā parādītajā sistēmā silto gaisu ievada starpgriestu kanālos, kur tas atdziest, sasildot dzīvokļa telpas. Daļēji atdzisušo gaisu pa zemgrīdas kanāliem pievada gaisa sildītājam, tādējādi ekonomējot siltuma enerģiju. Gaisa sistēmā cirkulē gravitācijas spiediena iedarbībā. Galvenais sistēmas trūkums — samērā lieli gaisa kanālu izbūves kapitālieguldījumi un to aizņemtā platība.



7.10. att. Dzīvokļa staru paneļu apkures sistēma ar siltumnesēja (gaisa) dabisko cirkulāciju:

1 — vertikālie recirkulācijas gaisa kanāli; 2 — siltā gaisa kanāli pārsegumā; 3 — karstā gaisa sadales vadi bēniņos; 4 — siltumizolācija; 5 — dūmvads; 6 — zemgrīdas recirkulācijas gaisa kanāli; 7 — gaisa sildītājs; 8 — zemgrīdas kanāls recirkulācijas gaisa padevei gaisa sildītājā.

7.5. VIETĒJĀ APKURE

7.5.1. Krāsns apkure

Krāsns apkure pie mums ir plaši izplatīta. To diezgan plaši lieto arī Rietumeiropas zemēs (Vācijā, Norvēģijā, Somijā u. c.).

Krāsns apkurei ir šādas priekšrocības: vienkārša konstrukcija; samērā zemas izmaksas; var lietot dažādu kurināmo; augsts lietderības koeficients (mūsdienu krāsnīm līdz 0,85); siltumpāreja telpā notiek galvenokārt starojuma veidā; kurinot krāsni, vienlaicīgi vēdinās telpa.

Galvenie krāsns apkures trūkumi: krāsns un kurināmais aizņem samērā lielu platību; grīdas līmenī veidojas vēsāka gaisa slānis (sk. 5.9. att. a); nevienmērīga siltumatdeve; nepieciešams periodiski iztīrīt krāsni no kvēpiem un pelniem; telpa tiek piesārņota; tīrot un kurinot krāsni, telpā var iekļūt dūmi un tvana gāze; ugunsnedrošība.

Mūsdienās krāsns apkuri lieto dzīvojamās ēkās, kurās stāvu skaits nav lielāks par divi, internātos ar vietu skaitu līdz 25, nelielās lauku skolās, bērnudārzos, ēdnīcās utt.

Atkarībā no siltuma akumulēšanas spējas krāsns iedala siltumietilpīgās un siltumneietilpīgās.

Siltumietilpīgajām krāsnīm, kurinot tās 1,5...2 stundas vienu vai divas reizes diennaktī, jānodrošina temperatūras izmaiņas telpā ne lielākas par $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Lai palielinātu siltuma akumulāciju, ierīko dūmu ejas un palielina krāsns masu.

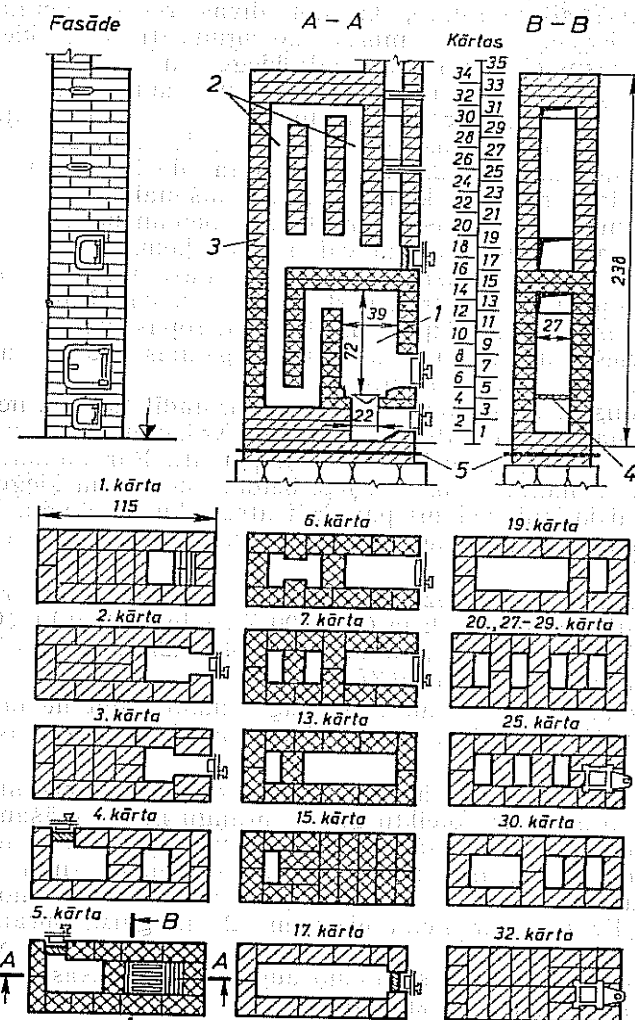
Siltumietilpīgās krāsns savukārt iedala krāsnīs ar plānām sienām (līdz 12 cm) un krāsnīs ar biezām sienām (biezākām par 12 cm).

Siltumietilpīgās krāsns izgatavo no čuguna vai tērauda, tām dažreiz ir 4...6 cm biezs iekšējais oderējums.

Krāsns ar biezām sienām mūrē no sarkanajiem ķieģeļiem uz vietas. No ārpuses krāsni var apšūt ar parastiem vai glazētiem podiņiem. Ja nav pieejami podiņi, krāsni var ietvert metāla apvalkā, apmest vai apšūt ar glazētām plāksnītēm. Siltumietilpīgajām krāsnīm ir vajadzīgi masīvi vai speciāli stiprināti pamati, jo parasti to dūmvads balstās uz krāsns konstrukcijas. Ja eksistē sienā iebūvēts dūmvads, krāsni var pievienot tam.

Siltumietilpīgās krāsns atklāto virsmu siltumatdeve, kurinot krāsni divas reizes diennaktī, ir $580 \dots 640 \text{ W/m}^2$, bet, kurinot vienu reizi diennaktī, — $410 \dots 470 \text{ W/m}^2$.

Kombinētās krāsns ar pavardu parādzētas vienlaikus kā telpas apkurināšanai, tā arī ēdiena gatavošanai. Pavardā parasti iebūvē cepeškrāsni un ūdens sildīšanas katlu vai glodeni. Lai krāsns nesiltu siltā gadalaikā, tajā iebūvē pārslēdzamu kanālu, caur kuru dūmgāzes no pavarda izvada dūmenī pa īsāko ceļu.



7.11. att. Siltumietilpīgā istabas krāsns:

1 — kurtuve; 2 — dūmejas; 3 — siena; 4 — ārdi;
5 — hidroizolācija.

Kurtuves grīdā ir ierīkoti ārdi (restes), caur kuriem ieplūst degšanai nepieciešamais gaiss un izbirst pelni.

Projektējot krāsns apkuri, jāizvēlas pārbaudīts krāsns ar augstu lietderības koeficientu.

7.11. attēlā parādīta siltumietilpīgā krāsns ar biežām sienām, kuras siltumatdeve, kurinot divas reizes diennaktī, ir 3070 W. Krāsns kurtuve mūrēta no ugunsizturīgiem ķieģeļiem, pārējie krāsns elementi ir no māla ķieģeļiem.

Krāsnij ir 3 durtiņas: kurtuvei, pelnu kamerai un dūmvada tirīšanai (pēdējās var būt aizmūrētas ar ķieģeļi). Tajā iebūvēti divi aizbīdņi: viens — velkmes regulēšanai, otrs — dūmvada noslēgšanai. 7.12. attēlā parādīta plaši izplatītā stacionārā podiņu krāsns ar kanālu gaisa sildīšanai.

Siltumietilpīgās krāsns ar plānām sienām parasti izgatavo rūpnīcās no betona blokiem vai no ķieģeļiem, kas ietverti metāla rāmī. Šādām krāsnīm ir mazāka masa un nav vajadzīgi atsevišķi pamati. Tās transportē gatavā veidā. Rūpnieciski ražotas krāsns plaši izplatītas Rietumeiropas valstīs. To apkurē ievieš automatiku, kas regulē degšanas procesu un ievērojami atvieglo ekspluatāciju.

Krāsns ar masu līdz 750 kg var uzstādīt tieši uz nedegoša pārseguma bez speciāliem pamatiem. Krāsnīm, kuru masa lielāka par 750 kg, jāierīko atsevišķi pamati. Par pamatu materiālu var izmantot laukakmeņus, betona blokus un ķieģeļus.

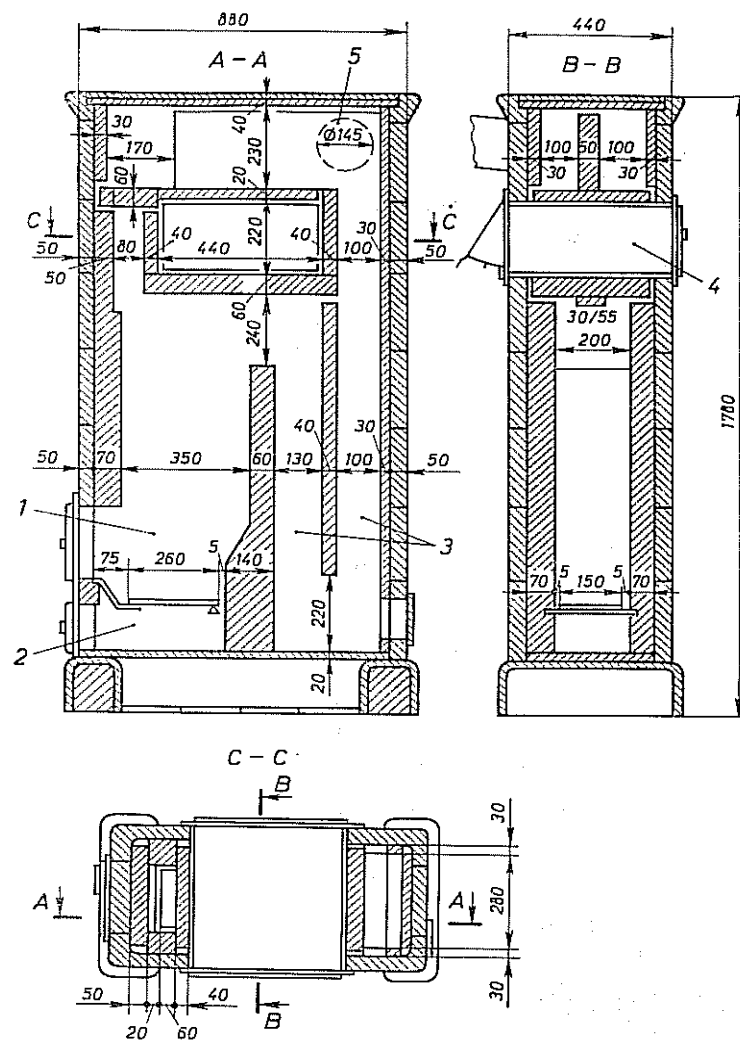
Katrai krāsnij vēlams paredzēt atsevišķu dūmvadu. Vienam dūmvadam var pievienot divas krāsns, ja tās atrodas vienā dzīvoklī.

Dūmvada šķersgriezuma laukumu A izvēlas atkarībā no krāsns siltumatdeves Q : ja $Q < 3500$ W, jābūt $A \geq 0,14 \times 0,14 \text{ m}^2$; ja $Q = 3500 \dots 5200$ W, jābūt $A \geq 0,14 \times 0,2 \text{ m}^2$; ja $Q = 5200 \dots 7000$ W, jābūt $A \geq 0,14 \times 0,27 \text{ m}^2$.

Ēkās ar bēniņiem dūmvada augstumam jābūt ne mazākam par 5 m. No ķieģeļiem mūrēta dūmvada sienu biezumam jābūt vismaz 120 mm.

Ierīkojot krāsns, jāievēro ugunsdrošības noteikumi, kuru galvenā prasība ir noteiktu gaisa spraugu nodrošināšana starp krāsns un ugunsnedrošām ēkas konstrukcijām. Ēkas ugunsdrošās daļas jāapriko ar nedegošu materiālu. Krāsnīm ar sienu biezumu līdz 7 cm gaisa spraugas nepieciešamas no visām pusēm. Krāsnīm ar sienu biezumu 12 cm gaisa spraugas no sāniem un no augšas atļauts aizmūrēt ar ķieģeļiem vai citu nedegošu materiālu, atstājot no augšas un apakšas atvērumus ar restītēm gaisa cirkulācijai.

Atstatumam no kurtuves durtiņām līdz pretējai sienai jābūt vismaz 1,25 m. Ja grīdā ir no degoša materiāla, tad kurtuves priekšā jāpiesit metāla loksne, kuras izmēri ir ne mazāki par 70×50 cm.



7.12. att. Plaši izplatītā stacionārā podiņu krāsns ar kanālu gaisa sildīšanai:

1 — kurtuve; 2 — pelnu kamera; 3 — dūmejas; 4 — kanāls gaisa sildīšanai; 5 — dūmvads.

7.5.2. Kamīni

Pēdējā laikā arvien biežāk pilsētu un lauku mājās būvē kamīnus.

Kamīna galvenais uzdevums ir telpas apsilde, bez tam kamīna radītā velkme vēdina telpu, bet kamīna dekoratīvais veidojums izdaiļo to. Labi un mākslinieciski projektēts un veidots kamīns pēc estētiskās nozīmes pielīdzināms mākslas darbam.

Kamīna lietderības koeficients ir $\approx 10\%$, tāpēc nav izdevīgi izmantot to kā vienīgo apkurināšanas ietaisi telpā.

Individuālo dzīvojamo ēku un dārza mājiņu arhitektūrā kamīns ir kļuvis gandrīz par neatņemamu interjera sastāvdaļu. Elektrokamīni, kuru elektrospuldzes imitē uguns liesmu un kvēlojošu ogļu zaigšanu, nekad nevar aizstāt īstus kamīnus.

Kamīnu var būt individuālajās dzīvojamās mājās, dārza mājās, vasarnīcās, daudzstāvu dzīvojamās ēkās, kurās bijusi krāsns apkure un saglabājušies dūmvadi. Diemžēl kamīnu nevar būt mūsdienu daudzstāvu dzīvojamās ēkās, jo tajās nav dūmvadu.

Kamīns ir vaļēja istabas krāsns, kurā malka sadeg tāpat kā ugunskurā. Siltumatdeve telpai notiek, galvenokārt izstarojot siltumu no degošā kurināmā un sakarsētām kurtuves virsmām.

Kamīnā neierīko dūmejas siltuma akumulēšanai kā tās iebūvē krāsnī, dūmus no kamīna izvada atmosfērā pa taisnu dūmvadu. Tāpēc kamīns silda tikai tik ilgi, kamēr deg kurināmais, toties telpu tas sasilda ļoti ātri.

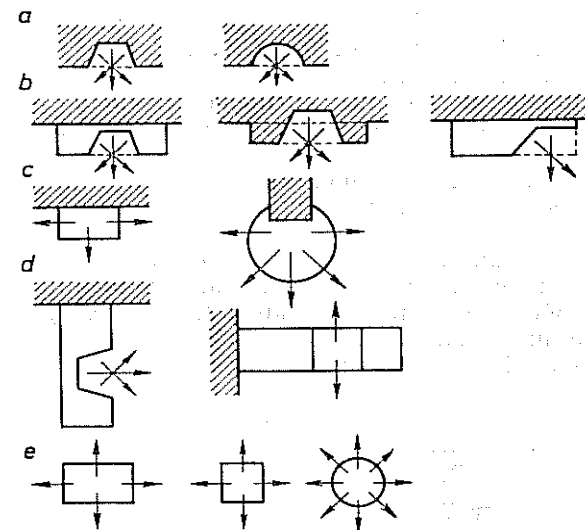
Kamīns jāprojektē tā, lai tas būtu vienkāršs ekspluatācijā un viegli apkopjams.

Ļoti svarīga ir kamīna vietas izvēle telpā. Kā savdabīgs atpūtas centrs kamīns vislabāk iederas viesistabā, ēdamistabā, retāk guļamistabā. Kamīns jāizvieto tā, lai tā portāla priekšā pēc iespējas mazāk staigātu un tur varētu mierīgi pasēdēt, pat ja kamīnu nekurina. Nelielā telpā tas ir grūts uzdevums.

Kamīnu telpā var novietot dažādi: pilnīgi vai daļēji iebūvēt sienās, novietot pie sienas vai telpas vidū (7.13. att.). Nelielā telpā ieteicams pirmais variants, lai kamīns aizņemtu mazāku telpas platību.

Kamīna portāla laukums jāsaskaņo ar telpas kubatūru. Attiecībai starp kamīna portāla laukumu, m^2 , un telpas kubatūru, m^3 , jābūt $0,01 \dots 0,003$.

Kamīna portālu veido kā paralēlskaldni, kura augstuma un platuma attiecība ir 2:3 lieliem kamīniem un 3:4 maziem kamīniem. Portāla atstatumam no grīdas jābūt 300...500 mm. Dažreiz portālu apriko ar nolaižamu aizkaru, kas samazina portāla laukumu kamīna iekurināšanas laikā.



7.13. att. Kamīna izvietošana telpā:

a — sienā iebūvēts kamīns ar vienu izstarošanas virsmu; b — pie sienas būvēts kamīns ar vienu vai divām izstarošanas virsmām; c — pie sienas būvēts kamīns ar trim izstarošanas virsmām; d — kamīns ar vienu vai divām izstarošanas virsmām, kurš sadala telpu divās daļās; e — atklāts, telpas vidū novietots kamīns.

Kurtuves dziļumam jābūt $1/2 \dots 2/3$ no kamīna portāla augstuma. Ja kurtuve ir pārāk sekla, telpā var iekļūt dūmi, un otrādi — ja tā ir pārāk dziļa, kamīns izstaro pārāk maz siltuma.

Kurtuves sānu sienas attiecībā pret aizmugures sienu veido slīpas, lai siltums tiktu atstarots telpā. $1/3 \dots 1/2$ no aizmugures sienas mūrē vertikāli, bet augšējo daļu — slīpi uz priekšu, lai siltums atstarotos uz telpas grīdas un uz kamīna priekšā sēdošo cilvēku kājām.

Kurtuves grīdai noteikti jābūt paceltai virs telpas grīdas līmeņa. Tas aizkavē vēsā gaisa ieplūdi kamīnā un novērš iespējamo dūmu izplūdi caur portālu telpā.

Kamīna aizmugures sienu mūrē par 15...20 cm augstāk nekā portālu. Šīs sienas augšējā daļa veido dūmu kameru un dūmu kāpsli (7.14. att.). Dūmu kāpslis kanāla sašaurinājuma dēļ aizkavē aukstā gaisa ieplūdi kurtuvē no dūmvada, kā arī uzlabo velkmi.

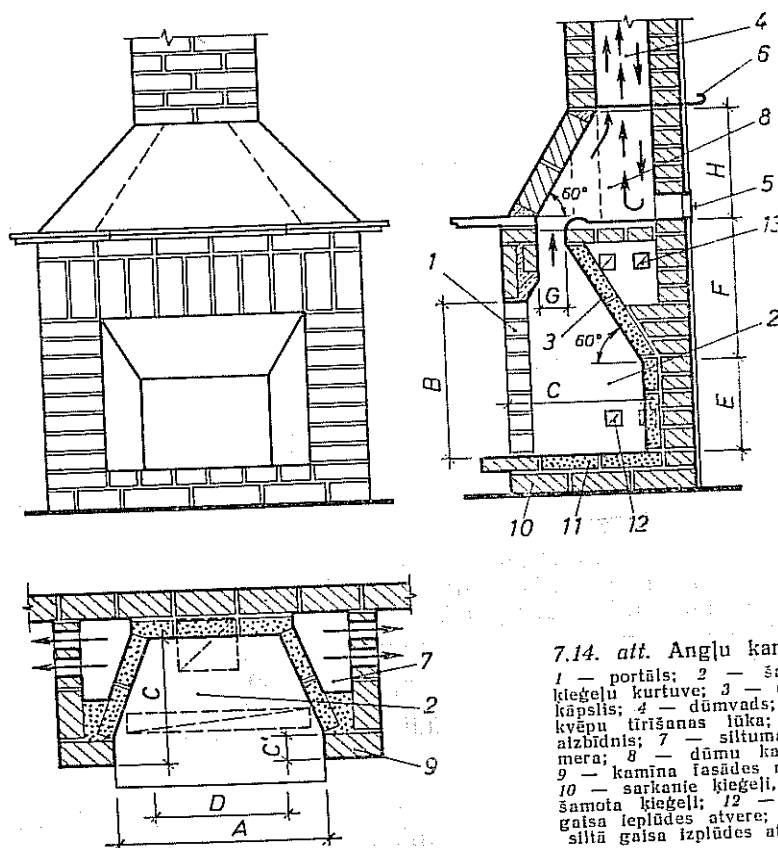
Aiz dūmu kāpsļa dūmvadā ierīko lūku kvēpu tīrīšanai.

Lai kamīnā nodrošinātu labu velkmi, kurtuves grīdā ierīko ārdus un zem tiem pelnu tvertni, kas nodrošina arī nepiecie-

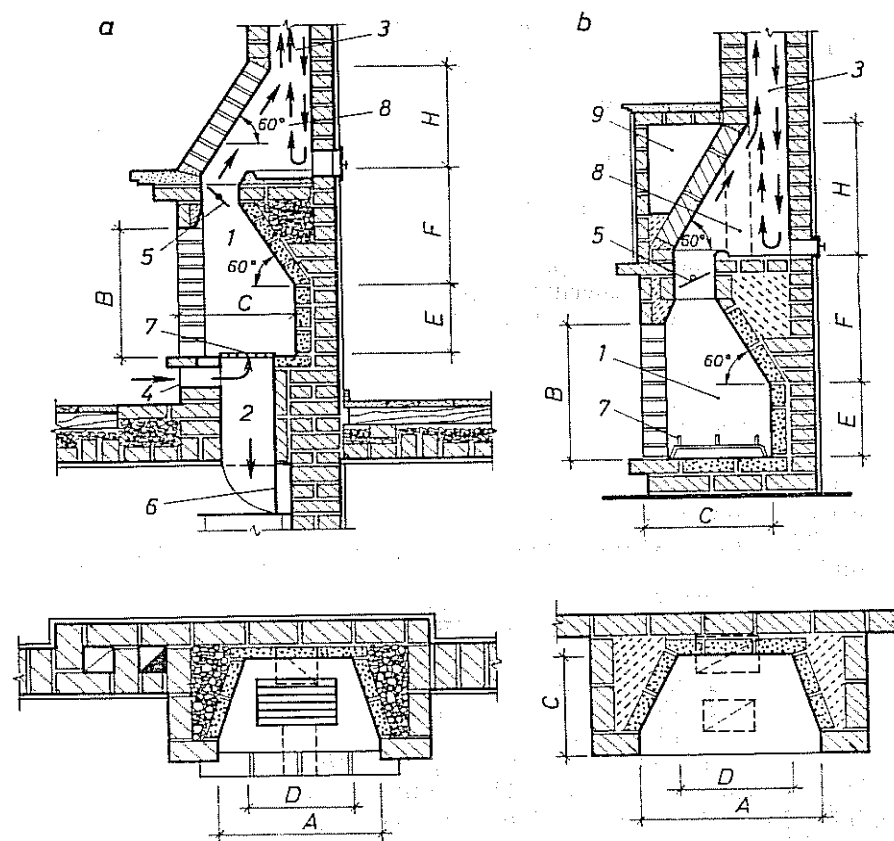
šamo gaisa pieplūdi. Lai atvieglotu pelnu aizvākšanu, pelnu tvertne ievieto skārda kastīti. Pelnu tvertne var atrasties ēkas pagrabā stāvā (7.15. att. a).

Lai samazinātu kamīna kurināšanas laikā pastiprināto gaisa apmaiņu, nelielās telpās var ierīkot gaisa vadu, kas ievada ārā gaisu tieši kurtuvē. Gaisa vadā iemontē vārstu, kuru aizver, kad kamīnu nekurina. Šādā kamīnā malka deg labāk, bet no telpas caur dūmvadu aizplūst mazāk sasilušā gaisa.

Projektējot kamīnu, vēlams paredzēt arī malkas novietni, kura var atrasties blakus kamīnam vai zem kamīna kurtuves. Ja izvēlas pēdējo variantu, tad kurtuve attiecīgi jāpaceļ augstāk, bet ugunsdrošības nolūkā kurtuves grīda jāmūrē no ugunsdrošiem ķieģeļiem un māla, kā arī jāpārsedz ar metālu.



7.14. att. Angļu kamīns:
1 — portāls; 2 — šamota ķieģeļu kurtuve; 3 — dūmu kāpulis; 4 — dūmvads; 5 — kvēpu tīrīšanas lūka; 6 — aizbīdņi; 7 — siltuma kamera; 8 — kamīna fasādes mūris; 9 — kamīna fasādes mūris; 10 — sarkanie ķieģeļi; 11 — šamota ķieģeļi; 12 — vēsā gaisa ieplūdes atvere; 13 — siltā gaisa izplūdes atvere.



7.15. att. Kamīns ar pelnu tvertni pagrabā (a) un augšējo siltuma kameru (b):

1 — kurtuve (šamota ķieģeļu); 2 — pelnu šahis; 3 — dūmvads; 4 — gaisa kanāls; 5 — kamīna aizvars; 6 — durvīgas pelnu tīrīšanai; 7 — ārdi; 8 — dūmu kamera; 9 — siltuma kamera.

Grīdas laukumu kamīna kurtuves priekšā vismaz 500 mm platumā mūrē no ķieģeļiem. Grīdu var arī noklāt ar cinkotu skārdu vai kādu citu ugunsdrošu materiālu, kas pasargā grīdu no izkritušām oglēm.

Divu metru augstumā no grīdas (lai varētu aizsniegt ar roku) dūmvadā ierīko aizbīdņi vai vārstu, kuru atver kamīna kurināšanas laikā. Lai siltā gaisa neaizplūstu caur dūmeni atmosfērā un lai apgrieztās cirkulācijas gadījumā sodrēji no dūmeņa neiekļūtu telpā, pēc kurināšanas aizbīdņi aizver.

Sevišķa uzmanība jāpievērš kamīna dekoratīvajam noformējumam, jo tas ir svarīgs telpas interjera elements. Kamīna fasādes apdarei var lietot Lodē ražotos sarkanos ķieģeļus vai Igaunijā ražotos okera krāsas dekoratīvos ķieģeļus. Ļoti krāšņi izskatās kamīni, kuru fasādes apdarei izmantoti glazēti krāsni podiņi, glazētas keramikas plāksnītes, mozaika, marmors. Var izmantot dabiskos laukakmeņus, dažādus metāla kalumus vai pulētu koksni. Kamīna ārējā apdare jāsakrāpo ar telpas arhitektūru un apdari.

Kamīna dekoratīvajā noformējumā jāiekļauj mākslinieciski izpildīti kamīna piederumi: ogļu knaibles, kurtuves kruķis, cepšanas iesmi, pelnu lāpstiņa.

Kamīna darbības efektivitāte lielā mērā ir atkarīga no velkmes dūmvadā. Velkme rodas gaisa un karsto dūmgāzu blīvumu starpības dēļ. Dūmgāzu temperatūra reti pārsniedz 150°C. Jo augstāka temperatūra, jo labāka velkme.

Katram kamīnam paredz atsevišķu vertikālu dūmvadu, kuram jāatrodas tieši virs kamīna kurtuves centra. Pieļaujams arī nedaudz slīps dūmvads.

Dūmvada šķērsriezuma laukumu A_d , m², aprēķina pēc formulas

$$A_d = \frac{A_p e}{\sqrt{h}},$$

kur h — dūmvada augstums, m;

e — koeficients, kura vērtības atrodamas 7.1. tabulā;

A_p — portāla laukums.

Dūmvada sienu biezumam jābūt 270 mm. Ja dūmvadu ierīko ārējā sienā, tas jāizolē ar minerālvati vai jāparedz gaisa sprauga, kas novērš mitruma kondensācijas iespēju.

Velkmes uzlabošanai dūmvada galu nedaudz koniski sašaurina. Tā kā kamīnu dūmvadam ir samērā liels šķērsriezuma laukums, tad, lai dūmvadā neieklātu atmosfēras nokrišņi, to aprīko ar cinkota skārda jumtiņu.

7.14. attēlā parādīts angļu kamīns ar taisnu dūmvadu, 7.2. tabulā doti šī kamīna izmēri atkarībā no portāla izmēriem. Lai palielinātu siltumatdevi, kamīnam ierīko siltuma kameru,

7.1. tabula

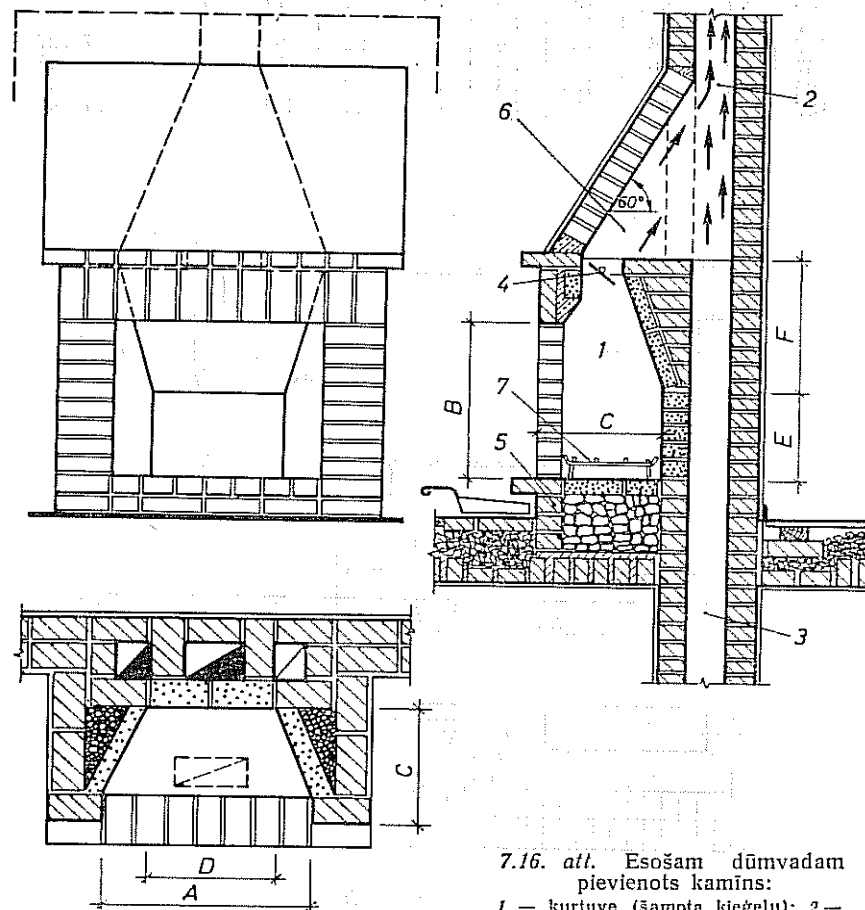
Koeficienta e vērtības

Dūmvada stāvoklis	e
Vertikāls dūmvads iekšējā sienā	0,2
Vertikāls dūmvads ārējā sienā	0,3
Slīps dūmvads iekšējā sienā	0,3
Slīps dūmvads ārējā sienā	0,4

kurā telpas gaiss, saskaroties ar kamīna karstajām sienām, papildus sasilst. Siltuma kameru var ierīkot arī portāla augšējā daļā (sk. 7.15. att. b).

7.16. attēlā redzams kamīns, kuru var ierīkot rekonstruējamās ēkās, pieslēdzot esošajiem dūmvadiem kapitālajās sienās.

7.17. attēlā parādīts kamīns ar dekoratīvu sienu. Šādu kamīnu izvieto telpas vidējā daļā. Dekoratīvajā sienā ierīkotas divas nišas, bet kamīna portāla priekšā ķieģeļa biezumā uzmūrēts laukums, kas aizsargā grīdu no izbīrušām oglēm. Kamīna fasāde noklāta ar kaltu metāla plāksni.



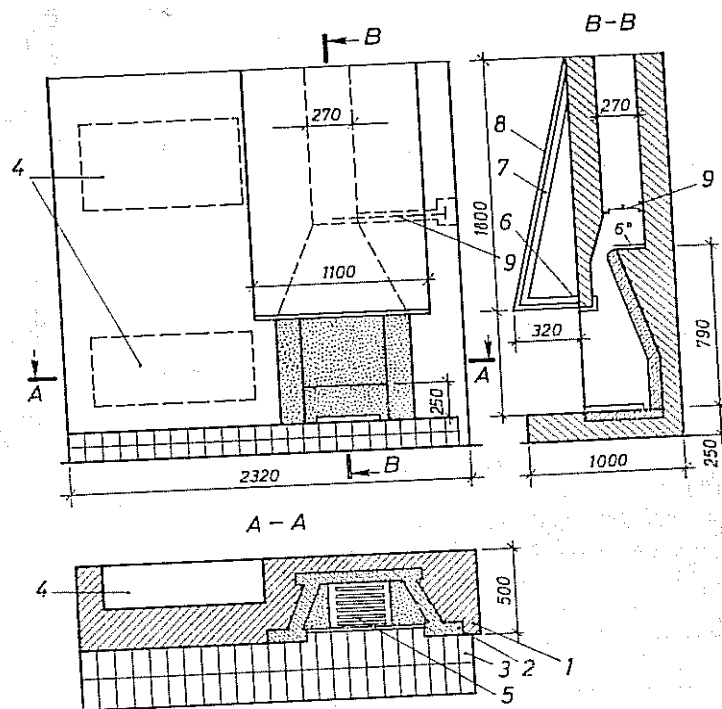
7.16. att. Esošam dūmvadam pievienots kamīns:

1 — kurtuve (šamota ķieģeļu); 2 — dūmvads; 3 — esošais dūmvads; 4 — aizvars; 5 — ūdenslūka; 6 — dūmu kamera; 7 — ārds.

7.2. tabula

Angļu kamīna izmēri, cm

Portāls		Kurtuve				Dūmu kamera		Dūmvads	
A	B	C	C'	E	F	G	H	neapmests, a×b	apmests, a×b
66	51	41	10	36	36	22	61	14×27	14×27
70	64	41	13	36	42	22	61	27×27	14×27
76	71	41	13	36	51	22	63	27×27	27×27
81	71	41	13	36	51	22	66	27×27	27×27
86	71	41	13	36	51	22	71	27×27	27×27
91	76	46	13	36	51	22	71	27×40	27×27
102	76	46	13	36	51	22	81	27×40	27×27
107	76	46	13	36	51	22	89	27×40	27×27
122	81	46	13	36	58	22	102	27×40	27×40
137	91	51	13	36	66	22	107	40×40	27×40



7.17. att. Kamīns ar dekoratīvu sienu:

1 — sarkans ķieģeļu mūris; 2 — šamota ķieģeļi; 3 — dekoratīvs mūris;
4 — dekoratīva niša; 5 — restes; 6 — lērauda lēņprofils; 7 — metāla rāmis; 8 — dekoratīvs kalts apvalks; 9 — aizbīdnis

Orientējoši kamīnu izmēri doti 7.3. tabulā.

Materiālu patēriņš dažu kamīnu būvei sniegts 7.4. tabulā.

Pastāv arī daudzas citas kamīnu konstrukcijas, piemēram, kombinēts kamīns-krāsns. Krāsni izmanto ēdienu gatavošanai un pastāvīgai telpas sildīšanai, bet kamīnu — kā dekoratīvu elementu. Kamīnu-krāsni mūrē uz viena pamata, ierīko vienu dūmeni ar diviem dūmvadiem.

Mēģinājumi novadīt kamīna dūmgāzes līdzīgi krāsnij veidotās dūmeļās parasti vienmēr ir neveiksmīgi, jo šādi kamīni dūmo. Praksē sastopamo risinājumu, kurā kamīna portālu aizsedz ar stiklu, diez vai var uzskatīt par veiksmīgu. Redzamās

7.3. tabula

Orientējoši kamīnu izmēri, cm

Izmēra nosaukums	Apzīmējums	Kamīna lielums		
		mazs	vidējs	liels
Kamīna portāls:				
platums	<i>A</i>	80	92	118
augstums	<i>B</i>	66	72	80...92
Kurtuve:				
dziļums	<i>C</i>	40	40...45	45...50
dibensienas platums	<i>D</i>	45	50...55	75...80
dibensienas augstums	<i>E</i>	36	36...40	40...45
Kāpšļa ekrāna augstums	<i>F</i>	25...32	25...32	25...32
Aizvars	<i>G</i>	21×26	21×38	26×38
Dūmvada izmēri, ja tā augstums nav mazāks par 7,5 m	<i>a</i> × <i>b</i>	21×21	21×26	26×26

7.4. tabula

Kamīnu būvei nepieciešamie materiālu daudzumi

Materiāla nosaukums	Vienība	Kamīns ar taisnu vai slīpu dūmvadu	Kamīns ar dekoratīvu sienu	Angļu (atklātais) kamīns
Sarkanie (necauro-motie) ķieģeļi	gab.	250...3000 (bez pamatiem)	200 (bez pamatiem)	400 (ar sienu)
Šamota ķieģeļi	gab.	120	60...65	100...120
Parastie māli	spaiņi	7...8	3...5	8...10
Šamota māli	spaiņi	1...2	1...2	1...2
Grants	spaiņi	12...14	6...10	16...20
Cements	spaiņi	1	1	2
Aizbīdnis	gab.	1	1	1
Durtiņas kvēpu tīrīšanas lūkai	gab.	1	1	1
Ārdi	gab.	1	1	1
Cinkotais skārds	m ²	0,5	0,5	0,5
Lēņprofila tērauds		Pēc apstākļiem	Pēc apstākļiem	Pēc apstākļiem

liesmas tikpat labi var aizstāt ar pēdējā laikā modē nākušiem elektrokamīniem.

Vai kamīns ir labi izdevies, var spriest pēc tā, ka optimālas uguns apstākļos istabā nav dūmu. Sakurinot pārāk lielu uguni vai pieliekot pilnu kurtuvi ar malku, dūmo gandrīz jebkurš kamīns.

Vēl var minēt apaļu, atklātu kamīnu telpas vidū, pie gries-tiem piekarināmu kamīnu bez atbalsta uz grīdas, kamīnu bez sānu sienām u. c.

Ievērojot kamīnu lielo pieprasījumu, firmas ražo kamīnus no saliekamiem būvelementiem, kas ievērojami atvieglo un pa-ātrina kamīna būvi.

Pēdējos gados kamīnus arvien vairāk būvē arī dārzos, tie pieder pie dekoratīvajiem mazās dārza arhitektūras elementiem.

Dārza kamīnus parasti novieto dārza apūtas zonā, nojumē, lapenē vai arī dārza mājiņā. Dārza kamīna konstrukcija var būt daudz vienkāršāka nekā istabas kamīnam, un tam var iz-mantot arī vienkāršākus materiālus. Dārza kamīnu var uzmūrēt tikai no akmeņiem, izmantojot māla-grants javu. Var lietot arī ķieģeļus.

Dārza kamīna pamatus vēlams iedziļināt grunts sasalšanas dziļumā. Pamatu betonēšanai lieto augstas kvalitātes port-landcementu, kuram pievieno rupju granti un oļus attiecībā 1:5 vai 1:6.

Dārza kamīna portālu parasti paceļ 60...80 cm virs zemes līmeņa, bet dūmvadu saīsina.

No ķieģeļiem mūrēts dārza kamīns jāapriko ar nojumi, pre-tējā gadījumā to izskalos lietus. Ja kamīnam izmantoti akmeņi un metāls, to var būvēt atklātā vietā.

Pirms kamīna būves jāizstrādā projekts, ņemot par pamatu kāda jau uzbūvēta un pārbaudīta kamīna projektu. Izmantojot šīs nodaļas norādījumus, kamīnu var projektēt un uzbūvēt pašu spēkiem. Projektējot kamīnu, vēlams izgatavot katras ķie-ģeļu kārtas plānu.

Kamīna būvi sāk ar pamatu mūrēšanu. Pamatiem izmanto laukakmeņus vai sarkanos ķieģeļus. Vienstāva ēkās kamīna pa-matu dziļumam jābūt 0,5 m, divstāvu ēkās (ņemot vērā, ka dūmvads smagāks) — 0,7...1,0 m.

Ja kamīnu uzstāda otrajā stāvā, tam paredz atsevišķus pa-matus vai to mūrē uz sijām, kuru galus iestiprina kapitālajās sienās vismaz 1,5 ķieģeļu dziļumā.

Ja pamatiem izmanto laukakmeņus, pamatu mūrēšanu no-slēdz ar 14 cm biezu 2 ķieģeļu kārtu. Hidroizolāciju veido no 2 kārtām ruberoīda, kuru uzklāj uz ķieģeļiem. Hidroizolācija jāparedz arī gadījumā, ja pamatiem izmantoti tikai sarkanie ķieģeļi.

Kamīnu mūrē no sarkanajiem ķieģeļiem, kuru marka nav zemāka par 100. Kamīnu būvei nevar izmantot nepietiekami

apdedzinātus vai pārdedzinātus ķieģeļus, jo pirmie ātri sadrūp, bet pie otriem nepielīp java. Kamīnus nedrīkst būvēt no sili-kātķieģeļiem, jo tie neiztur augstu temperatūru. Ķieģeļus pirms iemūrēšanas mērcē ūdenī. Mūrēšanai izmanto mālu un grants javu. Šuvju biežums — 5 mm.

Kurtuves sienas un grīdu mūrē no ugunsizturīgiem ķieģe-ļiem. Pirms mūrēšanas tiem noskalo putekļus, bet nemērcē, jo šamota ķieģeļi neuzsūc ūdeni un, atrodoties mitrumā ilgāku laiku, var saplaisāt.

Java izgatavošanai izmanto granti (graudiņu maksimā-lais izmērs 1 mm). Java sastāvs: 1 daļa mālu un 1 daļa grants; ja māli trekni, tad 1 daļa mālu un 2 daļas grants. Lai māli un grants labi izmirktu, java jāpagatavo diennakti pirms kamīna mūrēšanas.

Šamota ķieģeļus mūrē ar javu, kas izgatavota no šamota māliem un kam grants vietā pievienoti sīki sasmalcināti ša-mota ķieģeļi (attiecība 1:1). Šuvju biežums šamota ķieģeļiem ir 3 mm.

Par kurināmo kamīnos izmanto sausu bērza, apses vai alkšņa malku. Priekšroka dodama apses malkai, kura deg ar viennērīgu baltu liesmu bez sodrējiem. Atzīmēsim, ka, kurinot apses malku, izdeg sodrēji, kas sakrājušies dūmenī, kurinot bērza vai citas koksnes malku.

8. KURINĀMAIS UN SILTUMA AVOTI

8.1. KURINĀMAIS UN KURTUVES

Par *kurināmo* sauc siltuma iegūšanai derīgus, galvenokārt organiskas izcelsmes cietus, šķidrus un gāzveida ogleņražus un oglekļa savienojumus. Izšķir dabisko — zemes dzīlēs iegūtu kurināmo un mākslīgo kurināmo, ko iegūst, ķīmiski vai mehāniski pārstrādājot dabisko kurināmo (8.1. tab.).

Kurināmais sastāv no oglekļa C, ūdeņraža H, skābekļa O, slāpekļa N, sēra S, nedegošām vielām jeb pelniem A un mitruma W. Kurināmā sastāvu uzrāda procentos no tā masas:

$$C + H + O + N + S + A + W = 100\% \quad (8.1)$$

Ogleklis ir galvenais degošais elements. Pilnīgi sadegot 1 kg oglekļa, izdalās 33890 kJ siltuma. Tas parasti veido sarežģītus organiskos savienojumus ar skābekli, ūdeņradi, slāpekli un sēru.

Ūdeņradis ir ļoti aktīvs degošais elements. Cietajā kurināmā tā saturs ir līdz 10%, gāzveida kurināmā — līdz 25%. Sadegot 1 kg ūdeņraža, izdalās 276 tūkst. kJ siltuma un 9 kg ūdens.

8.1. tabula

Kurināmā vispārīga klasifikācija

Kurināmā veids	Dabiskais	Mākslīgais
Cietais	Malka, koksnes pārpalikumi, kūdra, brūnogle, akmeņogles, antracīts, degslānekļi	Kokogles, kokss, puskokss, termoantracīts, briketes u. c.
Šķidrās	Nafta	Mazuts, spirts, benzīns, benzols, ligroīns, petroleja, solāreļļa, degslānekļa eļļa, gāzeļļa u. c.
Gāzveida	Dabagāze, naftas blakusgāze	Domnas gāze, ģeneratorgāze, koksa gāze, apakšzemes cietā kurināmā pārgāzēšanas produkti u. c.

Daļa sēra deg, veidojot sēra gāzi SO_2 , kas ir kaitīga cilvēkiem, dzīvniekiem un augiem, bet savienojumā ar ūdens tvaiku veido sērskābi un izraisa katlu un dūmeņu metālisko virsmu koroziju. Sadegot 1 kg sēra, izdalās apmēram 9200 kJ siltuma. Pārējā sēra daļa nesadeg un veido pelnus.

Skābeklis, kura sastāvs sausā malkā ir līdz 42%, piedalās degšanā.

Slāpeklis degšanas procesā nepiedalās, un to kopā ar pelniem un mitrumu sauc par kurināmā *balastu*.

Pelni ir nevēlama kurināmā sastāvdaļa, jo rada papildu izdevumus tā transportēšanai, kā arī kurtuves un katla sildvirsmu tīrīšanai. Tie samazina siltumpāreju, palēnina degšanu un tādējādi pazemina katlu iekārtas lietderības koeficientu.

Mitrums ir kaitīga sastāvdaļa, jo tā sasildīšanai un iztvaicēšanai jāpatērē daudz siltuma — apmēram 272 tūkst. kJ uz 1 kg.

Karsējot cieto kurināmo bez skābekļa piekļūšanas, no tā izdalās gaistošas vielas — skābeklis, slāpeklis, sēra tvaiki, tvana gāze, oglekšābā gāze, ūdeņradis un citas gāzes. Gaistošo vielu daudzumu V_g izsaka procentos no kurināmā degošās masas. Cieto pārpalikumu sauc par koksu.

Svarīgākais kurināmā raksturojums ir tā *sadegšanas siltums* jeb *siltumspēja*. Izšķir augstāko sadegšanas siltumu un zemāko sadegšanas siltumu.

Augstākais sadegšanas siltums Q_a rāda, cik kJ siltuma izdalās, pilnīgi sadegot 1 kg cietā vai šķidrā kurināmā vai 1 m³ gāzveida kurināmā. Zemāko sadegšanas siltumu Q_z aprēķina, ņemot vērā to, ka daļa degšanas procesā izdalītā siltuma tiek patērēta mitruma iztvaicēšanai. Palielinoties mitruma saturam, kurināmā zemākais sadegšanas siltums samazinās un noteikta mitruma satura gadījumā tas kļūst vienāds ar nulli.

Lai varētu salīdzināt dažādus kurināmā veidus un atvieglotu kurināmā ieguves un patēriņa plānošanu, lieto jēdzienu «nosacītais kurināmais». Tas ir cietais vai šķidrās kurināmais ar zemāko sadegšanas siltumu $2,94 \cdot 10^4$ kJ/kg (7000 kcal/kg) un gāzveida kurināmais ar zemāko sadegšanas siltumu $2,94 \cdot 10$ kJ/m³.

Jebkuram kurināmajam ir savs *siltuma ekvivalents*, ko nosaka pēc formulas

$$X = \frac{Q_z}{2,94 \cdot 10^4} \quad (8.2)$$

Aprēķinot kurināmā patēriņu plānošanas vajadzībām, to parasti izsaka nosacītā kurināmā tonnās:

$$B_{nos} = XB, \quad (8.3)$$

kur B — faktiskais kurināmā patēriņš, t.

Sadedzot $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ ietaisā $1,74 \text{ kg H}_2\text{O}$

8.1.1. Atsevišķu kurināmā veidu īss raksturojums

Latvijā par kurināmo izmanto malku, koksnes pārpalikumus, kūdru, briketes, akmeņogles, antracītu, brūnogles, degslānekli, mazutu, sadzīves krāsns kurināmo (sadzīvē tā saucamais destilāts, kuru iegūst, kondensējot dažādas naftas frakcijas), dabasgāzi un sašķidrināto gāzi. So kurināmo raksturojums dots 8.2. tabulā.

Malkas un koksnes pārpalikumu — zāgskaidu un ēvelskaidu — lietošanai nepieciešami speciāli apkures katli, jo ir iespējami sprādzieni kurtuvē. Koksnes degošā masa satur līdz 85% gaistošo vielu, tādēļ tā viegli uzliesmo un to ērti lietot, lai iekurinātu katlus un krāsnis, kas strādā ar citiem grūtāk aizdedzināmiem kurināmiem.

Kūdra ir galvenais vietējā kurināmā veids. Tā satur līdz 50% mitruma, tādēļ tās transportēšana lielos attālumos nav ekonomiski izdevīga.

Gabalkūdras iegūst ar ekskavatoriem. To ražo ķieģeļu veidā un var lietot visur malkas vai akmeņogļu vietā.

Frēzkūdras iegūst, sasmalcinot kūdras masīva virsējo slāni ar speciālu frēzi. Šī operācija ir pilnīgi mehanizēta, tādēļ tā ir ļoti lēta. Kūdras degošā masa satur apmēram 70% gaistošo vielu, tādēļ, glabājot frēzkūdras krautnēs, var notikt tās pašai- degšanās. Frēzkūdra uzreiz jāsadēdina vai jāpārstrādā briketēs.

8.2. tabula

Dažu kurināmā raksturojums (vidējie dati)

Kurināmais	$Q_d \cdot 10^3$, kJ/kg	x	ρ_t	V^0	V_d
Malka ($W=33\%$)	12,1	0,42	450	3,43	4,23
Zāgskaidas	8,3	0,29	250	2,52	3,43
Gabalkūdra	12,3	0,42	400	3,47	4,27
Frēzkūdra	11,1	0,38	400	3,18	4,02
Kūdras briketes	16,7	0,57	250	4,54	5,21
Brūnogles	7,7	0,26	760	2,35	3,28
Akmeņogles	12,1	0,42	750	3,43	4,23
Antracīts	27,3	0,93	1000	7,1	7,48
Degslānekļis	15,1	0,51	—	—	—
Mazuts	3,9	1,32	—	—	—
Sadzīves krāsns kurināmais	41,9	1,43	—	11,2	12,8
Dabasgāze	34,9	1,08	—	—	—

Piezīme: V^0 — kurināmā sadegšanai teorētiski nepieciešamais gaisa daudzums, m^3/kg vai m^3/m^3 ;

V_d — teorētiskais sadegšanas produktu (dūmgāzu) daudzums, m^3/kg vai m^3/m^3 . V_d rodas, kurināmajam sadegot teorētiski nepieciešamā gaisa daudzumā ($\alpha=1$ — sk. formulu (8.4)).

$Q_d = 0,61 \text{ kg/m}^3$

Kūdras briketes iegūst, sapresējot frēzkūdras. Tās ir viens no labākajiem cietajiem kurināmiem. To mitruma saturs nepārsniedz 15%. Kūdras briketes ražo Baložu, Olaines un Stružānu kūdras fabrikās.

Brūnogles satur 15...45% pelnu, 20...55% mitruma, un tām piemīt pašai- degšanās tieksme.

Akmeņogles un **antracīts** satur daudz vairāk oglekļa un tikai 4,5...12% mitruma.

Atkarībā no gaistošo vielu satura brūnogles, akmeņogles un antracītu iedala markās, bet atkarībā no gabalu lieluma — klasēs. Patērētājiem piegādā noteiktas markas un klases akmeņogles un antracītu. Dažkārt akmeņogles pirms sadedzināšanas sasmalcina speciālās dzirnavās un padod kurtuvē putekļu veidā, tādējādi nodrošinot pilnīgāku sadegšanu un augstāku temperatūru.

Degslānekļis jeb degakmens ir zemas kvalitātes kurināmais. Tas satur vairāk nekā 50% pelnu un daudz gaistošo vielu, tāpēc to ir lietderīgi ķīmiski pārstrādāt deggāzes, degslānekļa eļļas un citu vērtīgu produktu iegūšanai. Vistuvākās degslānekļa atradnes ir Igaunijā.

Mazuts ir vērtīgs enerģētiskais kurināmais. Tas praktiski nesatur ne pelnus, ne mitrumu, viegli aizdegas un attīsta ļoti augstu temperatūru. Pirms ievadīšanas kurtuvē mazuts jāsasilda.

Sadzīves krāsns kurināmais ir visaugstvērtīgākais kurināmais nelielām, galvenokārt atsevišķu dzīvokļu un individuālo māju apkures sistēmām. Atšķirībā no mazuta tas pirms ievadīšanas kurtuvē nav jāasilda.

Dabasgāze pašai- ir vislabākais kurināmais. Tā sadeg bez pelniem un dūmiem, tāpēc nepiesārņo atmosfēru. Gāzes degšanas procesu var ērti regulēt, un ir iespējama tā pilnīga automatizēšana.

Sašķidrinātās gāzes sadegšanas siltums ir zemāks, un tā ir 1,5...2 reizes dārgāka nekā dabasgāze.

8.2. KURINĀMĀ SADEDZINĀŠANA

Kurināmā degšana sākas ar uzliesmošanu. Tā var notikt tikai temperatūrā, kas nav zemāka par dotā kurināmā uzliesmošanas temperatūru. Aptuvena uzliesmošanas temperatūra koksnei un kūdrai ir 250...300°C, akmeņoglēm — 450...500°C, antracītam — 600...700°C, dabasgāzei — 650...750°C.

Normāla degšana var notikt noteiktā gaisa daudzumā. Teorētiski nepieciešamais gaisa daudzums ir atkarīgs no kurināmā ķīmiskā sastāva (tas uzrādīts 8.2. tabulā). Faktiski kurtuvē

$1 \text{ m}^3 = 0,2778 \text{ m}^3, \text{KOKS} = 500 \div 1000 = 0,5$

1 m^3 dabas gāzes sadeg = 10 m^3 gaisa
1 tona zāgskaidu briketes = $6,7 \text{ t}$ steni
1 tona antracīta briketes = $4,1 \text{ t}$ steni

Dabas gāze uzturēšana
 8.000 kg/m^3 blīvums $0,73 \text{ kg/m}^3$
 $1 \text{ m}^3 = 1,317 \text{ m}^3$

jāpadod vairāk gaisa, jo ne viss gaisa skābeklis piedalās degšanā. Praktiski kurtuvē ievadītā gaisa daudzuma V attiecību pret teorētiski nepieciešamo gaisa daudzumu V^0 sauc par gaisa patēriņa (pārpilnības) koeficientu:

$$\alpha = \frac{V}{V^0} \quad (8.4)$$

Gāzveida kurināmam $\alpha = 1,05 \dots 1,2$, šķidrajam kurināmam $\alpha = 1,15 \dots 1,3$, putekļveida oglēm un frēzkūdrai $\alpha = 1,2 \dots 1,4$, bet cietajam kurināmam $\alpha = 1,5 \dots 1,6$.

8.3. KURTUVES

Par *kurtuvi* sauc to katla agregāta daļu, kurā notiek kurināmā sadegšana. Kurtuves konstrukcijai jānodrošina ērta kurināmā un gaisa pievadīšana, izdedžu un pelnu aizvākšana, kā arī iespējami pilnīgāka kurināmā sadedzināšana.

Atkarībā no apkalpošanas veida kurtuves iedala šādi: nemehanizētās jeb ar rokām apkalpojamās kurtuves; pusmehanizētās kurtuves, kurās kurināmo ievada mehānizēti;

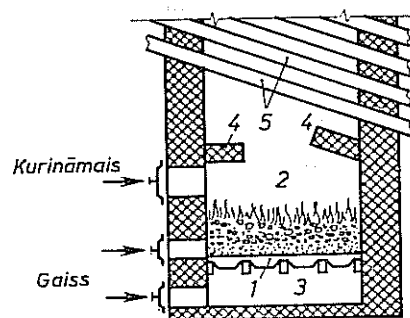
mehanizētās kurtuves, no kurām arī pelnu un izdedžu aizvākšana ir pilnīgi mehānizēta.

Pēc kurināmā sadedzināšanas veida izšķir

ārdu kurtuves, kas var būt nekustīgās ar periodisku cietā kurināmā padevi vai kustīgās ar nepārtrauktu kurināmā slāņa pārvietošanos;

kamerkurtuves, kurās var sadedzināt gāzveida, šķidro un putekļveida cieto kurināmo.

Nelieliem apkures katliem ierīko nemehanizētās, nekustīgās ārdu kurtuves. Tās var būt šādas:



8.1. att. Nemehanizētās, nekustīgās ārdu kurtuves shēma.

iekšējās — novietotas tieši katla agregātā;

ārējās — novietotas zem katla;

iznestās — izbūvētas ārpus katla agregāta.

Kurtuve (8.1. att.) sastāv no ārdiem 1, kas notur kurināmā slāni, kurtuves telpas 2 un pelnu telpas 3. Mitrā kurināmā sadedzināšanai ierīko atstarojošas velvas 4, kas paaugstina temperatūru kurtuves telpā un veicina degšanas procesu. Virs kurtuves telpas (ārējās kurtuvēs)

vai arī visapkārt tai (iekšējās kurtuvēs) izvieta katla sildvirsmu, piemēram, katla sildcaurules 5.

Nemehanizēto ārdu kurtuvju apkalpošana ir saistīta ar smagu fizisku darbu. Tā atvieglošanai ierīko grozāmas ārdu restītes, mehanizē kurināmā padevi, pelnu un izdedžu izvākšanu.

8.4. MAZAS UN VIDĒJAS JAUDAS KATLU IEKĀRTAS

8.4.1. Vispārīgas ziņas par katlu iekārtām

Par *katlu iekārtu* sauc ierīču kompleksu, kas paredzēts siltuma enerģijas iegūšanai karsta ūdens vai tvaika veidā. Šis komplekss sastāv no katla agregāta jeb vienkārši katla ar daudzām palīgiekārtām, kas nepieciešamas kurināmā, gaisa un ūdens sagatavošanai un pievadīšanai katlam, izdedžu un pelnu aizvākšanai, dūmgāzu attīrīšanai, kā arī visu šo procesu kontrolei un automātiskai vadīšanai.

Katlu iekārtas novieto atsevišķās katlu mājās vai apkalpojamās ēkās izvietotās katlu telpās. Atkarībā no tā, kur izmanto iegūto karsto ūdeni vai tvaiku, izšķir

enerģētiskās katlu mājas, kas ražo tvaiku turbīnu piedziņai; rūpniecības katlu mājas, kas apgādā dažādus tehnoloģiskos procesus;

apkures katlu mājas, kas apkalpo apkures, ventilācijas, gaisa kondicionēšanas un karstā ūdens apgādes sistēmas.

Katrā objektā vēlams uzstādīt vismaz divus katlus, kuru summārā jauda nodrošina nepieciešamo siltuma patēriņu. Zemspiediena tvaika katli un karstā ūdens ar temperatūru līdz 115°C iegūšanas katli var atrasties ēkas pagrabā iebūvētā katlu telpā. Augstspiediena tvaika katli un pārkarsēta ūdens katli saskaņā ar katlu uzraudzības noteikumiem jāizvieto atsevišķās katlu mājās.

Ēkās izvietoto katlu jauda ir ierobežota atkarībā no kurināmā veida: lielāka tā drīkst būt gāzveida kurināmajam, bet mazāka — cietam kurināmajam, ņemot vērā tā sēra saturu un pelnainību.

Pēdējā laikā būvē galvenokārt atsevišķās katlu mājas, kas paredzētas ēku grupas vai mikrorajona apgādei ar karsto ūdeni. Iebūvētu katlu telpu projektē tikai nepieciešamības gadījumā.

8.4.2. Ēku siltumapgādei lietojamie katli

Atsevišķas ēkas vai ēku grupas apkurei parasti uzstāda čuguna apkures katlus, kuros var sadedzināt kā cieto, tā arī šķidro un gāzveida kurināmo. Lai katlu piemērotu attiecīgajam cietajam kurināmajam, izveido iekšējo, ārējo vai iznesto kurtuvi,

bet šķidrajam un gāzveida kurināmajam ierīko sprauslas vai degļus.

Galvenais čuguna katlu raksturlielums ir sildvirsmas laukums — visu to metāla virsmu summa, kuras no vienas puses saskaras ar katlā sildāmo ūdeni, bet no otras puses — ar karstajiem kurināmā sadegšanas produktiem.

Čuguna katlu lietderības koeficients, sadedzinot cieto kurināmo, ir 60...70%, bet, sadedzinot gāzveida kurināmo, — 80...85%.

Nelielas jaudas čuguna apkures katli ir ar sildvirsmas laukumu 0,87...4,7 m². Šie katli sastāv no atsevišķām sekcijām, kuru skaitu var izvēlēties atkarībā no nepieciešamās katla jaudas. Dūmgāzes izplūst no katla aizmugures pa čuguna cauruli, kurā ierīkots regulējams vārsts. Atpakaļgaitas ūdeni no apkures sistēmas ievada katla lejasdaļā, bet karstais ūdens izplūst no katla augšdaļas. Šie katli ir apgādāti ar iekšējo kurtuvi, un tos var uzstādīt tieši uz grīdas.

Lielākas jaudas čuguna katliem sildvirsmas laukums ir līdz 75 m². Tie var būt ar ārējo vai iznesto kurtuvi.

Lieljaudas apkures katlu mājās uzstāda tērauda katlus, kuru sildvirsmas laukums ir 75...250 m².

8.4.3. Dzīvokļu apkures sistēmu siltuma ģeneratori

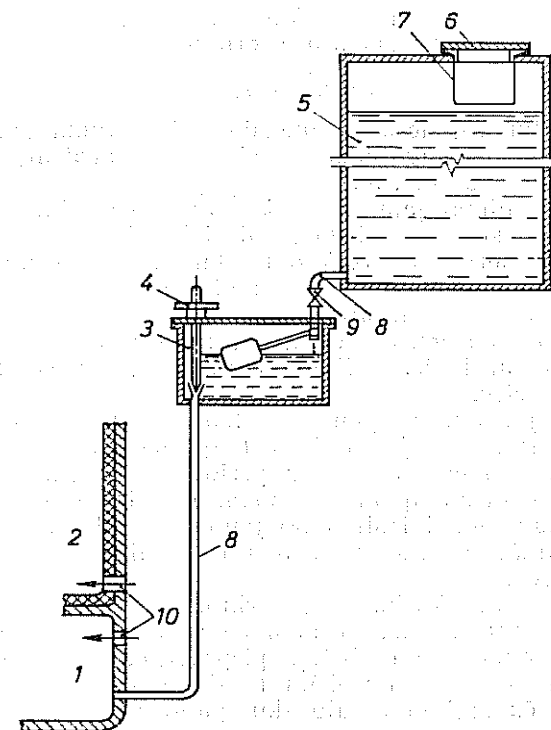
Nelielu apkures sistēmu vajadzībām (to skaitā dzīvokļu un individuālo ēku apkurei) lieto čuguna sekciju mazlitrāžas ūdens sildīšanas katlus ar sildvirsmas laukumu 0,9...4,23 m².

Katlus montē no čuguna sekcijām un savieno ar nipelēm. Katli paredzēti kurināšanai ar cieto kurināmo, maksimālais ūdens spiediens ir 0,2 MPa. Pārbūvējot katlus, tajos var dežzināt arī gāzi vai šķidro kurināmo.

Katls ar 4 sekcijām un sildvirsmas laukumu 1,67 m² var apsildīt ēku, kuras kubatūra ir 445 m³; tāds pats katls ar 6 sekcijām un sildvirsmas laukumu 2,5 m² var apsildīt ēku ar kubatūru 690 m³.

Dzīvokļu un individuālo ēku apkurei lieto arī dažādus cita veida siltuma ģeneratorus.

Pēdējā laikā dzīvokļu apkures katlos lieto šķidro sadzīves krāsns kurināmo (sastāvs — 86% ogleņdeņraža un 13% ūdeņraža, siltumspēja — 41 868 kJ/kg). Teorētiski nepieciešamais gaisa daudzums šī kurināmā sadedzināšanai ir 11,2 m³/kg, teorētiskais dūmgāzu daudzums — 12,8 m³/kg. Šo kurināmo var ērti sadedzināt iztvaices degļos (8.2. att.). Mehāniskās rotācijas vai pneimatiskās sprauslas nav ieteicamas, jo tās ir sarežģītas un rada lielu troksni.



8.2. att. Iztvaices degļa un sadzīves krāsns kurināmā padeves shēma:

1 — kurināmā iztvaicošanas zona; 2 — iztvaicētās degvielas sadegšanas zona; 3 — pludinātveidīgo degvielas padeves regulēšanai; 4 — letais degvielas padeves regulēšanai; 5 — degvielas tvertne; 6 — lūka; 7 — sieta filtrs; 8 — degvielas padeves caurvad; 9 — krāns; 10 — atvērums gaisa ieplūdei.

Gazificētās mājās, kurās apkures sistēmu kurināšanai lieto gāzi, par siltuma ģeneratoriem izmanto sērijveidā ražotos automatizētos gāzes ūdenssildītājus. Šādiem sildītājiem ir neliela hidrauliskā pretestība, tāpēc tos var lietot apkures sistēmās ar dabisko ūdens cirkulāciju. Ūdens šādos sildītājos no 20°C līdz 90°C sasilst 75 minūtēs. Sildītājiem ir termoregulators, ar kuru var iestādīt vajadzīgo ūdens temperatūru (no 40°C līdz 90°C). Gāzes ūdenssildītājus drīkst uzstādīt telpās, kuru kubatūra ir vismaz 6 m³. Ar sildītāju, kura ražīgums ir 7,0 kW, var apsildīt 60 m², bet ar sildītāju, kura ražīgums ir 14 kW, — 100 m² lielu dzīvojamo platību.

Dūmeņa šķēsgriezuma laukumu A , cm^2 , dzīvokļu apkures siltuma ģeneratoriem nosaka pēc formulas

$$A = 0,035Q/\sqrt{h}, \quad (8.5)$$

kur Q — siltuma ģeneratora maksimālais siltuma ražīgums, W ;
 h — dūmeņa augstums (attālums no ārdiem līdz dūmvada galam), m .

Dūmeņa minimālajam šķēsgriezumam jābūt $12,5 \times 12,5 \text{ cm}^2$. Dūmvadā jāierīko noslēgaisvārs vai aizbīdnis.

Siltuma ģenerators jāizvieto tā, lai atstatums no kurtuves durtnēm līdz pretējai sienai būtu vismaz 1 m , bet atstatums no ģeneratora sānu un aizmugures virsmām līdz sienām — ne mazāks par 30 cm . Ja telpā, kur uzstādīts siltuma ģenerators, izdalās pārāk liels siltuma daudzums, ģenerators jāizolē ar siltumizolāciju.

Ekspluatējot ūdens apkures sistēmu, cauruļvados, sildķermeņos un katlā sakrājas duļķes (sāļi, metāla korozijas produkti). Tāpēc ieteicams sistēmu periodiski (negaidot avāriju) skalot; kad beidzas apkures sezona, no sistēmas izlaiž visu ūdeni, pēc tam ūdeni iepilda no jauna, sasilda līdz 95°C , atdzesē un atstāj uz visu vasaru (ar ūdeni pildīti cauruļvadi mazāk korodē).

Lai samazinātu kurināmā patēriņu, ārzemēs tiek izstrādāti jauni efektīvi mazlitrāžas siltuma ģeneratori. Zinātniskos pētījumus šajā jomā veicina lielais pieprasījums pēc siltuma ģeneratoriem individuālajām ēkām (ASV no visām jauncelamām dzīvojamām ēkām individuālo ēku īpatsvars ir 67% , VFR — 80%).

Tā, piemēram, radīts principiāli jauns pulsējošas degšanas apkures siltuma ģenerators, kura lietderības koeficients sasniedz 95% . Katls sastāv no apvalka, kurā izvietots ūdens sildīšanas cilindrs un sadegšanas kamera. Gaisa-degvielas maisījumu periodiski iesūc sadegšanas kamerā, kur tas sadeg, atdodot siltumu ūdenim.

Pēc darbības principa pulsējošas degšanas siltuma ģenerators ir analogs iekšdedzes dzinējam. Katls ir drošs ekspluatācijā, tam nav vajadzīgs dūmenis, jo labi atdzesētos degšanas produktus izvada atmosfērā pa nelielu plastmasas cauruli. Katla ražīgums ir 60 kW , tā platums un garums — 580 mm , augstums — 1100 mm .

8.4.4. Katlu iekārtu drošības ierīces un kontroles mēraparāti

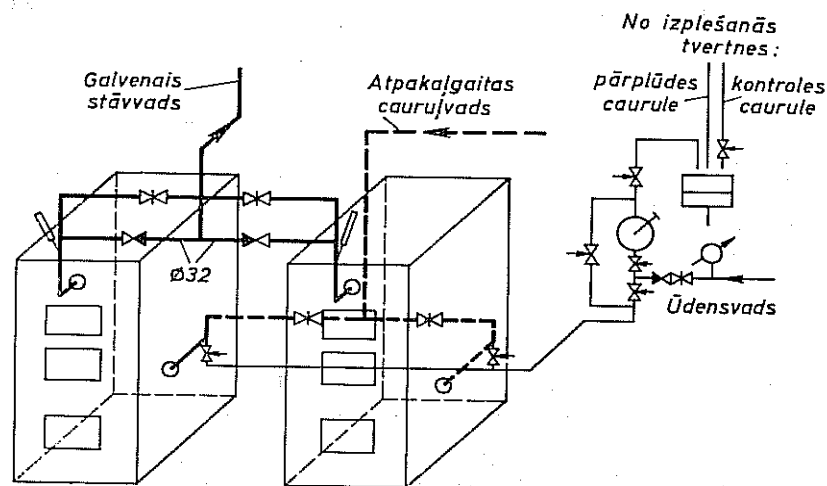
Lai kontrolētu un regulētu katlu darbību, tos apgādā ar termometriem, manometriem, drošības ierīcēm, kā arī ar armatūru, kas ļauj noslēgt ūdens, tvaika, gāzes vai šķidrā ku-

rināmā plūsmu, veikt katla barošanu ar ūdeni un duļķu izvadīšanu.

Termometru uzstāda katram katlam uz karstā ūdens cauruļvada starp katlu un noslēdzošo armatūru, kā arī uz maģistrālā karstā ūdens cauruļvada.

Dabiskās ūdens cirkulācijas sistēmās manometru uzstāda uz maģistrālā atpakaļgaitas cauruļvada. Piespiedu cirkulācijas sistēmās uzstāda divus manometrus: vienu — pirms, otru — aiz cirkulācijas sūkņa. Ūdens apkures katliem, kas apkalpo apkures sistēmas ar dabisko cirkulāciju, ierīko apvadlīniju ar vienvirziena vārstiem, kuri laiž cauri ūdens plūsmu tikai virzienā no katla uz apkures sistēmu (8.3. att.). Piespiedu cirkulācijas sistēmās bez tam uz maģistrālā karstā ūdens cauruļvada uzstāda drošības vārstu, kas, izlaižot lieko ūdeni kanalizācijā, neļauj ūdens spiedienam pārsniegt noteiktu vērtību.

Tvaika apkures katlā spiediens var bīstami pieaugt, ja katlu kurinot, iegūto tvaiku neizlieto pietiekamā daudzumā. Spiedienam ceļoties, lieko tvaiku no sistēmas izlaiž caur drošības ierīci. Zemspiediena tvaika apkures sistēmās tā parasti ir hidrauliskais slēdzis (sk. 5.31. att.). Tajā iepilda ūdeni, kura līmeni, kad katlu nekurina, iestāda caurulēs 3, 4 un 5 vienādā augstumā, atverot ventili 1 un pagriežni 2. Kad katlu sāc kurināt un tvaika spiediens sāk celties, ūdens līmenis caurulē 3 pazeminās, bet caurulēs 4 un 5 tas paaugstinās. Līmeņu starpība metros atbilst tvaika un atmosfēras spiedienu starpībai, kg/cm^2 . Katlā spiediens nedrīkst būt augstāks par $1,7 \text{ kg/cm}^2$,



8.3. att. Ūdens apkures katlu cauruļvadu shēma.

turpreti hidrauliskajā slēdzī augstumam H jābūt 0,7 m. Ja tvaika spiediens katlā pārsniedz pieļaujamo vērtību, liekais tvaiks pa cauruli 5 izplūst tvertnē, kas savienota ar atmosfēru. Tikko tvaika spiediens katlā samazinās, ūdens pa cauruli 4 ieplūst atpakaļ caurulēs 3 un 5 un vairs nēlaiž cauri tvaiku.

8.4.5. Cirkulācijas sūkņu aprēķins un izvēle

Katlu mājā, kas apkalpo ūdens apkures sistēmas ar piespiedu cirkulāciju, uzstāda divus pārmaiņus strādājošus sūkņus, no kuriem vienu uzskata par rezerves sūkni. Tiem ierīko apvadlīniju, kura abu sūkņu avārijas gadījumā nodrošina dabisku ūdens cirkulāciju apkures sistēmās.

Nepieciešamo cirkulācijas sūkņa ražīgumu G , kg/s, aprēķina pēc formulas

$$G = \frac{Q}{4187(t_t - t_a)}, \text{ kg/s (l/s)} \quad (8.6)$$

kur Q — katlu mājas siltumjauka, W;
 t_t, t_a — turpgaitas un atpakaļgaitas ūdens temperatūra, °C.

Sūkņu spiedienam jābūt pietiekamam, lai pārvarētu apkures sistēmas cauruļvadu un katla hidraulisko pretestību.

Nelielās apkures sistēmās lieto sūkņus, kam ir liels ražīgums un salīdzinoši zems spiediens. Tos montē bez pamatiem, tieši uz atpakaļgaitas cauruļvadiem.

Lielākas ēku grupas vai mikrorajona katlu mājās uzstāda centrālās sūkņus.

8.4.6. Katlu sildvirsmas un skaita aprēķins

Nepieciešamo kopējo katlu sildvirsmas laukumu aprēķina, vadoties no maksimālajām siltumslodzēm apkures, ventilācijas, gaisa kondicionēšanas, karstā ūdens apgādes un tehnoloģijas vajadzībām.

Katlu kopējo sildvirsmas laukumu A_k , m², atrod šādi:

$$A_k = \frac{(1,1 \dots 1,2) Q}{q}, \quad (8.7)$$

kur Q — nepieciešamā katlu siltumjauka, kW;
 q — katla sildvirsmas siltumslodze, kW/m²;
1,1 ... 1,2 — koeficients, ar kuru ievēro nelielākus siltuma zudumus katlu mājā un siltumtīklos.

Katlu sildvirsmas siltumslodze ir atkarīga no kurināmā un katlu tipa: brūnoglēm tā ir 8...10 kW/m², antracītam —

7...16 kW/m², šķidrajam kurināmajam un gāzei — 9...11 kW/m².

Katlu mājā jābūt vismaz diviem katliem, turklāt tiem jābūt viena tipa un lieluma. Rezerves katlus uzstādīt nav atļauts.

8.4.7. Dūmeņu un dūmrovju aprēķins

Dūmeņi var būt atsevišķi vai iebūvēti ēku sienās. Nelielām katlu mājām ar siltumjauku līdz 750 kW dūmeņu šķērsriezuma laukumu A_D , m², aprēķina pēc formulas

$$A_D = \frac{0,026Q}{\sqrt{h}}, \text{ m}^2 \quad (8.8)$$

kur Q — katlu mājas siltumjauka, W;

h — attālums no katla kurtuves līdz dūmeņa galam, m.

Lielādas katlu māju dūmeņu šķērsriezuma laukumu aprēķina, ņemot vērā visu dūmvadu aerodinamisko pretestību.

Iebūvēts dūmenis nedrīkst būt zemāks par 5 m, un tam jāizvirzās vismaz 1 m virs ēkas jumta (sk. 6.21. att.). Dūmeņus parasti iebūvē iekšējās kapitālajās sienās, turklāt dūmeņu sienām jābūt vismaz 1/2 ķieģeli biežām. Ja dūmeni nepieciešams iebūvēt ārsienā, tad, lai novērstu iespējamo ūdens tvaika kondensēšanos un ar to saistītos velkmes zudumus, dūmeņa sienai jābūt tikpat biežai kā ēkas ārsienai.

Ja sienā blakus dūmenim ir iebūvēts ventilācijas kanāls, tad attālumam starp tiem jābūt ne mazākam par vienu ķieģeli.

Atsevišķa dūmeņa sienas būvē 1 1/2 ķieģeli biezas. Tam jāizvirzās vismaz 5 m virs to ēku jumtiem, kas atrodas 25 m rādiusā. Ja 200 m rādiusā no dūmeņa atrodas ēkas, kas augstākas par 15 m, tad dūmeņa augstumam jābūt vismaz 45 m.

Horizontālos dūmvadus jeb dūmrovjus, kas savieno katlu ar dūmeni, veido no lokšņu skārda vai ķieģeļiem. Dūmrovju nepieciešamo šķērsriezuma laukumu A_R , cm², aprēķina pēc formulas

$$A_R = 0,0065Q, \text{ cm}^2 \quad (8.9)$$

kur Q — kopējā siltumjauka katliem, kurus apkalpo dotais dūmrovja posms, W.

8.4.8. Iebūvēto katlu telpu un palīgtelpu iekārtojums

Lai apsildāmajā ēkā uzstādītu apkures katlus, nepieciešama katlu telpa, kurināmā noliktava un sanitārais mezgls ar tualeti, dušu un izlietni. Vēlams, lai būtu arī darbnīca — kurinātāja istaba.

Vismaz vienā katlu telpas sienā jābūt logiem (dabiskajam apgaismojumam), kuriem vēlams atrasties sētas pusē. Pārsegumam jābūt gāznecaurīdīgam un jāatbilst ugunsdrošības noteikumiem. Katlu telpā jābūt betona grīdai, bet kurinātāja istabā un sanitārajā mezglā — dēļu klājumam.

No katlu telpas jābūt vismaz 1 m platai izejai ar vājtveri vai izejai uz ārējo kāpņu telpu.

Katlu telpas izmērus izvēlas, vadoties no tajā izvietojamo katlu un citu iekārtu gabarītiem, tā, lai nodrošinātu ērtu visu iekārtu montāžu, ekspluatāciju un remontu.

Katlus novieto vienā līnijā paralēli sienai, kurā ir logi, ar kurtuvēm pret logiem. Attālumam no kurtuvēm līdz sienai parasti jābūt 2 m, lielākiem katliem — 3...3,5 m. Apkalpošanas ērtības nolūkā attālumam starp katliem jābūt 0,7...1 m, attālumam no katliem līdz sienai — 1...1,5 m. Lai ekonomētu vietu, katlus var novietot pa divi cieši kopā ar sāniem. Attālumam līdz sienai katlu aizmugurē jābūt 1,5 m, bet, ja iespējams dūmrovi taisni (bez pagriezieniem) ievadīt dūmvadā, šo attālumu var samazināt līdz 0,4 m.

Katlu telpai jābūt vismaz 1 m augstākai par katlu, bet ne zemākai par 3,2 m.

Katlu telpā un sanitārajā mezglā jāierīko pieplūdes-noplūdes ventilācija.

Kurināmā stundas patēriņu B , kg/h, aprēķina pēc formulas

$$B = \frac{Q}{Q_z \eta}, \quad (8.10)$$

kur Q — katlu mājas siltumjauda, kJ/h. To palielina par 10...20%, lai ievērotu nelietderīgos siltuma zudumus;

Q_z — zemākais kurināmā sadegšanas siltums, kJ/kg (sk. 8.2. tab.);

η — katlu lietderības koeficients, ko pieņem 0,6 — atsevišķām katlu mājām un 0,65 — iebūvētām katlu telpām.

Kurināmā gada patēriņš ir atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem. Tā patēriņu tonnās nosaka pēc formulas

$$B_a = \frac{24 B n (t'_T - t_{a,p})}{1000 (t_T - t_{a5})}, \quad (8.11)$$

kur t_T — apsildāmo telpu vidējā temperatūra, °C;

24 — diennakts garums, h;

n — apkures perioda ilgums diennaktīs;

t'_T — caurmēra vidējā telpu temperatūra diennakts laikā °C;

t_{a5} — āra gaisa aprēķina temperatūra, °C;

$t_{a,p}$ — apkures perioda vidējā temperatūra, °C.

Kurināmā noliktavas lielums ir atkarīgs no kurināmā patēriņa un nepieciešamās kurināmā rezerves. Tā, piemēram, vienam mēnesim nepieciešamo kurināmā noliktavas laukumu A_N , m², var aprēķināt šādi:

$$A_N = \frac{600 B}{\rho_t h}, \quad (8.12)$$

kur ρ_t — kurināmā tilpummasa, m³/kg (sk. 8.2. tab.);

h — maksimālais kurināmā slāņa biezums noliktavā, m.

Malku un kūdras briķetes var glabāt 4 m biezā slānī, brūnogleš — 1,5 m, akmeņogleš — 2 m biezā slānī, bet antracītam slāņa biezums nav ierobežots. Ja kurtuve nav mehanizēta, slāņa biezumu tomēr pieņem ne augstāku par 2 m.

8.5. GĀZES IZMANTOŠANA

8.5.1. Gāzes patērētāji

Gāzi pilsētās patērē

sadzīves vajadzībām — ēdienu gatavošanai dzīvokļos un kopmītnēs;

komunālajā saimniecībā — pirtīs, veļas mazgātavās, slimnīcās, ēdnīcās, bērnudārzos;

ražošanas tehnoloģisko procesu vajadzībām;

dzīvojamo un sabiedrisko ēku apkurei, ventilācijai un gaisa kondicionēšanai;

transportam — automobiļos, kuri pārbūvēti no benzīna uz gāzes piedziņu.

Laukos gāzi lieto arī siltumnīcu apkurei, lopu fermās barības sagatavošanai un lauksaimniecības produktu termiskajai apstrādei.

Gāzes patēriņš stipri mainās kā gada, tā arī nedēļas un diennakts laikā. Sadzīves vajadzībām un komunālajā saimniecībā tas vislielākais ir piektdienās, sestdienās un priekšsvētku dienās. Apkurei un ventilācijai gāzi patērē tikai ziemā, bet rūpnīcas izmanto gāzi visu gadu.

Gāzes patēriņš nemītīgi aug. Rūpniecībā, lauksaimniecībā un enerģētikā gāze dod iespēju paaugstināt iekārtu lietderības koeficientu un ieviest progresīvāku tehnoloģiju. Bez tam gāze salīdzinājumā ar citiem kurināmiem daudz mazāk piesārņo apkārtējo vidi.

Iekārtojot gāzes apgādes sistēmas, jāņem vērā perspektīvais patēriņa pieaugums, kā arī iespējamās kopējā patēriņa izmaiņas gada un atsevišķu diennakšu laikā. Lai nodrošinātu nepārtrauktu gāzes apgādi, katrai apdzīvotai vietai vai visai valstij ierīko gāzes krātuves — akumulatorus. Latvijā šāda

apakšzemes gāzes krātuve ir izbūvēta Inčukalnā. Tajā ar augstspiediena kompresoriem iesūkņē gāzi tad, kad patēriņš samazinās, lai varētu to izmantot maksimālā patēriņa stundās papildus gāzei, kas pienāk pa maģistrālajiem gāzes vadiem.

Atsevišķās apdzīvotās vietās bez tam izbūvē gāzes krātuves — attiecīga tilpuma tērauda tvertnes.

Kopējā gāzes patēriņa noteikšana ir samērā sarežģīts uzdevums. Piemēram, gāzes plūtij ar 4 degļiem maksimālais gāzes patēriņš ir 1,1 m³/h, automatiskajam ūdenssildītājam ar ražīgumu 7 kW — 0,7 m³/h, ar ražīgumu 14 kW — 1,3 m³/h, caurplūdes vannas ūdenssildītājam — 2,7...3,2 m³/h. Līdzīgi ir zināmi maksimālie gāzes patēriņi komunālo uzņēmumu, rūpnīcu un lauksaimniecības gāzes aparātiem. Šie lielumi jāreizina ar patēriņa nevienmērīguma koeficientu, kas gāzes plūtim 4 dzīvokļu mājā ir 0,35, 16 dzīvokļu mājā — 0,24, 80 dzīvokļu mājā — 0,21. Jo lielāks patērētāju skaits, ko apkalpo gāzes vads, jo mazāka patēriņa nevienmērīguma koeficienta vērtība.

Modernā pilsētā apmēram 70% no visa gāzes patēriņa izmanto sadzīves vajadzībām un dzīvojamu ēku apkurei, ventilācijai un gaisa kondicionēšanai, bet 20...25% — komunālajā saimniecībā.

8.5.2. Gāzes transportēšana

Gāzi no tās ieguves vietas patērētājiem piegādā pa maģistrālajiem gāzes vadiem — tērauda caurulēm, kuru garums var būt tūkstošiem kilometru.

Gāzes ieguves vietā to attīra un ar kompresoriem zem 5·10³ kPa spiediena sūkņē tālāk. Ik pēc 120...150 km būvē pārsūkņēšanas starpstaciju. Pēdējo starpstaciju izvēlas tādā attālumā no gāzi patērējošās apdzīvotās vietas, lai spiediens maģistrālā gāzes vada galā būtu vismaz (1...1,2)·10³ kPa. Ik pēc 15...20 km maģistrālajos gāzes vados ierīko distancionāli vadāmus aizbīdņus, kurus remonta vai avāriju gadījumos var noslēgt.

Maģistrālā gāzes vada galā izveido gāzes sadales staciju (GSS). Tajā gāzes spiedienu pazemina līdz 6·10² kPa vai zemāk, vēlreiz gāzi attīra un odorē — piejauc vielas ar stipru, nepatīkamu smaku, lai patērētāji varētu konstatēt gāzes izplūdi pēc specifiskās smakas.

GSS atrodas maģistrālo gāzes vadu apkalpes personāla uzraudzībā, bet tālākais gāzes sadales tīkls — pilsētas vai apdzīvotās vietas gāzes saimniecības uzraudzībā.

8.5.3 Gāzes sadales tīklu klasifikācija. Gāzes apgādes sistēmas un to elementi

Pilsētas vai apdzīvotās vietas gāzes sadales tīklus atkarībā no maksimālā spiediena tajos iedala zemspiediena (līdz 5 kPa), vidēja spiediena (5...300 kPa) un augstspiediena (300...600 kPa) tīklos. Pie zemspiediena gāzes sadales tīkliem pievieno dzīvojamās un sabiedriskās ēkas, kā arī nelielus komunālās saimniecības un lauksaimniecības objektus. Vidēja spiediena un augstspiediena tīkli ar spiedienu līdz 600 kPa baro zemspiediena tīklus caur gāzes regulēšanas punktiem (GRP), kā arī tieši rūpniecības, komunālās saimniecības un lauksaimniecības uzņēmumus.

Augstspiediena tīkli ar spiedienu līdz 1200 kPa apgādā lielas gāzes krātuves un lielus rūpniecības uzņēmumus.

Pie katra patērētāja uzstāda noslēdzošu aizbīdni. Tālākos cauruļvadus, kas sadala gāzi ēkas, rūpnīcas vai lauksaimniecības uzņēmuma teritorijā, sauc par kvartāla gāzes sadales tīklu. Par tā pareizu ekspluatāciju atbild patērētājs.

Pilsētu gāzes sadales tīkli var būt vienkāpes, divpakāpju, trīspakāpju un daudzpakāpju.

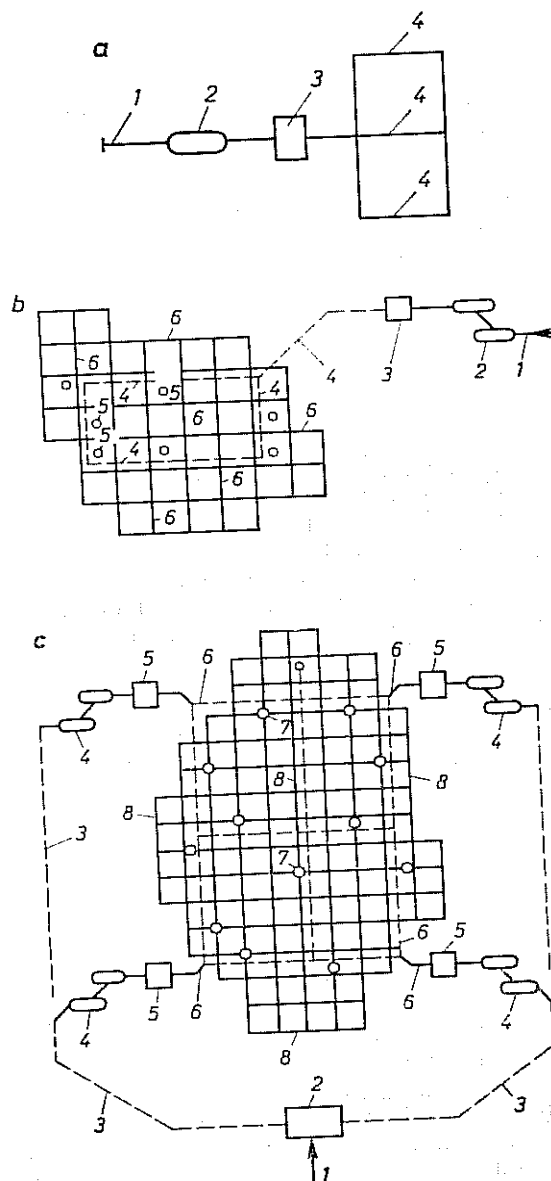
Nelielās apdzīvotās vietās būvē vienkāpes gāzes sadales tīklus (8.4. att. a): GSS pazemina gāzes spiedienu līdz 600 kPa un pa zemspiediena tīkliem 1 piegādā gāzi krātuvei 2; gāzes regulēšanas punkts (GRP) 3 pazemina gāzes spiedienu zemspiediena sadales tīklos 4 līdz 3 kPa. Gāzes krātuves tilpumu izvēlas tā, lai nodrošinātu nepārtrauktu gāzes padevi arī maksimālā patēriņa stundās, bet no maģistrālā gāzes tīkla ņemtu ne vairāk par vidējo nedēļas patēriņu.

Lielākās apdzīvotās vietās, ierīkojot vienkāpes gāzes sadales tīklus, liela diametra cauruļu patēriņš pieaug, tāpēc lētāk izmaksā divpakāpju tīklu būve (8.4. att. b).

Gāzi pa augstspiediena tīklu 1 pievada gāzes krātuvei 2 un tālāk vidēja spiediena GSS 3, kur tās spiedienu pazemina līdz 300 kPa. Vidēja spiediena gāzes tīkls 4 pievada gāzi apdzīvotās vietas teritorijā vienmērīgi izvietotiem GRP 5, kuros gāzes spiedienu pazemina līdz 3 kPa, un ievada gāzi zemspiediena tīklos 6. Zemspiediena tīklus izveido cilpveidīgi, lai atsevišķu posmu remonta laikā patērētāji varētu saņemt gāzi pa kādu citu posmu.

Trīspakāpju gāzes sadales tīklos (8.4. att. c) gāze pa augstspiediena tīklu 1 pienāk galvenajai pilsētas GSS 2 un pēc filtrēšanas un odorēšanas ar tādu pašu augstspiedienu pa tranzīta tīkliem 3 nonāk galvenajos pilsētas rajonos izvietotās gāzes krātuvēs 4 un vidēja spiediena GSS 5. Vidēja spiediena gāzes tīkls 6 piegādā gāzi caur GRP 7 zemspiediena tīkliem 8.

Gāzes sadales tīkls ir visbīstamākais no visām pilsētas



8.4. att. Gāzes sadales tīklu shēmas:
a — vienpakāpes; b — divpakāpju; c — trīspakāpju.

apakšzemes komunikācijām. Būvniecības noteikumos norādīts, kādiem jābūt minimālajiem attālumiem no gāzes vadiem līdz citiem cauruļvadiem, elektrības un telefona kabeļiem, tramvaju un vilcienu sliedēm. Tā, piemēram, attālums no jebkuras ēkas līdz zemspiediena gāzes vadam nedrīkst būt mazāks par 2 m, līdz vidēja spiediena gāzes vadam — 5 m, līdz augstspiediena gāzes vadam — 15 m. Virs apakšzemes gāzes vadiem 4 m platā joslā nedrīkst stādīt kokus.

Gāzes vadi rūpnīcu teritorijās jāizvieto virs zemes uz balstiem un estakādēm vai pa ēku fasādēm.

8.5.3.1. Gāzes regulēšanas punkti un to iekārtojums

GRP izvieto atsevišķā vienstāva ēkā vai ēkas piebūvē. Ja gāzi caur GRP saņem tikai viens rūpnīcas cehs, tad GRP atļauts ierīkot ceha pirmajā stāvā atsevišķā telpā.

Atsevišķa GRP ēka nedrīkst atrasties tuvāk par 10 m no citām ēkām, dzelzceļa un tramvaja sliedēm un tuvāk par 5 m no autoceļa. Piebūve, kurā izvietots GRP, jāatdala no ēkas ar gāznecaurlaidīgu sienu, un piebūvei jāizveido atsevišķa ieeja. Piebūvi nedrīkst būvēt pie dzīvojamām un sabiedriskajām ēkām, bērnu, ārstniecības un mācību iestādēm.

GRP telpas jābūvē atbilstoši prasībām, kas noteiktas ražotnēm ar visaugstāko sprādzienbīstamību un vienlaicīgi ugunsbīstamību. Pārsedzēm jābūt vieglām — to radītā slodze nedrīkst pārsniegt 1,20 kPa, grīdām jābūt no nedegoša materiāla, durvīm — veramām uz āru. Ja pārsedze tomēr ir smagāka, tad logu kopējām laukumam jābūt vismaz 500 cm² uz katru telpas tilpuma m³.

GRP telpā temperatūra nedrīkst būt zemāka par +5 °C. Apkure var būt no siltumtīkliem, elektriska vai no individuāla katla, kas uzstādīts blakus GRP telpai katlu telpā ar atsevišķu ieeju. Abas telpas atdalītas ar kapitālo sienu.

Ierīko dabisko ventilāciju, kurai jānodrošina trīskārtīga gaisa apmaiņa stundā. Parasti uz jumta uzstāda attiecīga lieluma deflektoru un durvju apakšējā daļā iestiprina žalūzijas.

Elektroapgaismošanas instalācijām jābūt sprādziendrošā izpildījumā.

8.5.3.2. Iekšējo gāzes vadu ierīkošana

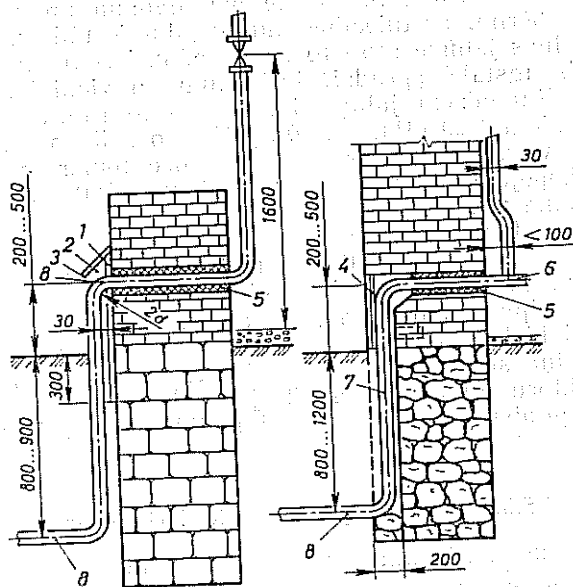
Gāzes vadus ēkā ievada caur sienu ne zemāk par 20...50 cm no zemes (sk. 8.5. att.).

Daudzstāvu dzīvojamo ēku katrā kāpņu telpā ierīko atsevišķu gāzes ievadu ar noslēdzošu armatūru. Tālāk gāzes vadu ēkā izvada caur virtuvēm, kāpņu telpām, koridoriem atklāti, lai tas visur būtu redzams un ērti pieejams. To nedrīkst aizklāt

ar iebūvētām mēbelēm, izvadīt caur lifta un atkritumu šahtām, noliktavām, vannas istabām, kā arī pa dzīvojamām istabām. Vietās, kur gāzes vads šķērso sienu vai pārsedzi, to ievieto iebetontā tērauda čaulā; spraugu starp gāzes vadu un čaulu aizpilda ar eļļainām pakulām un bitumenu. Visus cauruļvadu savienojumus sametina, tikai armatūras un gāzes aparātu pievienošanai lieto atlokus vai vītņu savienojumus.

Telpā, kur uzstāda gāzes aparātus, jābūt dabiskai noplūdes ventilācijai. Telpas kubatūra nedrīkst būt mazāka par normētu lielumu, piemēram, gāzes plītij ar 4 degļiem — 15 m^3 , gāzes plītij ar degļiem — 8 m^3 , gāzes ūdenssildītājam — $7,5 \text{ m}^3$. Vannas istabā ar gāzes ūdenssildītāju bez tam durvju apakšdaļā jābūt restītem vai spraugai un durvīm jāveras uz ārpusi.

Virš gāzes plīts vēlams uzstādīt gaisa attīrītāju, bet no vannas ūdenssildītāja, automatizēta gāzes ūdenssildītāja un apkures katla obligāti jāierīko skārda dūmvads uz atsevišķu dūmeni. Dūmeņa minimālais šķērsgriezums parastajam vannas ūdenssildītājam ir 150 cm^2 , automatizētam gāzes ūdenssildītājam — 100 cm^2 , bet apkures katlam tas jāaprēķina. Gāzes vadus ierīkot un gāzes aparāturu pievienot drīkst tikai speciāli-



8.5. att. Gāzes ievads ēkā.

1 — tērauda čaula; 2 — koka vai skārda futrālis; 3 — lūka ar durtnām; 4 — bitumena pildfutrāļa vāks; 5 — vesels izliektas caurules gabals; 6 — iegrieznis; 7 — vesels izliektas caurules gabals; 8 — metnājumu vietas.

zētas gāzes saimniecības darbinieki. Pēc montāžas darbu veikšanas un gāzes aparātu pievienošanas jāpārbauda iekšējo gāzes vadu izturība. Zemspiediena un vidēja spiediena vadu izturību pārbauda ar saspiektu gaisu, bet augstspiediena vadu izturību — ar ūdeni zem noteikta spiediena. Vadu blīvumu pārbauda ar gaisu zem attiecīga spiediena. Iekšējos gāzes vadus uzskata par pietiekami blīviem, ja spiediena kritums 5 minūšu laikā nepārsniedz 200 Pa .

Pēc blīvuma pārbaudes iekšējos gāzes vadus nokrāso divas reizes ar eļļas krāsu. Rūpniecības un lauksaimniecības ēkās, kā arī dzīvojamo un sabiedrisko ēku pagrabos un tehniskajos stāvos gāzes vadus krāso gaiši brūnā vai dzeltenā krāsā.

8.6. GĀZES IZMANTOŠANA CELTNIĒCĪBĀ

Gāzi, kuru lieto komunālajā saimniecībā, var izmantot arī būvlaukumā — visbiežāk gaisā sildīšanai.

Ziemā to lieto jaunbūvju apsildei un konstrukciju žāvēšanai. Ar infrasarkanajiem gāzes degļiem var apsildīt arī atklātu būvlaukumu, ko plaši praktizē elektrostaciju, ceļu būvniecībā un citos gadījumos ar darbietilpīgu nulles ciklu. Bez tam gāzi izmanto sadzīves aparātos būvstrādnieku ģērbtuvju apsildei, kā arī dušās un ēdnīcās.

Būvlaukumu gāzes apgādei ierīko pagaidu gāzes vadus, kurus pieslēdz pastāvīgo gāzes vadu maģistrālēm. Būvējamās ēkas kāpņu telpā parasti ierīko pagaidu stāvvadu, kuram pēc vajadzības pievieno atsevišķu stāvu nozarojumus.

Pagaidu gāzes vadus atļauts savienot ar atlokiem un vītņu savienojumiem, veicot pēc montāžas attiecīgās izturības un blīvuma pārbaudes.

Jaunbūves viena stāva robežās atzarojumus pieļaujams veidot ne tikai no tērauda caurulēm, bet arī no lokanām gumijas šļūtenēm. Uz katra atzarojuma uzstāda pagriezni. To ievieto noslēdzamā kastītē.

Celtniecībā lieto arī sašķidrināto gāzi, kuru piegādā būvlaukumā balonos vai cisternās. Parasti lieto 60 l balonus, kas kopā ar gāzi sver 57 kg .

Būvlaukumā jābūt kādam speciāli apmācītam darbiniekam, kas atbildīgs par gāzes saimniecību, seko pareizai gāzes iekārtu ekspluatācijai, pievieno pēc vajadzības pagaidu gāzes vadiem jaunus atzarojumus un veic gāzes vadu pārbaudes.

9. SILTUMAPGĀDE. KARSTĀ ŪDENS APGĀDE

9.1. SILTUMA PATĒRĒTĀJI

Pilsētās un ciematos siltuma patērētāji ir dzīvojamās, sabiedriskās un rūpniecības ēkas. Dzīvojamās un sabiedriskajās ēkās siltuma enerģiju patērē komunālajām un sadzīves vajadzībām, kā arī komforta apstākļu nodrošināšanai telpās, kurās uzturas cilvēki. Rūpniecības ēkās siltuma enerģiju galvenokārt patērē produkcijas ražošanas tehnoloģiskajam procesam.

Visus siltuma patērētājus var apvienot divās grupās: komunālie sadzīves un tehnoloģiskie patērētāji. Komunālie sadzīves patērētāji siltuma enerģiju izmanto apkures un ventilācijas vajadzībām, kā arī karstā ūdens apgādei.

Patērētāju vajadzību pēc siltuma apmierina dažādas ēkās uzstādītās inženieriekārtas, kuras šo siltumu saņem no siltumtīkliem. Šādas inženieriekārtas ir apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas sistēmas, karstā ūdens apgādes sistēmas, kā arī siltumtehnikās iekārtas tehnoloģiskajām vajadzībām. Katrai iekārtai ir noteikts uzdevums, un parasti tā paredzēta vienam siltuma patēriņa veidam.

Apkures sistēma aukstā laikā nodrošina telpā vēlamo gaisa temperatūru, kompensējot siltuma zudumus.

Ventilācijas sistēma nodrošina nepieciešamo gaisa temperatūru, sastāvu un aerodinamisko režīmu, radot telpā attiecīgu gaisa apmaiņu.

Gaisa kondicionēšanas sistēmu lieto, lai radītu telpā mikroklīmu, kurš apmierina paaugstinātas sanitāri higiēniskās un tehnoloģiskās prasības.

Karstā ūdens apgādes sistēmā tiek veikta ūdens sasildīšana sadzīves vai tehnoloģiskajām vajadzībām un tā nogādāšana patēriņa vietās.

Tehnoloģiskā siltumtehnikā iekārta ir paredzēta siltuma enerģijas ieguvei un piegādei, ražojot attiecīgu produkciju.

Atkarībā no uzdevuma katrai siltumu patērējošai sistēmai ir savs darba režīms. Šo režīmu nosaka siltuma patēriņš noteiktā periodā, piemēram, stundā, darba maiņā, diennaktī, apkures sezonā vai gadā. Pēc siltuma patēriņa rakstura stundas, maiņas vai diennakts laikā visus siltuma patērētājus iedala patērētājos ar vienmērīgu patēriņu (apkure un ventilācija) un

patērētājos ar nevienmērīgu patēriņu (ūdens sildīšana, tehnoloģiskās vajadzības).

Vadoties pēc siltuma enerģijas patēriņa perioda gada laikā, patērētājus apvieno divās galvenajās grupās: sezonālie patērētāji (apkure un ventilācija) un nepārtrauktie patērētāji (karstā ūdens apgāde, tehnoloģiskās vajadzības). Sezonālo patērētāju darba režīms ir atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem: āra gaisa temperatūras un mitruma, vēja ātruma, virziena utt. Tiem raksturīgs nevienmērīgs siltuma patēriņš gan visā apkures periodā, gan arī katru mēnesi. Arī patērētājiem ar samērā vienmērīgu siltuma patēriņu sezonās, mēnešos un nedēļās siltuma patēriņš var strauji mainīties ne tikai diennakts laikā, bet arī pa nedēļas dienām.

Siltumtīklā cirkulējošā siltumnesēja parametri un daudzums ir atkarīgi no tīklam pieslēgto patērētāju darba režīma. Katlu iekārtas izvēli nosaka maksimālais siltuma patēriņš dotajā laika periodā, siltumnesēja veids un parametri. Vadoties pēc maksimālā siltumnesēja daudzuma, veic siltumavota un cauruļvadu siltumtehnikos un hidrauliskos aprēķinus.

Objekta siltumapgādes sistēmas darba režīmu nosaka kopējais siltuma un siltumnesēja patēriņš apkures periodā. Siltumtīklu darba režīmu ietekmē arī šādi faktori: siltuma patērētāju koncentrācija, apvidus reljefs, patērētāju attālums no siltumavota un ēku geometriskais augstums.

Galvenais izejas rādītājs, pēc kura izvēlas racionālāko siltumapgādes shēmas konstruktīvo risinājumu, ir visu ēku atsevišķo inženieriekārtu un tehnoloģisko patērētāju siltuma patēriņa raksturs. Siltuma patēriņu parasti aprēķina raksturīgā laika periodā: stundā, diennaktī, mēnesī, sezonā vai gadā. Par aprēķina siltuma patēriņu ņem tā patēriņu stundā. Pēc maksimālā siltuma patēriņa izvēlas siltumavota veidu, jaudu un cauruļvadus. Atkarībā no siltuma patēriņa izmaiņām diennakts, mēneša, sezonas un gada laikā izstrādā attiecīgus siltuma patēriņa režīmu grafikus, kuriem pieskaņo siltumgeneratoru darbināšanas režīmu. Bez tam siltuma patēriņu mēnesī, sezonā un gadā izmanto tehniski ekonomiskajos aprēķinos, salīdzinot siltumapgādes sistēmu variantus.

Maksimālo siltuma patēriņu apkures, ventilācijas un tehnoloģiskajām vajadzībām, kā arī karstā ūdens apgādei nosaka attiecīgo patērētāju raksturs.

9.2. SILTUMAPGĀDES AVOTI

Ierīču kompleksu, iekārtas un cauruļvadu komunikācijas, kuras paredzētas siltuma enerģijas ražošanai, padevei un izlietošanai, sauc par *siltumapgādes sistēmu*. Siltumapgādes sistē-

mas atšķiras ar siltumavota jaudu, siltumnesēja potenciālu, siltuma enerģijas piegādes attālumu u. c.

Viens no faktoriem, kas nosaka to, kādu siltumapgādes paņēmieni izvēlēties, ir siltumavots. Galvenie siltumavoti ir termoelektrocentrāles, atomelektrostacijas, katlu mājas, kuras apkalpo veselus rajonus, kvartālus vai atsevišķas ēkas. Šajos siltumavotos uzstādītie siltumģeneratori atšķiras gan pēc uzdevuma, gan arī pēc citām pazīmēm: konstruktīvā izpildījuma, jaudas, sagatavotā siltumnesēja veida un siltuma potenciāla. Par siltumavotiem jāuzskata arī dzīvokļu apkures ierīces, pavardu katli, krāsnis u. c.

Ēku siltumapgādi atkarībā no siltumavota veida iedala šādās galvenajās grupās:

lielu pilsētu un plašu dzīvojamo masīvu centralizētā siltumapgāde no termoelektrocentrālēm (TEC) vai atomelektrostacijām (AES), kuras izvietotas kā pilsētā, tā arī ārpus pilsētas;

dzīvojamo masīvu un atsevišķu kvartālu centralizētā siltumapgāde no rajona vai kvartāla katlu mājām;

ēkas vai ēku grupas vietējā siltumapgāde no ēkās iebūvētām vai atsevišķām katlu mājām;

decentralizētā siltumapgāde no siltumavota, kas uzstādīts tieši apsildāmo telpu robežās (paredzēts apkurei, bet bieži lieto arī viendzīvokļa dzīvojamo ēku un atsevišķu telpu karstā ūdens apgādei).

Apīkrotajiem siltumapgādes veidiem raksturīga dažāda kvalitāte, izturība, dārdzība un kapitālieguldījumi.

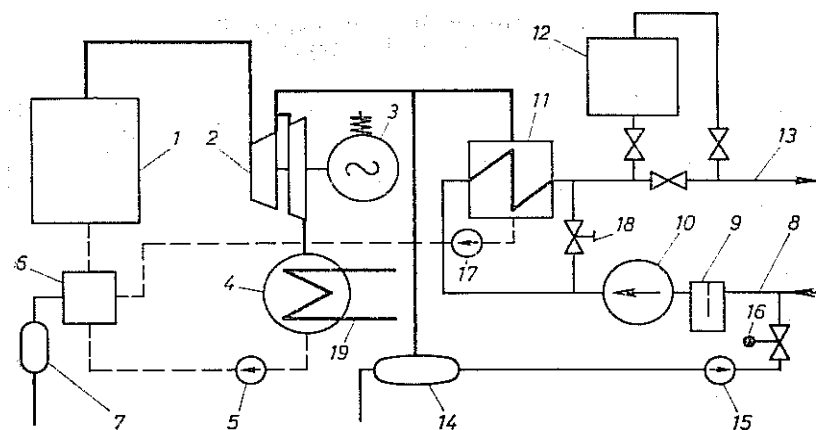
9.2.1. Termofikācija

Viens no ekonomiskākajiem siltumapgādes veidiem, ceļot jaunas pilsētas un būvējot lielus dzīvojamos masīvus, ir centralizētā siltumapgāde no TEC — termofikācija. Termofikāciju tās ekonomiskuma dēļ plaši lieto arī pilsētās ar vecu apbūvi, nomainot esošo vietējo un decentralizēto siltumapgādi. Ar termofikāciju jāsaprot centralizētā siltumapgāde uz kombinētas siltuma un elektroenerģijas iegūšanas bāzes, izmantojot termoelektrostacijas un atomelektrostacijas.

Termoelektrostacijās uzstāda modernus, jaudīgus tvaika katlus, bet atomelektrostacijās — speciālus atomreaktorus.

Izšķir divu veidu termoelektrostacijas: kondensācijas termoelektrostacijas (KES) un termoelektrocentrāles (TEC). Pirmās izstrādā tikai elektroenerģiju, otrās — kā elektroenerģiju, tā arī siltumu centralizētai siltumapgādei.

9.1. attēlā dota komunālās TEC struktūrshēma. Tās darbības princips ir šāds. Augstspiediena tvaiku no katla 1 padod uz termofikācijas turbīnu 2. Izlietoto tvaiku novirza sildītājā



9.1. att. Komunālās TEC shēma.

11, kur tas sasilda siltumtīklu ūdeni līdz nepieciešamajai temperatūrai (150 °C un vairāk). No sildītāja ūdens ieplūst siltumtīklos 13 tieši vai caur galotņu katlu 12. Siltumtīklu ūdens, kas atdzisis siltuma patērētājos, pa siltumvadu 8 atgriežas TEC, kur to atkal sasilda. Aiz duļķu novācēja 9 sūkni 10 ūdeni padod uz galveno sildītāju 11 un pēc tam caur galotņu katlu 12 atkal siltumtīklos. Pirms padošanas TEC tīklā ūdeni papildina no sagatavošanas iekārtas 14 un pēc tam ar uzpildīšanas sūkni 15 padod caur spiediena regulatoru 16. Ūdens temperatūru aiz sildītāja 11 regulē ar termoregulatoru 18, kas uzstādīts uz savienojuma cauruļvada. No sildītāja 11 tvaika kondensātu ar sūkni 17 padod TEC galvenajā deaeratorā, kurš ieslēgts reģenerācijas sistēmā 6. Neizlietotais tvaiks noplūst turbīnas 2 otrajā daļā ar elektrogeneratoru 3. Šeit tas izplešas līdz 3...5 kPa un nonāk kondensatorā 4, kur to atdzesē ūdens 19 no dzesēšanas torņa (rasinātavas). Izlietotais tvaiks kondensējas, un ar sūkni 5 to padod reģenerācijas sistēmā 6 uzsildīšanai, atgāzēšanai un papildināšanai ar sagatavošanas iekārtā 7 ķīmiski attīrītu ūdeni.

Termoelektrostaciju siltuma lietderības koeficients ir apmēram 80%.

Pašlaik aktuāla ir atomenerģijas izmantošana elektroenerģijas un siltuma vienlaicīgai ražošanai. Lai gan ir nepieciešams atrisināt sarežģītus, specifiskus jautājumus, kas saistīti ar aizsardzību pret radiācijas nokļūšanu tīkla ūdenī, tomēr atomtermoelektrostacijas ar jaudu 1700 GW un lielāku ir ekonomiskākas nekā TEC, kuras izmanto dabisko kurināmo.

9.2.2. Centralizētā siltumapgāde no lielām katlu mājām

Centralizētā siltumapgādē siltumavoti sastāv no tvaika katliem, kas ražo tvaiku, un ūdens sildīšanas katliem, kuri sasilda tīkla ūdeni. No tvaika katliem patērētājs saņem ne tikai tvaiku, bet arī karstu ūdeni. Tādā gadījumā katlu mājā uzstāda speciālus tvaika-ūdens siltumapmaiņas aparātus.

Rajonos, kur nav dabiskā kurināmā, bet ir lēta elektroenerģija, siltumapgādes vajadzībām lielās katlu mājās var uzstādīt elektrokatlus.

Centralizētai siltumapgādei no rajonu un kvartālu katlu mājām ir tādas pašas priekšrocības, tikai mazākā mērā kā siltumapgādei no TEC, jo katlu mājas patērē vairāk kurināmā.

9.2.3. Vietējā siltumapgāde

Vietējās siltumapgādes siltumavoti parasti ir zemspiediena katli. Tie pārsvarā ir čuguna sekciju vai metināti tērauda katli. Šī siltumapgādes veida priekšrocības ir nelielās katlu un siltumtīklu izmaksas, montāžas un apkalpošanas vienkāršība, kā arī ātrā nodošana ekspluatācijā.

Vietējās siltumapgādes trūkumi ir šādi: zems ekspluatācijas drošums, jo katli ātri bojājas; nav iespējams vai grūti mehānizēt kurināšanas procesu, lietojot cieto kurināmo; relatīvi liels apkalpojošā personāla sastāvs; zemā potenciāla siltumnesējs, kuru ražo šie katli, neapmierina rūpniecisko patērētāju prasības un rodas vajadzība pēc enerģijas patēriņa siltumnesēja pārsūkņēšanai un nepieciešamība uzstādīt lielāka izmēra iekārtas, ja jāapkalpo apkures un ventilācijas sistēmas.

Pašlaik vietējo siltumapgādi izmanto lielām, atsevišķi izvietotām ēkām, lielām mazu ēku grupām vai kā pagaidu siltumavotu jaunceltnu rajonos pirms pastāvīgā siltumavota nodošanas ekspluatācijā.

9.3. KARSTĀ ŪDENS APGĀDE

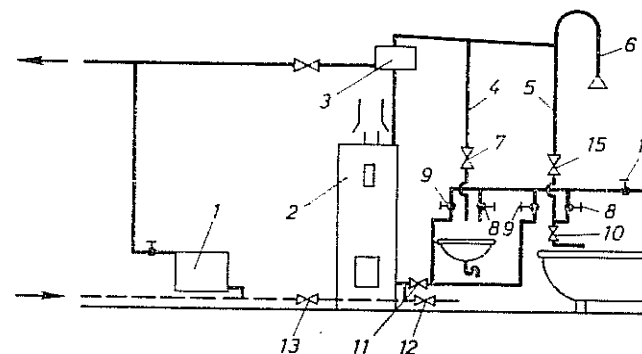
Karstā ūdens apgādes sistēmas var būt centralizētas un vietējas. Pirmajā gadījumā karstā ūdens sagatavošana notiek vienā centrā, no kurienes to padod uz patēriņa punktiem, bet vietējās karstā ūdens apgādes sistēmās karsto ūdeni sagatavo patēriņa vietu tuvumā.

9.3.1. Vietējās karstā ūdens apgādes sistēmas

Vietējās karstā ūdens apgādes sistēmas plaši lieto lauku rajonos un individuālās dzīvojamās ēkās. Šīs sistēmas bāzējas uz tādiem vietējiem siltuma avotiem kā gāzes un elektriskie sildītāji, ietilpīgi jeb lēnas darbības un ātras darbības ūdens sildītāji, vannas krāsnis ar gāzi un cieto kurināmo, kā arī dažādi siltumapmaiņas aparāti, kuri ievietoti plītīs, krāsnīs un citos pavardos. Šo sistēmu neērtība — nepieciešamība pastāvīgi uzmanīt vietējā siltuma ģeneratora darbību. Caurulvadu tīklam karstā ūdens padošanai no ģeneratora līdz krānam patēriņa vietā jābūt ar vienkāršu shēmu un minimālu garumu. Karstā ūdens apgādē izmanto cinkotas tērauda caurules, veidojot savienojumus ar vītņiem. Ja nav gāzes vada, vannas krāsnis ar cieto kurināmo uzstāda dzīvojamās ēkās līdz pietajam stāvam (ieskaitot). Gāzes sildītājus var uzstādīt dzīvojamās ēkās tikai tad, ja ir iespējams novadīt degšanas produktus.

Izšķir 1) individuālus pusautomātiskus gāzes ūdens sildītājus, kuri var apkalpot pēc kārtas vannu un mazgājamo ierīci un kuri novietoti tieši pie ūdens sildītāja; 2) automātiskus gāzes ūdens sildītājus, kuri apkalpo atsevišķus patērētājus līdz 10 m attālumā no ūdens sildītāja.

9.2. attēlā parādīta shēma karstā ūdens apgādei no ietilpīga jeb lēnas darbības ūdens sildītāja, kas apvienots ar vietējo apkures sistēmu. Vasaras laikā, gatavojot karsto ūdeni, ūdens



9.2. att. Karstā ūdens apgāde no ietilpīga jeb lēnas darbības ūdens sildītāja, kas apvienots ar vietējo apkures sistēmu:

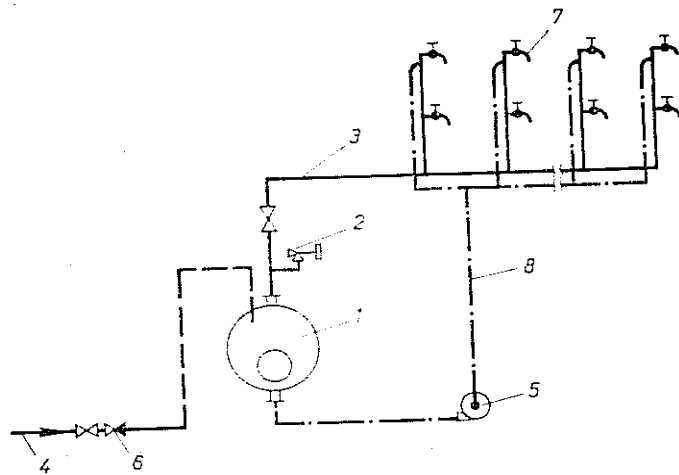
1 — apkures sistēmas sildķermenis; 2 — ietilpīgs ūdens sildītājs; 3 — izplešanās trauks; 4, 5, 6 — caurulvadi attiecīgi uz mazgājamo ierīci, vannu un dušu; 7 — krāns mazgājamās ierīces ieslēgšanai; 8, 9 — ventīlis; 10 — aukstā ūdens ventīlis; 11 — pretvārstis; 12 — izlaišanas ventīlis; 13 — ventīlis apkures sistēmas atslēgšanai; 14 — caurulvads ūdensvada ūdenim; 15 — ventīlis dušas ieslēgšanai.

cirkulāciju apkures sistēmā pārtrauc — aizgriež ventili 13. Ūdens sildītajā sasildītais ūdens zem spiediena no ūdensvada ieplūst karstā ūdens patērētāju cauruļvados 4, 5, 6. Lietojot mazgājamo ierīci, jāatver krāns 7 un ventilis 9. Aukstā ūdens piejaukšanai jāatver ventilis 8. Lai vannu piepildītu ar karstu ūdeni, jāatver ventili 15 un 10. Lietojot dušu, ventilim 10 jābūt aizvērtam. Karstā un aukstā ūdens sajaukšanās pakāpi regulē ar ventīļiem 8 un 9.

Ziemas laikā karstā ūdens patērēšana ir iespējama vienlaikus ar apkures sistēmas darbību. Tomēr pirms vannas lietošanas telpu apkurināšanas intensitāte nedaudz jāpalielina, jo maksimālā ūdens patēriņa periodā parasti siltuma plūsma ir par mazu, lai apmierinātu siltuma patēriņu apkurei un karstā ūdens apgādē.

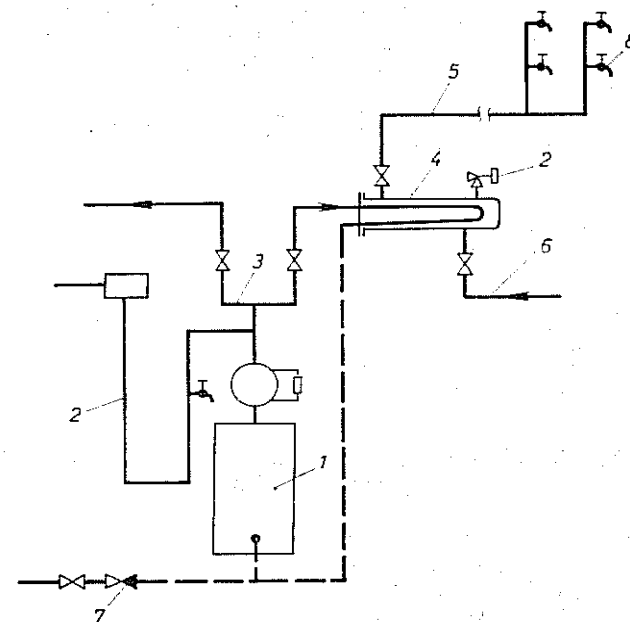
9.3.2. Centralizētās karstā ūdens apgādes sistēmas

Centralizētajās karstā ūdens apgādes sistēmās ūdeni sagatavo šādiem paņēmieniem: 1) centrālos siltumcentros (CSC), sasildot ūdeni sildītājos ar siltumnesēju, kuru padod no kvartāla (rajona) katlu mājas vai no TEC; 2) tāpat, tikai sildītājus izvieto ēkas siltumcentrā; 3) mājas vai māju grupas katlu mājā, kur ūdeni sasilda tieši ūdens sildāmkatlos (9.3. att.)



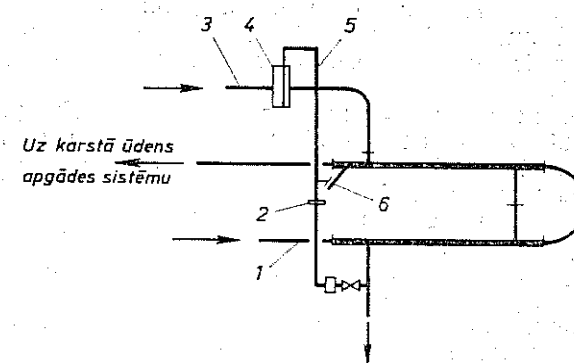
9.3. att. Centralizēta karstā ūdens apgādes sistēma ar ūdens sildāmkatlu:

1 — katls; 2 — drošinātāji; 3 — karstā ūdens sadales maģistrāle; 4 — ūdensvada aukstā ūdens cauruļvads; 5 — cirkulācijas sūkns; 6 — pretvārsts; 7 — patērētāja ūdens ventilis; 8 — cirkulācijas cauruļvads.



9.4. att. Centralizēta karstā ūdens apgādes sistēma ar tvaika katlu:

1 — katls; 2 — drošinātāji; 3, 5 — karstā ūdens sadales maģistrāle; 4 — ietilpīgs tvaika-ūdens sildītājs (boilers); 5 — aukstā ūdens vads (no ūdensvada); 7 — pretvārsts; 8 — ūdens ventilis patērētājam.



9.5. att. Karstā ūdens apgādes sistēmā padodamā ūdens temperatūras automātiskas regulēšanas shēma:

1 — aukstā ūdens cauruļvads no ūdensvada; 2 — drosele; 3 — pārkarsētā ūdens cauruļvads no ārējā siltumtīkla; 4 — patēriņa regulators; 5 — impulsa caurule; 6 — termo regulators.

vai tvaika-ūdens sildītājos, kas pieslēgti pie tvaika katla (9.4. att.). Iespējams arī ceturtais karstā ūdens centralizētas apgādes sistēmas veids ar tiešu TEC vai kvartālu (rajonu) katlu māju siltumtīkla ūdens patēriņu.

Visvairāk izplatīta ir shēma ar ūdens-ūdens sildītāju. Pārkarstā ūdens daudzumu, kas ieplūst ūdens sildītājā, regulē automātiski tā, lai karstā ūdens apgādes sistēmā būtu pastāvīga temperatūra (60°C).

9.5. attēlā parādīta temperatūras automātiskas regulēšanas shēma. Tā sastāv no termoregulatora 6, kas uzstādīts uz cauruļvada 1, patēriņa regulatora 4, kurš uzstādīts uz pārkarstā ūdens cauruļvada 3, impulsa caurulītes 5 un tajā ievietotas droseles 2. Paaugstinoties karstā ūdens temperatūrai attiecībā pret doto lielumu, termoregulators dod impulsu patēriņa regulatoram samazināt pārkarstā ūdens ieplūdi ūdens sildītājā.

9.3.3. Kombinētās dzīvokļu apkures un karstā ūdens apgādes sistēmas

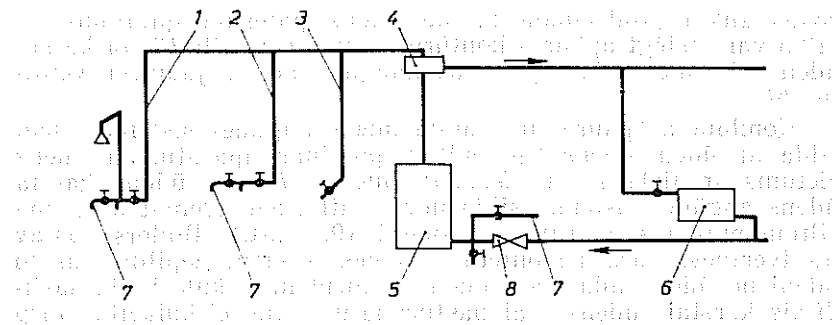
Ūdens apkures sistēmu var samērā viegli apvienot ar karstā ūdens apgādes sistēmu dzīvoklī.

Lai nodrošinātu apkures un karstā ūdens apgādes sistēmas ar nepieciešamo siltumu, nav jāuzstāda siltuma ģenerators, kura jauda vienāda ar summāro siltuma patēriņu šīm vajadzībām, jo maksimālais karstā ūdens patēriņš gadās samērā reti. Šāds siltuma ģenerators bieži būtu nenoslogots, tā lietderības koeficients būtu zems, bet ūdens sistēmā varētu sākt vārīties.

Parasti uzstāda siltuma ģeneratoru, kura jauda aprēķināta apkures siltuma zudumu segšanai, bet karstā ūdens vajadzībām paredz akumulatoru (var būt apvienots ar siltuma ģeneratoru).

Atkarībā no ūdens cietuma izmanto divas principiāli atšķirīgas karstā ūdens apgādes shēmas. Ja ūdens cietums nepārsniedz 3...3,5 mg-ekv/l, tad ūdeni var sildīt apkures sistēmas katlā; ja cietums ir lielāks, ūdens jāilda speciālā ūdens siltumapmaiņas aparātā (lietojot cietu ūdeni, uz siltuma ģeneratora iekšējām sienām nogulsņējas katlakmens, kas pasliktina siltumpāreju uz ūdeni un pazemina katla efektivitāti).

9.6. attēlā parādīta kombinētā apkures un karstā ūdens apgādes sistēma, kurā ūdeni silda palielināta tilpuma siltuma ģeneratorā (siltuma ģenerators apvienots ar siltuma akumulatoru). Ja sistēma pievienota ūdensvadam, visu sistēmas elementu izturības pakāpei jāatbilst ūdensvada spiedienam. Izplešanās tvertnes vietā uzstāda slēgtu gaisa savācēju, kuram augšējā daļā pievieno cauruļvadu, pa kuru vannai vai izlietnei pievada karsto ūdeni, kā arī izlaiž sakrājušos gaisu.



9.6. att. Dzīvokļa kombinētā ūdens apkures un karstā ūdens apgādes sistēma ar ūdens sildītāju AGV:

1 — karstā ūdens pievads vannai un dušai; 2, 3 — karstā ūdens pievadi izlietnēm; 4 — gaisa savācējs; 5 — ūdens sildītājs AGV; 6 — sildķermenis; 7 — no ūdensvada; 8 — pagrieznis.

Apkures sistēmas atslēgšanai paredz ventili, kuru aizverot pārtrauc ūdens cirkulāciju apkures kontūrā. Lai, lietojot karsto ūdeni, neapplaucētos, ūdeni siltuma ģeneratorā uzsilda ne augstāk par 80°C. Šī iemesla dēļ apkures sistēmas aprēķina ar siltumnesēja parametriem 80/60°C.

Pievadiem uz vannu, izlietni un citiem karstā ūdens patērētājiem cauruļu diametru pieņem 15...18 mm.

Sistēmas siltuma ražīgumu aprēķina pēc apkures maksimālā siltuma patēriņa. Siltuma ģeneratora tilpumu aprēķina pēc maksimālā karstā ūdens patēriņa (parasti atbilstoši ūdens patēriņam vienas vannas vajadzībām).

Ja pieņem, ka vienai vannai patērē 250 l karstā ūdens, kura temperatūra ir 40°C, aukstā ūdens temperatūra ir +10°C, bet ūdens temperatūra siltuma ģeneratorā ir 80°C, tad siltuma ģeneratora tilpums

$$G_s = \frac{250(40-10)}{80-10} = 107 \text{ l}$$

Laiks, kas nepieciešams ūdens sasildīšanai, atkarīgs no siltuma ģeneratora siltuma ražīguma. Tā, piemēram, ja uzstādīts siltuma ģenerators, kura siltuma ražīgums ir 14 kW, ūdens sasildīšanai nepieciešamais laiks ir 45 min.

Ja kādu iemeslu dēļ nevar uzstādīt palielināta tilpuma siltuma ģeneratoru, karstā ūdens akumulēšanai izmanto palielināta tilpuma izplešanās tvertni (9.7. att.). Sistēmu automātiski papildina ar ūdeni no ūdensvada caur atsevišķu pludinātvertni. Ja nav ūdensvada, ūdeni sistēmā var papildināt ar

rokas sūkni. Maksimālā karstā ūdens patēriņa gadījumā uz laiku var atslēgt apkures kontūru, aizverot ventili 13. Ja karstā ūdens sistēma nedarbojas, cirkulācijas vadā 2 jāaizver ventili 14.

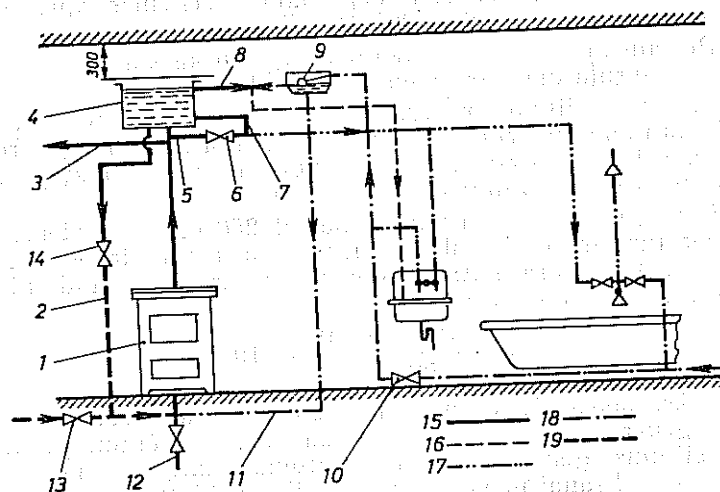
Kombinētā apkures un karstā ūdens apgādes sistēmā ūdeni silda ar ūdens-ūdens tipa siltumapmaiņas aparātu. Ja ūdens cietums ir lielāks par 3...3,5 mg-ekv/l, tad ūdeni karstā ūdens apgādes sistēmai silda nevis katlā, bet ūdens-ūdens tipa siltumapmaiņas aparātā — boilerā (9.8. att.). Boileris sastāv no tvertnes, kurā iemontēta glodene. Tvertnē iepilda auksto ūdeni no ūdensvada, pa glodenes caurulēm cirkulē katlā sasildītais karstais ūdens. Lai pastiprinātu ūdens cirkulāciju starp katlu un boileru, pēdējais jāuzstāda pēc iespējas augstāk.

Boilera sildvirsmu A , m^2 , aprēķina pēc šādas formulas:

$$A = \frac{Q}{\Delta t k},$$

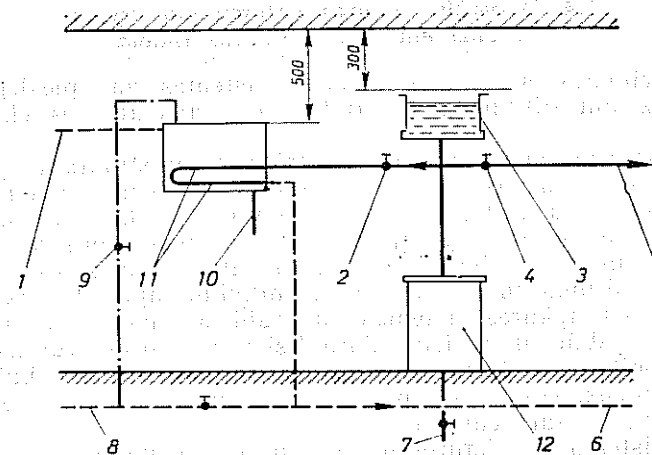
kur Q — ūdens sildīšanai nepieciešamais siltuma daudzums, W ;

k — siltumpārejas koeficients (aptuvenos aprēķinos $k \approx 290...410 W/(m^2 \cdot K)$);



9.7. att. Kombinētā siltumapgādes sistēma ar ūdens sildīšanu siltuma ģeneratorā un palielināta tilpuma izplešanās tvertnē:

1 — siltuma ģenerators; 2 — cirkulācijas vads; 3 — turpgaitas vads; 4 — izplešanās tvertne; 5 — cauruļvads; 6, 10, 13, 14 — ventili; 7 — līnija; 8 — pārplūšanas līnija; 9 — pludīntvertne; 11 — barojošā līnija; 12 — cauruļvads sistēmas iztukšošanai; 15 — apkures sistēmas turpgaitas vads; 16 — atpakaļgaitas vads; 17 — karstā ūdens padeve; 18 — ūdensvads; 19 — pārplūde.



9.8. att. Kombinētā siltumapgādes sistēma ar ūdens sildīšanu ūdens-ūdens tipa siltumapmaiņas aparātā:

1 — pārplūdes caurule (diametrs 25 mm); 2 — ventils karstā ūdens sildītāja noslēgšanai; 3 — izplešanās tvertne; 4 — ventils apkures atslēgšanai; 5 — turpgaitas vads; 6 — atpakaļgaitas vads; 7 — caurule sistēmas iztukšošanai; 8 — ūdensvads; 9 — ventils; 10 — karstā ūdens vads; 11 — glodene; 12 — katls.

$$\Delta t = \frac{t_k + t_a}{2} - t_u \text{ — temperatūru starpība, } ^\circ C;$$

t_k — no katla plūstošā ūdens temperatūra pirms boilerā ($\approx 95^\circ C$);

t_a — no katla plūstošā ūdens temperatūra aiz boilerā ($\approx 85^\circ C$);

t_u — ūdens temperatūra boilerā ($t_u \approx 80^\circ C$).

Aptuvenos aprēķinos pieņem $\Delta t \approx 10^\circ C$.

Sasildītā ūdens izvadīšanai boilerā apakšējā daļā pievieno cauruļvadu. Ūdens sildītāja konstrukcijai jābūt tādai, lai glodeni varētu viegli demontēt un attīrīt no katlakmens. Šīs sistēmas galvenais trūkums ir tas, ka, papildinot boilerā ūdeni, tas sajaucas ar jau sasildīto ūdeni.

Šo trūkumu var novērst, ja karstā ūdens izvadīšanas cauruļvadu pievieno boilerā augšējā daļā. Sistēmas papildināšanai boilerā apakšējā daļā pieslēdz ūdensvadu (shēma lietojama tikai gadījumā, ja ir ūdensvads). Aukstais ūdens sasilst un uzkrājas boilerā augšējā daļā, no kurienes to aizvada patērētājiem.

9.3.4. Dzīvokļu apkures sistēmu pieslēgšana centralizētam siltumapgādes tīklam

Individuālo ēku ūdens apkures sistēmas var pieslēgt arī centralizētam siltumapgādes tīklam (ja tāds atrodas ēkas tuvumā).

Ja apkures sistēma nav paredzēta paaugstinātam spiedienam, kāds ir siltuma tīklos, vai apkures sistēma apvienota ar karstā ūdens apgādes sistēmu, izmanto «neatkarīgo» pieslēgšanas sistēmu. Šajā gadījumā siltuma generatora vietā uzstāda ūdens-ūdens tipa boileru, kura siltuma ražīgums vienāds ar telpu siltuma zudumiem. Tā kā individuālajās ēkās izmanto galvenokārt apkures sistēmas ar dabisko ūdens cirkulāciju, boileram jābūt ar nelielu hidraulisko pretestību (parasti izmanto boileru ar spirālveida caurulēm, pa kurām cirkulē silodošais ūdens; sildāmais apkures sistēmas ūdens ar nelielu ātrumu cirkulē starp caurulēm).

Ja sistēma var izturēt paaugstinātu spiedienu, to pievieno centralizētam siltumapgādes tīklam, izmantojot ūdens sajaukšanas ietaisi, kā parādīts 9.9. attēlā.

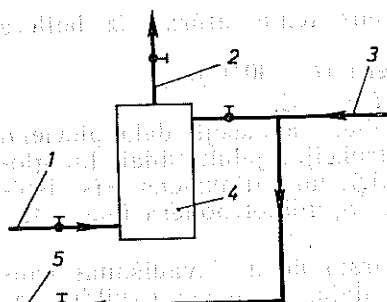
Arī daudzstāvu dzīvojamās ēkās ir lietderīgi katram dzīvoklim ierīkot atsevišķu apkures un karstā ūdens apgādes sistēmu, pieslēdzot to centralizētam siltumtīklam. Šādu sistēmu galvenās priekšrocības:

vieglāk organizēt patērētā siltuma uzskaiti un apmaksu, kas sekmē enerģijas taupīšanu;

vieglāk regulēt apkures sistēmas siltumatdevi (salīdzinājumā ar centralizētajām sistēmām);

samazinās karstā ūdens cauruļu garums un korozija.

Daudzstāvu ēkas dzīvokļu siltumapgādes sistēma sastāv no



9.9. att. Ūdens sajaukšanas ietaise: shēma;

1 — siltumtīkla turpgaitas vads; 2 — apkures sistēmas turpgaitas vads; 3 — apkures sistēmas atpakaļgaitas vads; 4 — sajaukšanas ierīcība; 5 — siltumtīkla atpakaļgaitas vads.

turpgaitas un atpakaļgaitas maģistrālēm, kas izvietotas pagrabā, un stāvvadiem, kuriem pievienotas dzīvokļu apkures sistēmas un siltumapmaiņas aparāti (karstā ūdens apgādei). Siltumnesēju līdz 95...105 °C temperatūrai atdzesē neliela ražīguma elevatoros. Sistēmas siltumatdevi regulē paši iedzīvotāji, samazinot vai palielinot karstā ūdens patēriņu dzīvokļa siltumcentrā. Karsto ūdeni no siltumcentra radiatoriem pievada pa neliela diametra (10...15 mm) caurulēm, kuras montē zem grīdas vai virs grīdas gar sienām.

9.4. SILTUMAPGĀDES SHĒMAS UN TO KONSTRUKTĪVĀS ĪPATNĪBAS

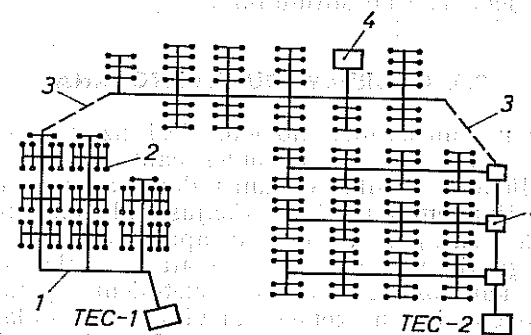
Atkarībā no uzdevuma siltumtīklu vadus no siltumavota līdz patērētājiem iedala šādos posmos: maģistrālie posmi — no siltumavota līdz apdzīvotās vietas kvartāliem vai rūpniecības uzņēmuma teritorijai; sadales posmi — no maģistrālajiem posmiem līdz sadales mezgliem pie atsevišķām ēkām; atzarojumi — no sadales posmiem līdz ievadam ēkā.

Atkarībā no patērētāju un siltumavota izvietojuma pilsētās siltumtīklus izveido pēc radiālās, cilpveida un jauktās shēmas.

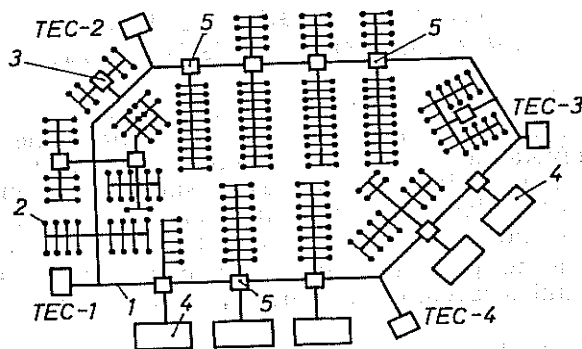
Radiālajai shēmai (9.10. att.) raksturīgs tas, ka, attālinoties no siltumavota, samazinās siltuma patēriņš un attiecīgi cauruļvadu 1 diametrs, vienkāršojas siltumtīkla konstrukcija, būves un iekārtas. Būtisks radiālās shēmas trūkums:

maģistrālā vada avārijas gadījumā tiek atslēgti patērētāji. Lai nodrošinātu patērētāju 2 nepārtrauktu apgādi ar siltumu, ieteicams vienvirziena maģistrāles savienot ar pārvienojumiem 3, kuri vienas maģistrāles avārijas gadījumā nodrošina visu patērētāju apgādi ar siltumu. Pārvienojumus paredz arī starp atsevišķām radiālām shēmām, ja rajona siltumapgāde notiek no vairākiem siltumavotiem: TEC, rajona un kvartāla katlu mājām 4 kā 9.2. attēlā. Uz lieliem atzarojumiem ir paredzēti sadales un kontroles punkti 5.

Cilpveida shēmu (9.11. att.) lieto lielu pilsētu un uzņēmumu siltumapgādē, ja nav pieļaujami pārtraukumi siltuma piegādē. Salīdzinājumā ar radiālo shēmu tā nodrošina siltumapgādes nepārtrauktību, turklāt nepieciešama mazāka katlu kopējā jauda. Cilpveida maģistrāli 1 apgādā ar siltumnesēju



9.10. att. Radiālā siltumtīkla shēma.



9.11. att. Cilpveida siltumtīkla shēma.

no četriem TEC. Patērētāji 2 saņem siltumu no centrālajiem siltumcentriem 3, kuri pievienoti cilpveida maģistrālei pēc radiālās shēmas. Uz lieliem atzarojumiem paredzēti sadales un kontroles punkti 5. Rūpniecības uzņēmumi 4 pievienoti pēc radiālās shēmas caur sadales un kontroles punktiem.

Siltumapgādes sistēmas klasificē pēc šādām pazīmēm: atkarībā no siltumnesēja — tvaika, ūdens un jauktās sistēmas; pēc paralēli novietoto cauruļvadu skaita maģistrālajā posmā — viencaurules, divcauruļu un daudzcauruļu sistēmas; pēc karstā ūdens apgādes sistēmas pievienošanas veida siltumtīkliem — vaļējās un slēgtās sistēmas.

Slēgtajās siltumapgādes sistēmās karstā ūdens apgādes sistēma siltumtīkliem pievienota caur ūdens sildītāju, kurā sasilda ūdeni no ūdensvada.

Vaļējās siltumapgādes sistēmās ūdeni karstā ūdens apgādes vajadzībām ņem tieši no siltumtīkla.

9.5. CAURUĻVADU IZVIETOŠANA

Siltumtīklu cauruļvadus novieto tieši uz zemes, apakš zemes un virs zemes. Visos gadījumos cauruļvadu izvietojumam jāpanāk vislielākā drošība sistēmas darbībā ar vismazākajiem kapitālieguldījumiem un ekspluatācijas izdevumiem.

Visbiežāk cauruļvadus novieto apakš zemes. Apakšzemes izvietojuma gadījumā cauruļvadi var atrasties tieši gruntī (bezkanālu) vai kanālos. Atkarībā no vietējiem apstākļiem cauruļvadus novieto tieši uz zemes vai virs zemes tādā augstumā, lai netraucētu transportu un gājējus. Cauruļvadu izvietojumu virs zemes lieto ārpus pilsētas, rūpniecības uzņēmumu terito-

rijās, šķērsojot gravas, upes, dzelzceļus un citas būves. Virs zemes izvietoti cauruļvadi var atrasties pie ēku sienām un uz jumtiem.

Bez vietējiem apstākļiem cauruļvadu izvietojuma veidu nosaka arī šādi faktori: cauruļvadu diametrs, maģistrāļu veids, estētiskās prasības, ceļu un komunikāciju šķērsošanas sarežģītība, grunts kategorija. Izvietojuma veidu izvēlas, pamatojoties uz tehniski ekonomisku variantu salīdzinājumu.

Tā, piemēram, vismazākie kapitālieguldījumi nepieciešami neizolētu cauruļvadu apakšzemes bezkanālu izvietojumam. Tomēr lieli siltuma zudumi, kas it sevišķi rodas mitrā gruntī, rada ne vien ievērojamus papildu izdevumus, bet arī cauruļu priekšlaicīgu nolietošanos to ārējās virsmas korozijas rezultātā. Tāpēc, lai panāktu drošu cauruļvadu ekspluatāciju apakšzemes izvietojuma gadījumā, lieto cauruļvadu mehānisko aizsardzību, aizsardzību pret siltuma zudumiem un pretkorozijas aizsardzību.

Cauruļvadu mehānisko aizsardzību nodrošina ar konstruktīviem elementiem, bet aizsardzību pret siltuma zudumiem — ar cauruļu ārējās virsmas siltumizolāciju. Pretkorozijas aizsardzību veic ar speciāliem cauruļu ārējās virsmas pārklājumiem. Lietojot šādus aizsardzības veidus, palielinās siltumtīklu sākotnējās izmaksas, bet šie izdevumi atmaksājas pirmo ekspluatācijas gadu laikā, jo palielinās ekspluatācijas drošība un ievērojami samazinās siltuma zudumi.

9.5.1. Izvietojums apakšzemes kanālos

Lai aizsargātu cauruļvadus no gruntsūdens, atmosfēras nokrišņu un plūdu ietekmes un nodrošinātu to brīvu pagarināšanos siltuma ietekmē, cauruļvadus ievieto kanālos uz balstiem. Ūdens iekļūšanu kanālos novērš, aizpildot šuves starp atsevišķām kanālu sekcijām ar cementa javu un pārklājot kanālu sienas un pārsegumus ar 2 bitumena kārtām.

Kanālus ierīko gruntī ar slīpumu garenvirzienā apmēram 1...2%. Augsta gruntsūdens līmeņa apstākļos kanālu ārējās sienas un dibenu noklāj ar hidroizolāciju. Kanālos iekļuvušais ūdens aizplūst pa tekniem, kuru slīpums ir vismaz 0,002, vai paštecēs veidā ieplūst drenāžas sistēmā vai speciālos padziļinājumos, no kurienes to pārsūknē kanalizācijā.

Kanālu izmērus pieņem atkarībā no minimālā attāluma starp caurulēm un konstrukcijas elementiem. Kanāla ievietojuma dziļumu izvēlas ar tādu noteikumu, lai būtu minimāla apjoma zemes darbi un virszemes slodzes (piemēram, auto-transporta) vienmērīgi sadalītos uz kanāla pārsegumu. Visbiežāk grunts slāņa biezums virs kanāla pārseguma ir 0,8...

1,2 m, bet vietās, kur autotransporta kustība aizliegta, — ne mazāks par 0,6 m.

Cauruļvadu izvietošanu sāk ar pamata sagatavošanu zem kanāla. Kanāla sienas uzstāda pēc cauruļvadu montāžas un izolēšanas. Beigu stadijā uzliek pārseguma plāksnes.

9.5.2. Virszemes izvietojums

Cauruļvadu virszemes izvietojuma gadījumā nesošās konstrukcijas ir balsti un masti, kuri nodrošina caurulēm vajadzīgo attālumu no zemes virsmas; liela diametra cauruļvadiem parasti ierīko estakādes. Balstus parasti montē no dzelzsbetona blokiem, masti un estakādes ir no tērauda un dzelzsbetona. Metāliskos mastus uzstāda uz betona pamatiem un nostiprina ar enkurbultām. Attālumu starp balstiem un mastiem cauruļvadu virszemes izvietojumā pieņem vienādu ar attālumu starp balstiem kanālos.

Uzstādot starpbalstus, ar savilcējiem samazina balstu skaitu. Cauruļvadus balsta uz balstrulliņiem, kuri rada vismazāko horizontālo pretestību.

9.5.3. Balsti, kompensatori un apkalpošanas kameras

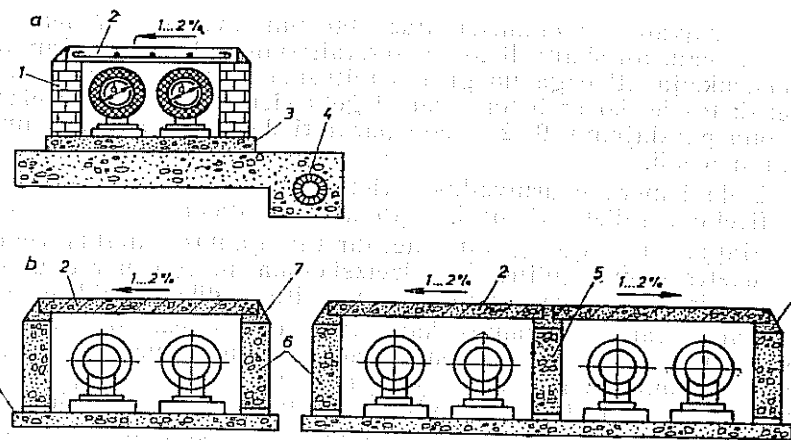
Izolēto cauruļu pārvietošanos termiskās pagarināšanās rezultātā nodrošina ar kustīgiem un nekustīgiem balstiem.

Nekustīgos balstus, kuri domāti cauruļvadu nostiprināšanai raksturīgajos punktos, lieto visos izvietojuma veidos. Par raksturīgajiem punktiem siltumtīklu trasē pieņemts uzskatīt atzarojumu vietas, aizbīdņu uzstādīšanas vietas, teleskopiskos kompensatorus, duļķu savācējus un nekustīgo balstu uzstādīšanas vietas. Visplašāko lietojumu ir ieguvuši vairogbalsti, kurus izmanto gan cauruļvadu bezkanālu izvietojumā, gan arī to izvietojumā necaurstaigājamos kanālos.

Attālumus starp nekustīgajiem balstiem aprēķina, ņemot vērā cauruļu izturību un pieņemto kompensatoru kompensācijas spēju.

Nekustīgie balsti uzņem vertikālo slodzi un ievērojamu horizontālo slodzi. Vertikālo slodzi nosaka cauruļvada, tajā esošā ūdens un izolācijas masa; horizontālo slodzi veido nelīdzsvarotie iekšējā spiediena spēki, kustīgo balstu pretestības spēki un kompensatoru reaktīvie spēki.

Nekustīgie balsti ir divu veidu: atslogotie un neatslogotie. Atslogotajos balstos spēki, kas darbojas uz tiem no pretējām pusēm, ir vienādi, bet neatslogotajos balstos šie spēki ir dažādi. Neatslogotie balsti dala cauruļvadu posmos, kuru termiskie pagarinājumi neietekmē blakusposmus.



9.12. att. Necaurstaigājamie kanāli:

a — ar ķieģeļu sienām; b — ar betona sienām; 1 — sienas; 2 — dzelzsbetona pārsegums; 3 — kanāla pamats; 4 — drenāžas caurule; 5 — betona plāksne; 6 — betona sienas; 7 — cementa java.

Kustīgos balstus uzstāda cauruļvadu izvietojumam kanālos un virs zemes.

Ir dažādi kustīgie balsti: slidošie, rullīšu un iekārtie.

Slidošos balstus izmanto visos cauruļvadu izvietojuma veidos, izņemot bezkanālu izvietojumu. Rullīšu balstus lieto cauruļvadu virszemes izvietojumam uz ēku sienām, kā arī to izvietojumam caurstaigājamos kolektoros uz kronšteinu. Iekārtos balstus uzstāda cauruļvadu virszemes izvietojuma gadījumā. Vietās, kur iespējama cauruļvadu vertikāla pārvietošanās, izmanto atsperbalstus.

Attālumu starp kustīgajiem balstiem pieņem, izejot no cauruļvadu izliekuma, kas atkarīgs no cauruļu diametra un sienas biezuma.

Lai noņemtu termiskos spriegumus, kuri rodas cauruļvadu pagarināšanās rezultātā, lieto kompensējošās ierīces — kompensatorus. Izšķir lokveida kompensatorus, kurus izveido kā cauruļvadu izlocījumus noteiktos attālos, un teleskopiskos (ass) kompensatorus. Izmanto arī trases pagriezienus par 90°, 120° leņķi, kuri darbojas kā kompensatori.

Kompensatora veida izvēli nosaka cauruļvadu izvietojuma apstākļi, to diametrs un siltumnesēja parametri.

Atkarībā no cauruļu skaita vienā rindā un to diametra lieto necaurstaigājamus, daļēji caurstaigājamus un caurstaigājamus kanālus un tuneļus.

Cauruļvadu ar diametru līdz 700 mm izvietojšanai neatkarīgi no cauruļu skaita lieto necaurstaigājamus kanālus. Kanālu konstrukcija atkarīga no grunts mitruma. Sausās gruntīs visbiežāk tos ierīko ar betona vai ķieģeļu sienām vai ar dzelzsbetona pārklājumu. 9.12. attēlā parādīti dažādi necaurstaigājamo kanālu veidi.

Liela izmēra cauruļvadus izvieto kanālos, kurus montē no unificētiem saliekamā dzelzsbetona elementiem.

Slapjās un vājās gruntīs necaurstaigājamus kanālus veido no dzelzsbetona gultnes ar dzelzsbetona plātņu pārsegumu. Arējo virsmu, teknes sienas un gultnes dibenu hidroizolē.

Daļēji caurstaigājamus kanālus ierīko sarežģītos apstākļos, kad jāšķērso esošās komunikācijas zem braucamās daļas augsta gruntsūdens līmeņa gadījumā. Daļēji caurstaigājamus kanālus lieto arī tad, kad jāizvieto neliels skaits cauruļu vietās, kur braucamās daļas uzlaušana ir izslēgta, un kad jāizvieto liela diametra (800...1400 mm) cauruļvadi. Caurstaigājamo kanālu augstums ir ne mazāks par 1400 mm. Kanālus montē no saliekamā dzelzsbetona elementiem.

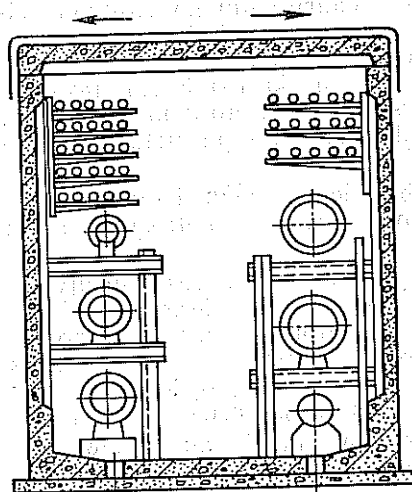
Caurstaigājamus kanālus — kolektorus būvē, ja ir liels skaits cauruļvadu. Tos izvieto zem lielu maģistrāļu ietvēm, lielu rūpniecības uzņēmumu teritorijās, posmos, kuri pieslēdzas termoelektrocenālēm. Kopā ar siltuma cauruļvadiem caurstaigājamus kanālos izvieto arī citas pazemes komunikācijas — elektrokabeļus, telefona kabeļus, ūdensvadu, zemspiediena gāzes vadu utt. Kolektorus paredzēta brīva vieta apkalpošanai personālam apskates un remonta veikšanai. Tajos ir ierīkots apgaismojums un dabiskā pieplūdes ventilācija.

Kolektorus būvē no ribotām plātnēm, rāmju konstrukciju posmiem, lieliem blokiem un telpiskajiem elementiem.

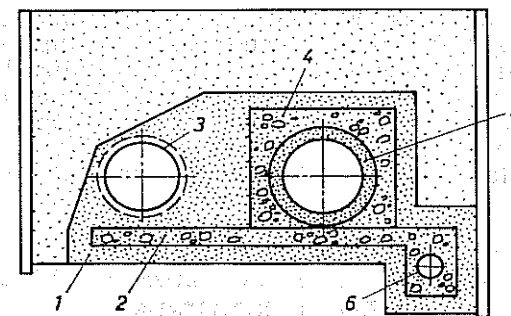
9.13. attēlā parādīts viens kolektora skats.

Cauruļvadu bezkanāla izvietojuma gadījumā mehāniskās aizsardzības nodrošināšanai caurulēm izveido pastiprinātu siltumizolāciju apvalku.

Kā priekšrocības cauruļvadu bezkanāla izvietojuma priekšrocības jāatzīmē celt-



9.13. att. Dzelzsbetona bloku kolektors.



9.14. att. Bezkanāla siltumvadu izvietojuma:
1 — aizbērums un starpkārta no smiltīm; 2 — grunts
uzbērums; 3 — atpakaļgaitas maģistrāle; 4 — aiz-
bērums un starpkārta no grunts; 5 — siltumizolā-
cija; 6 — drenāžas caurule.

niecības un montāžas darbu salīdzinoši nelielās izmaksas, nelielais zemes darbu apjoms un celtniecības ilgums. Kā trūkums jāmin tērauda cauruļu paaugstinātā korozija.

Cauruļu bezkanāla izvietojumu plaši lieto sausās smilšu gruntīs. Slapjām gruntīm cauruļu izvietojuma zonā jāierīko drenāža. 9.14. attēlā parādīta viena no cauruļu bezkanāla izvietojuma konstrukcijām, kurā paredzēta divu cauruļvadu izvietojuma smilšu un grants bērumā un drenāžas ierīkošana.

Drenāžu lieto, lai mākslīgi pazeminātu gruntsūdens līmeni, novēršot ūdens iekļūšanu konstrukcijās un siltumizolācijā. Sai nolūkā kopā ar siltuma cauruļvadiem ievieto speciālus drenāžas cauruļvadus kanāla sānos 200 m zemāk par tā pamatu. Drenāža sastāv no drenāžas caurules un filtrējošā materiāla — smilts un grants bēruma.

Drenāžas caurules ievieto ar slīpumu, kas nav mazāks par 0,003.

Drenāžas trasē ierīko skatakas un, ja nepieciešams, arī sūkņu stacijas.

Kompensatoru skaitu trasē pieņem atkarībā no cauruļvada termiskā pagarinājuma lieluma. Izraudzītā veida kompensatoru skaitu aprēķina, vadoties no to kompensācijas spējas.

Izbūvējot siltumtīklus ar cauruļvadu apakšzemes izvietojumu, tajos uzstādītās tehnoloģiskās iekārtas apkalpošanai paredz speciālās būves — apkalpošanas kameras. Kameru izmēri ir atkarīgi no cauruļvadu diametra un tajās izvietojamās iekārtas. Kamērās uzstāda noslēdzošo armatūru, teleskopiskos kompensatorus, nekustīgos balstus, duļķu savācējus,

atgaisotājus, drenāžas iekārtas u. c. Apkalpošanas eju platumu pieņem ne mazāku par 600 mm, augstumu — ne mazāku par 2 m.

Apkalpošanas kameras ir sarežģītas un dārgas būves, tāpēc tās paredz tikai nepieciešamības gadījumā, piemēram, lielos atzarojumos, teleskopisko kompensatoru un sadalošo aizbīdņu uzstādīšanas vietās.

Pašlaik plaši lieto apkalpošanas kameras no saliekamā dzelzsbetona.

9.6. PRETKOROZIJAS UN SILTUMIZOLĀCIJAS MATERIĀLI UN KONSTRUKCIJAS

Viens no galvenajiem siltumtīkla cauruļvadu bojāšanās iemesliem ir cauruļu iekšējo un ārējo sienu korozija. Iekšējās sienas korodē, iedarbojoties skābeklim un ogļskābajai gāzei, kurus satur siltumtīkla ūdens. Lai novērstu šo koroziju, ūdeni, ar kuru uzpilda un papildina siltumtīklu, attiecīgi apstrādā — mīkstina un atgāzē. Lai aizsargātu siltumtīkla cauruļvadus no ārējās korozijas, ko izraisa elektroķīmiskie un ķīmiskie procesi apkārtējās vides ietekmē, lieto pretkorozijas pārklājumus. Augsta kvalitāte ir pārklājumiem, kurus izveido rūpnīcas apstākļos.

Pretkorozijas pārklājuma veids ir atkarīgs no siltumnesēja temperatūras: līdz 100°C — bitumena gruntējums, 2 kārtas izola uz bitumena mastikas un apliekamais papīrs; līdz 150°C — bitumena gruntējums, 2 kārtas izola uz bitumena mastikas, apliekamais papīrs vai špaktelējums.

Pārklājuma izveidošanas tehnoloģiskais process ir šāds: uz caurulēm, kurām notīrīts korozijas slānis, eļļa, uzkausējumi un kušņi, tauki un mitrums, uzklāj grunti, uzlīmē izolācijas ruļvmateriālu vai uzklāj pārklājuma slāņus.

Cauruļvadu siltumizolācijai lieto dažādus materiālus: minerālvati, putubetonu, stiegrotu putubetonu, putustiklu, gāzbetonu, perlītu, azbestcementu, sovelītu, keramzītbetonu u. c. Izvietojot cauruļvadus kanālos, plaši lieto piekārtu izolāciju no minerālvates, bet bezkanāla izvietojumam izmanto autoklavēto, stiegrotu putubetonu, asfaltizolu, putustiklu, bet dažreiz arī sabērtu izolāciju (perlīts, vermikulīts u. c.).

Konstruktīvi siltumizolācija galvenokārt sastāv no trim slāņiem: siltumizolējošā, pārklājuma un apdares slāņa. Pārklājuma slānis ir domāts izolācijas aizsargāšanai no mehāniskiem bojājumiem un mitruma iekļūšanas, t. i., siltumtehniko īpašību saglabāšanai. Lai izveidotu pārklājuma slāni, lieto dažādus materiālus ar nepieciešamo izturību un mitrumnecaurlaidību: papi, pergaminu, stikla audumu, folijas izolu, lokšņu tēraudu un dūralumīniju.

Plašu lietojumu ir ieguvusi izolācija, kura sastāv no cilindriskā apvalka, kas pildīts ar minerālvati, vai gabalmateriāliem — plāksnēm, čaulām, segmentiem.

Siltumizolācijas biežumu nosaka ar aprēķinu. Maksimālo siltumizolācijas biežumu pieņem atkarībā no cauruļvadu izvietošanas veida un siltumnesēja.

Cauruļvadu bezkanāla izvietošanas gadījumā gruntis ar paugstinātu aktivitāti rodas cauruļvadu korozija klaidstrāvu ietekmē. Cauruļu aizsardzībai pret elektrokoroziiju veic pasākumus, kuri novērš klaidstrāvu nokļūšanu pie metāliskām caurulēm, vai ierīko tā saucamo elektrisko drenāžu vai katod-aizsardzību.

9.7. PATĒRĒTĀJU PIEVIEŅOŠANA SILTUMTĪKLIEM

Apkures sistēmu, ventilācijas un karstā ūdens apgādes atsevišķu abonementu pieslēgšanas veidu siltumtīkliem nosaka, pirmkārt, prasības, kuras nodrošina vietējo sistēmu drošu darbību, un, otrkārt, siltumapgādes sistēma. Siltumapgādes sistēmas darbība kopumā ir atkarīga no daudziem faktoriem: sistēmas veida, siltumnesēja parametriem, siltuma padeves regulēšanas paņēmiena, spiedienu starpības visos atzarojumos, apkārtnes reljefa, kā arī no patērētāju atsevišķu sistēmu uzdevuma.

Vietējās sistēmas izvērza siltumtīkliem šādas prasības: nodrošināt dotos siltumnesēja parametrus un tā daudzumu punktā, kur pieslēdzas abonements; siltuma padeves režīmam jāatbilst galveno patērētāju režīmam; siltumnesējam nedrīkst būt piemaisījumi, kuri izraisa koroziju vai cauruļvadu un iekārtu aizsērēšanu.

Nemot vērā patērētāju lielo dažādību, kuri izvietoti siltumtrases dažādos punktos, radās nepieciešamība viena veida patērētājus pievienot pēc atšķirīgām shēmām.

9.7.1. Apkures sistēmu pievienošanas veidi

Apkures sistēmu pievienošanas shēma siltumtīkliem ir atkarīga no siltumnesēja veida un tā parametriem, siltumtīklu darba režīma un apsildāmo ēku rakstura (9.15. att.).

Neatkarīgās pievienošanas shēmu (9.15. att. a) caur ūdens sildītāju 1 izvēlas tajos gadījumos, kad siltumtīklu un apkures sistēmas darba režīmi nesakrīt, piemēram, siltumnesēja spiediens un temperatūra siltumtīklos pārsniedz apkures sistēmā pieļaujamās vērtības. Paņēmienam ir šādas priekšrocības: apkures sistēmas darba režīms neietekmē siltumapgādes

sistēmu; apkures sistēma nepiesārņo siltumtīklu ūdeni; var regulēt siltuma padeves režīmu atbilstoši dažādu ēku siltuma zudumiem.

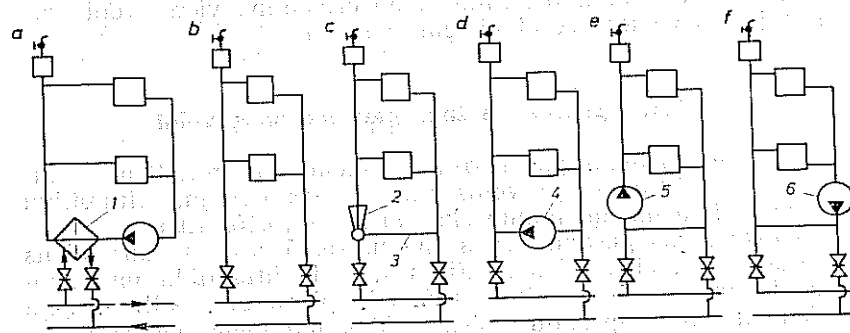
Tiešās pievienošanas shēmu (9.15. att. b) lieto visos gadījumos, kad siltumtīklu parametri un darba režīms atbilst apkures sistēmai. Pēc šādas shēmas pievieno dzīvojamās mājas tāda gadījumā, ja ūdens temperatūra siltumtīklos nepārsniedz vērtības, kuras nosaka sanitārās normas.

Apkures sistēmas pievienošanas shēma ar elevatoru (9.15. att. c) ir viena no izplatītākajām shēmām.

Shēmas darbības princips ir šāds. No turpgaitas maģistrāles ūdeni padod uz elevatoru 2, kur tas samaisās ar atdzisušo ūdeni, kas pieplūst pa pārvienojumu 3 no apkures sistēmas atpakaļgaitas vada. Ūdens daudzums, kuru pievieno turpgaitas ūdenim no siltumtīkliem, ir atkarīgs no apkures sistēmā nepieciešamās temperatūras un ūdens temperatūras siltumtīklu turpgaitas maģistrālē. Apkures sistēmas atdzisušo ūdeni, kurš nav izlietots elevatorā, ievada siltumtīklu atpakaļgaitas maģistrālē. Nepieciešamā ūdens daudzuma piemaisīšana notiek atkarībā no ūdens spiedienu starpības turpgaitas un atpakaļgaitas maģistrālēs. Ja spiedienu starpība nenodrošina nepieciešamā ūdens daudzuma piemaisīšanu, tad lieto apkures sistēmu pievienošanas shēmas ar sūkņiem, kurus uzstāda elevatoru vietā.

Sūkni 4 pārvienojumā (9.15. att. d) uzstāda tāda gadījumā, kad spiedienu starpība siltumtīklu turpgaitas maģistrālē ir nepietiekama apkures sistēmas pretestības pārvarēšanai.

Sūkni 5 turpgaitas maģistrālē (9.15. att. e) uzstāda tad, ja nav pietiekams spiediens siltumtīklu turpgaitas maģistrālē — tas vienāds vai mazāks par statisko spiedienu apkures sistēmā. Parasti to novēro, pieslēdzot siltumtīkliem augstceltnes.



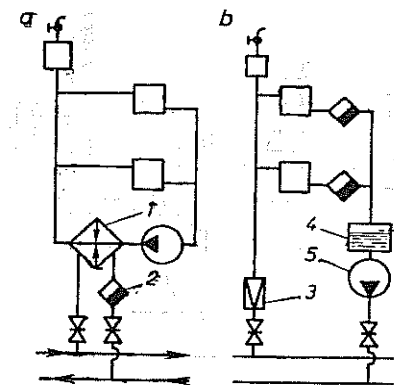
9.15. att. Divcauruļu apkures sistēmu pieslēgšanas shēmas siltumtīkliem.

Sūkni 6 atpakaļgaitas maģistrālē (9.15. att. f) lieto gadījumos, kad spiediens siltumtīklu turpgaitas maģistrālē ir mazāks nekā atpakaļgaitas maģistrālē vai spiediens siltumtīklu atpakaļgaitas maģistrālē pārsniedz dotajā sistēmā pieļaujamo vērtību.

Apkures sistēmu pievienošana tvaika siltumtīkliem var būt atkarīga (tiešā) un neatkarīga (9.16. att.).

Apkures sistēmu neatkarīgo pievienošanu tvaika siltumtīkliem (9.16. att. a) izpilda tāpat kā pievienošanu ūdens siltumtīkliem. Siltumcentrā ūdens-ūdens sildītāja vietā uzstāda tvaika-ūdens sildītāju 1 ar kondensātu 2.

Tiešo pievienošanu (9.16. att. b) lieto tādiem patērētājiem, kuriem sanitārās normas atļauj paaugstinātu temperatūru (virs 95°C) uz sildķermeņu virsmas. Lai pazeminātu spiedienu turpgaitas maģistrālē, šādu patērētāju pievienošanas vietās uzstāda redukcijas vārstu 3. Kondensāts no sildķermeņiem saplūst speciālā kondensācijas tvertnē 4 un ar sūkni 5 tiek pār-sūknēts siltumtīklu kondensātvadā.



9.16. att. Tvaika apkures sistēmu pieslēgšanas shēmas siltumtīkliem.

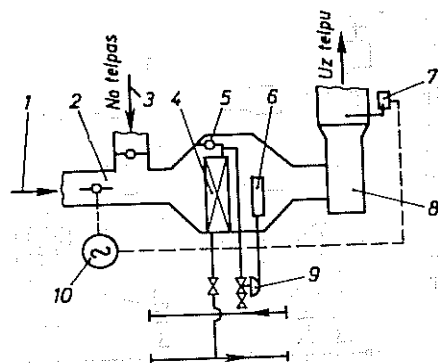
9.7.2. Apkures ventilācijas iekārtu pievienošanas paņēmieni

Apkures ventilācijas tehnikā gaisa sildīšanai plaši izmanto kalorifera iekārtas. Tās lieto gaisa apkures sistēmās, ventilācijas sistēmās un gaisa aizkaru radīšanai.

Kalorifera iekārtas pievieno tieši siltumtīkliem, ja to ļauj kalorifera parametri. Pretējā gadījumā ieejā uzstāda redukcijas vārstu.

Aplūkosim darbības principu kalorifera iekārtai (9.17. att.), kas pievienota tieši siltumtīkliem pēc parastās shēmas. Ar gaiss 1 ieplūst samaisīšanas kamerā 2, kur tas sajaucas ar recirkulācijas gaisu 3 no telpas un nedaudz sasilst.

Gaisa galvenā sasildīšana līdz nepieciešamai temperatūrai



9.17. att. Ventilācijas sistēmu kaloriferu pieslēgšanas shēmas siltumtīkliem.

9.7.3. Karstā ūdens apgādes sistēmu pievienošanas paņēmieni

Atkarībā no siltumtīklu veida lieto divus principiāli atšķirīgus karstā ūdens apgādes sistēmu pievienošanas paņēmienus — tiešo un neatkarīgo pievienošanu. Ja karstā ūdens apgādes sistēma pievienota siltumtīkliem tieši, tad siltumapgādes sistēma ir vaļēja, pretējā gadījumā tā ir slēgta sistēma.

Tiešās pievienošanas gadījumā ūdeni, kurš nonāk karstā ūdens apgādes sistēmā, ņem tieši no siltumtīkliem. Pie turpgaitas un atpakaļgaitas maģistrālēm karstā ūdens apgādes sistēmu pievieno caur maisītāju, kuru regulē automātiski.

Neatkarīgās pievienošanas gadījumā ūdeni patērētājiem padod no ūdensvada, to sasildot virsmas ūdens sildītājā ar ūdeni no siltumtīkliem.

9.8. SILTUMCENTRU IEKĀRTAS UN TO IZVIETOŠANA. ELEVATORS

Pie abonementiem ierīko speciālas telpas centrāliem siltumcentriem (CSC) vai vietējiem siltumcentriem (VSC), kurās izvieto iekārtas, noslēdzošo-regulējošo armatūru, kontrolaparāturu un mēraparātus. VSC skaits vienā ēkā ir atkarīgs no tās tilpuma, garuma un telpu izvietojuma. Siltumcentra telpā ierīko pastāvīgu elektrisko apgaismojumu un pieplūdes-noplūdes ventilāciju, ūdensvadu un kanalizāciju. Siltumcentra izmērus pie-

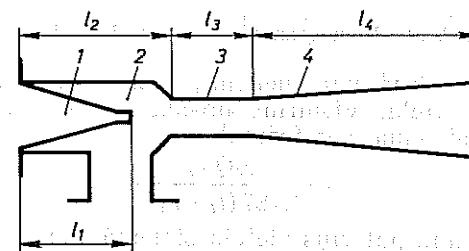
notiek kaloriferā 4. Sasildīto gaisu ar ventilatoru 8 padod telpā. Telpā ievadāmā gaisa temperatūru regulē ar vārstu 9. Impulsu padod no releja 6, kurš uzstādīts aiz kalorifera. Gaisa temperatūras galīgo regulēšanu veic ar kontakttermometru 7 un servomotoru 10 (reversīvu elektromotoru ar automātisku griešanās virziena maiņu). Gaisa novadīšana garām kaloriferam notiek caur apvadkanālu, uz kura ir aizbīdnis 5.

ņem ar tādu noteikumu, lai būtu brīva pieeja iekārtām, ērta to montāža un remonts. Siltumcentru (kā VSC, tā arī CSC) izmēri ir atkarīgi no patērētāju skaita un to pievienošanas veida. Ja ir visu veidu patērētāji (apkure, ventilācija un karstā ūdens apgāde), minimālie VSC izmēri (vaļējai sistēmai ar elevatoru) ir šādi: garums 4,5 m, platums 1,5 m un augstums 2,4 m. Dzīvojamām mājām un iestādēm bez karstā ūdens apgādes siltumcentra izmēri ir $4 \times 1,5 \times 2,5$ m, ar karstā ūdens apgādi — $8 \times 5 \times 2,5$ m; skolām un bērnu iestādēm siltumcentra izmēri ir $6 \times 4 \times 2,5$ m.

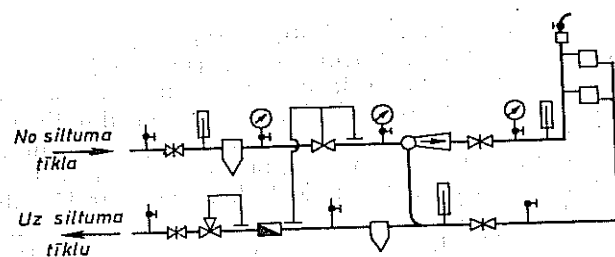
Rūpniecības uzņēmumiem, slimnīcām ar vairākiem korpusiem un jauniem dzīvojamajiem kvartāliem jāparedz CSC, kuros uzskaita siltumnesēja patēriņu un kontrolē tā parametrus. CSC augstumam jābūt ne mazākam par 4 m.

Ja iekārta siltumcentrā ir uzstādīta 2,5 m un lielākā augstumā, tās apkalpošanai ierīko pastāvīgas platformas ar nožogojumiem un kāpnēm. Apkures sistēmas pievieno ārējiem siltumtīkliem (ja ūdens temperatūra turpgaitas maģistrālē $130 \dots 150^\circ\text{C}$) ar elevatora palīdzību. Elevatora shēmā (9.18. att.) redzams, ka tas sastāv no sprauslas 1 ar garumu l_1 , piemaisīšanas kameras 2 ar garumu l_2 , samaisīšanas kameras 3 ar garumu l_3 , difuzora 4 ar garumu l_4 . Augstas temperatūras ūdens, izejot caur sprauslu, iegūst lielu ātrumu, un telpā starp sprauslu un samaisīšanas kameru rodas retinājums. Retinājuma ietekmē ūdens no atpakaļgaitas maģistrāles ieplūst piemaisīšanas kamerā. Samaisīšanas kamerā notiek abu plūsmu ātrumu izlīdzināšanās. 9.19. attēlā parādīta elevatora mezgla shēma.

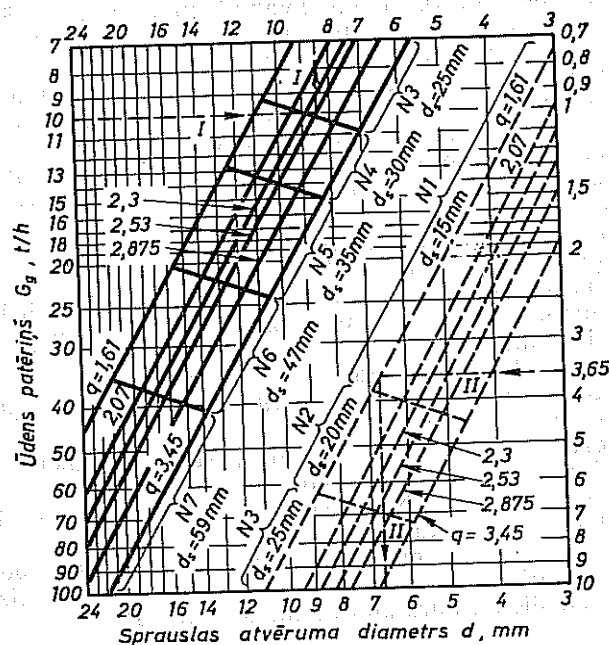
Elevatorus lieto apkures sistēmās, kurās spiediena zudumi nav lielāki par 15 kPa. Ar vienu elevatoru var apkalpot ēku grupu ar kopējo siltuma patēriņu līdz 350 kW, turklāt spiediena zudumi atsevišķu ēku cauruļvados nedrīkst pārsniegt 10 kPa. Elevatora lietderības koeficients ir zems, tāpēc spiedienam siltumtīklos pirms elevatora jābūt 5...10 reizes lielākam par spiedienu, kurš zūd apkures sistēmā.



9.18. att. Elevatora shēma.



9.19. att. Elevatora mezgla shēma.



9.20. att. Nomogramma elevatora izvēlei.

Elevatora izmērus var pieņemt, izmantojot nomogrammu, kas dota 9.20. attēlā. Vispirms nosaka ūdens daudzumu, kas cirkulē vietējā sistēmā, pēc formulas

$$G_{v.s} = \frac{3,6Q_{v.s}}{4,187(t_t - t_a)} \quad (9.1)$$

kur $Q_{v.s}$ — siltuma patēriņš vietējā sistēmā, W;
 t_t — karstā ūdens temperatūra, °C;
 t_a — atdzisušā ūdens temperatūra, °C.

Atrod elevatora sajaukšanas koeficientu

$$q = \frac{t_{st} - t_t}{t_t - t_a} \quad (9.2)$$

kur t_{st} — siltumtīkla karstā ūdens temperatūra, °C.

Reducēto ūdens daudzumu G_g , t/h, nosaka pēc formulas

$$G_g = \frac{G_{v.s}}{10\sqrt{p_{v.s}}} \quad (9.3)$$

kur $p_{v.s}$ — vietējās apkures sistēmas, hidrauliskā pretestība, Pa.

Pēc 9.20. attēla nomogrammas, zinot G_g un q , atrod elevatora numuru un sprauslas atvēruma diametru d .

9.9. CELTNIECĪBAS SILTUMAPGĀDE

Būvlaukumā siltumu izmanto 1) celtniecības darbu veikšanai — sasalušas grunts atkausēšanai, ūdens un smilšu sildīšanai, javas un betona sagatavošanai, betona cietēšanas paātrināšanai u.c.; 2) rūpniecības uzņēmumu tehnoloģiskajām vajadzībām tvaicēšanas kamerās, žāvētavās, autoklāvos u.c.; 3) ģērbtuvju, ražošanas un administratīvo ēku apkurei; 4) celamo ēku pagaidu apsildei un žāvēšanai.

Lielos būvlaukumos ir arī tādi patērētāji kā pirtis, veļas mazgātavas, dezinficēšanas kameras, ēdnīcas u.c.

Celtniecības siltumapgādei siltumu vislabāk izmantot no rajonā esošām TEC vai pietiekoši lielas jaudas katlu mājām. Ja šo siltumavotu nav vai nav iespējams tos izmantot, tad, sākot celtniecību, būvē vietējās katlu mājas vai ierīko pagaidu katlu.

Ja iespējams, tad būvlaukuma vietējās katlu mājās un siltumtīklos jāizmanto pastāvīgās vai perspektīvās siltumapgādes sistēmas atsevišķi elementi. Lietderīgi projektēt lielas jaudas siltumavotus. Mazas jaudas katlu mājas, kas izkaisītas pa celtniecības teritoriju, nav izdevīgas, jo to ekspluatācijas izmaksas ir daudz lielākas.

Nelielos objektos ar īsu celtniecības laiku ērtāk ierīkot pārvietojamas vai saliekamas pagaidu katlu mājas un siltuma iekārtas, kuras vēlāk var izmantot citās būvēs.

Pēdējā laikā rūpnieciski izgatavo samērā racionālas, celtniecības apstākļiem piemērotas pārvietojamas katlu mājas. Tās rūpnieciski izgatavo gan ar ūdenssildītājiem katliem, gan ar tvaika katliem. Visplašāk izplatītas ir pārvietojamās tvaika katlu iekārtas, kas izvietotas speciālos dzelzceļa vagonos; tvaiku var izmantot arī būvniecības procesā.

Stacionārām celtniecības katlu iekārtām izmanto tos pašus katlus, kurus lieto apkures un apkures-ražošanas katlu mājām ar mazu un vidēju jaudu.

Katlu mājas celtniecības vajadzībām un pat pagaidu katlu mājas jāapriko ar mehanizētu kurināmā padevi un pelnu aizvākšanu, kā arī ar kurināmā noliktavu. Katlu un kurtuvju veids jāpiemeklē atkarībā no vietējā kurināmā, bet, ja tāda nav, tad atkarībā no lētākā pieejamā kurināmā.

9.10. BŪVĒJAMO ĒKU ŽĀVĒŠANA

Celtnu būvēšanas laikā galvenie mitruma avoti: mitrums, ko satur būvdetaļas un materiāli, — tā saucamais iebūvētais tehnoloģiskais mitrums; atmosfēras mitrums nokrišņu veidā un ūdens tvaiks, kuru satur gaiss. Parasti pirms apdares darbu sākšanas mitrums tuvojas maksimālajam.

Iebūvētā tehnoloģiskā mitruma saturs celtniecības materiālos un detaļās var būt ļoti augsts, un tas atkarīgs no izgatavošanas tehnoloģiskā procesa un žāvēšanas kvalitātes, iekšējo darbu tehnoloģijas un citiem faktoriem.

Ilgstoši glabājot atklātā vietā celtniecības materiālus un detaļas, kuras izceļas ar paaugstinātu sorbcijas spēju, to piesātinājums ar mitrumu ievērojami pieaug.

Būvēšanas laikā celtnē pirms jumta uzlikšanas iekļūst atmosfēras mitrums.

Liela praktiska nozīme ir iebūvētā tehnoloģiskā mitruma un atmosfēras mitruma samazināšanai, it sevišķi mitra klimata apstākļos vai liela atmosfēras nokrišņu daudzuma gadījumā. Daudzus iekšējos darbus var sekmīgi veikt tikai noteiktā gaisa temperatūrā un ar pietiekoši sausām konstrukcijām.

Lai paātrinātu celtnu konstrukciju žūšanu un nodrošinātu pienācīgus apstākļus darbu veikšanai, pašlaik izmanto ne tikai apkures sistēmas, bet arī speciālas siltuma iegūšanas iekārtas, kuras darbojas ar dažādām degvielām.

PIELIKUMI

17. pielikums

Gaisa parametri

t, °C	ρ , kg/m ³	x, g/kg
-20	1,396	0,8
-18	1,385	0,93
-16	1,374	1,11
-14	1,363	1,3
-12	1,353	1,5
-10	1,342	1,8
-8	1,332	2,08
-6	1,322	2,4
-4	1,312	2,8
-2	1,303	3,3
0	1,293	3,9
2	1,284	4,48
4	1,275	5,1
6	1,265	5,79
8	1,256	6,65
10	1,248	7,63
12	1,239	8,75
14	1,23	9,97
16	1,222	11,4
18	1,213	12,9
20	1,205	14,7
22	1,197	16,8
24	1,189	18,8
26	1,181	21,4

Apāja šķēsgriezuma tērauda

$\frac{v^2 \rho}{2}$ Pa	v , m/s	Gaisa daudzums, m ³ /h, (augšējais skaitlis) un spiediena						
		100	110	125	140	160	180	200
0,006	0,1	2,8 0,004	3,4 0,003	4,42 0,003	5,64 0,003	7,2 0,002	9,2 0,002	11,3 0,002
0,0245	0,2	5,6 0,01	6,8 0,01	8,8 0,009	11,1 0,008	14,5 0,007	18,3 0,006	22,6 0,0055
0,054	0,3	8,4 0,03	10,2 0,02	13,3 0,02	16,8 0,02	21,7 0,01	27,5 0,01	33,9 0,01
0,096	0,4	11,3 0,04	13,7 0,04	17,7 0,03	22,1 0,03	28,9 0,02	36,6 0,02	45 0,02
0,15	0,5	14,1 0,06	17,1 0,06	22,1 0,05	27,7 0,04	36,2 0,04	45,8 0,03	56,5 0,03
0,215	0,6	16,9 0,09	20,5 0,08	26,5 0,07	33,2 0,06	43,4 0,05	54,9 0,04	67,8 0,04
0,294	0,7	19,8 0,12	23,9 0,1	30,9 0,09	38,8 0,08	50,6 0,06	64,1 0,06	79,1 0,05
0,382	0,8	22,6 0,15	27,3 0,13	36,3 0,11	44 0,1	57,9 0,08	73,2 0,07	90,4 0,06
0,49	0,9	25,4 0,18	30,8 0,16	39,7 0,14	49,8 0,12	65,1 0,1	82,4 0,09	102 0,08
0,6	1	28,4 0,22	34,2 0,19	44,2 0,17	56,4 0,14	72,3 0,12	91,6 0,11	113 0,09
0,725	1,1	31,1 0,25	37,6 0,23	48,6 0,2	60,9 0,17	79,6 0,14	101 0,12	124 0,11
0,86	1,2	33,9 0,29	41 0,26	53 0,23	66,5 0,2	86,8 0,17	110 0,15	136 0,13
1,01	1,3	36,7 0,34	44,4 0,3	57,4 0,26	72 0,23	94 0,19	119 0,17	147 0,15
1,177	1,4	39,6 0,39	47,9 0,34	61,8 0,29	77,5 0,26	101 0,22	128 0,19	158 0,17
1,353	1,5	42,4 0,44	51,3 0,39	66,2 0,33	83,1 0,29	109 0,25	137 0,22	170 0,19
1,54	1,6	45,2 0,5	54,7 0,44	70,6 0,37	88,6 0,32	116 0,27	147 0,24	181 0,21
1,735	1,7	48 0,53	58,1 0,49	75,1 0,42	94,2 0,36	123 0,3	156 0,27	192 0,24

gaisa vadu aprēķina tabula

zudumi berzē (apakšējais skaitlis), ja gaisa vada iekšējais diametrs, mm, ir									
225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
14,3 0,001	18 0,001	22 0,001	28 0,001	36 0,001	45 0,001	57 0,001	71 0,001	89 —	112 —
28,6 0,005	35 0,004	44 0,004	56 0,003	71 0,003	90 0,002	114 0,002	141 0,002	177 0,001	224 0,001
42,9 0,01	53 0,008	66 0,007	84 0,006	107 0,005	136 0,005	172 0,004	212 0,004	267 0,003	336 0,003
57,2 0,02	71 0,01	89 0,01	112 0,01	142 0,009	181 0,008	229 0,007	283 0,006	354 0,005	449 0,004
71,5 0,02	88 0,02	111 0,02	140 0,02	178 0,01	226 0,01	286 0,01	353 0,009	443 0,008	561 0,006
85,8 0,03	106 0,03	133 0,03	168 0,02	214 0,02	271 0,01	343 0,01	424 0,01	532 0,01	673 0,009
100 0,04	124 0,04	155 0,03	196 0,03	249 0,02	317 0,02	401 0,02	495 0,02	620 0,02	785 0,01
114 0,05	141 0,05	177 0,04	224 0,04	285 0,03	362 0,03	458 0,02	565 0,02	709 0,02	897 0,01
129 0,07	159 0,06	199 0,05	252 0,04	321 0,04	407 0,03	515 0,03	636 0,02	798 0,02	1009 0,02
143 0,08	177 0,07	222 0,06	280 0,05	353 0,04	452 0,04	572 0,03	707 0,03	886 0,03	1122 0,02
157 0,09	194 0,08	244 0,07	308 0,06	392 0,05	497 0,05	629 0,04	777 0,03	975 0,03	1254 0,03
172 0,11	212 0,09	266 0,08	376 0,07	427 0,06	543 0,05	687 0,05	848 0,04	1063 0,04	1346 0,03
186 0,13	230 0,11	288 0,1	365 0,08	453 0,07	588 0,06	744 0,05	918 0,05	1152 0,04	1458 0,03
200 0,14	247 0,13	310 0,11	393 0,09	499 0,08	633 0,07	861 0,06	989 0,05	1241 0,05	1570 0,04
215 0,16	265 0,14	332 0,12	421 0,11	534 0,09	678 0,08	858 0,07	1060 0,06	1329 0,05	1682 0,05
229 0,18	283 0,16	354 0,14	449 0,12	570 0,1	723 0,09	916 0,08	1130 0,07	1418 0,05	1795 0,05
243 0,2	300 0,18	377 0,16	477 0,13	605 0,12	768 0,1	973 0,09	1201 0,08	1507 0,07	1907 0,06

Apāja šķērsgriezuma tērauda

$\frac{v^2/\rho}{2}$ Pa	v, m/s	Gaisa daudzums, m ³ /h, (augšējais skaitlis) un spiediena						
		100	110	125	140	160	180	200
1,94	1,8	50,9 0,61	61,5 0,54	79,5 0,46	99,7 0,4	130 0,34	165 0,29	204 0,26
2,17	1,9	53,7 0,67	65 0,6	83,9 0,51	105 0,44	137 0,37	174 0,32	215 0,28
2,4	2	56,5 0,73	68,4 0,65	88,3 0,56	111 0,48	145 0,41	183 0,35	226 0,26
2,64	2,1	59,3 0,8	71,8 0,71	92,7 0,61	116 0,53	162 0,45	192 0,38	237 0,33
2,9	2,2	62,2 0,87	76,2 0,77	97,1 0,66	122 0,58	169 0,49	201 0,42	249 0,36
3,18	2,3	65 0,95	78,6 0,84	101 0,71	127 0,61	172 0,53	211 0,45	266 0,4
3,46	2,4	67,8 1,02	82,1 0,91	106 0,77	134 0,66	174 0,57	220 0,49	271 0,43
3,75	2,5	70,6 1,1	85,5 0,98	110,4 0,83	139 0,72	181 0,6	229 0,53	282 0,46
4,05	2,6	73,5 1,17	88,9 1,05	115 0,89	144 0,77	188 0,65	238 0,56	294 0,49
4,36	2,7	76,3 1,26	92,3 1,11	119 0,96	150 0,83	195 0,7	247 0,6	305 0,45
4,7	2,8	79,1 1,35	95,7 1,19	124 1,02	155 0,88	203 0,74	256 0,64	316 0,55
5,4	3	84,8 1,53	103 1,35	133 1,16	166 1	217 0,85	275 0,73	339 0,63

18. pielikuma turpinājums

gaisa vadu aprēķina tabula

zudumi berzē (apakšējais skaitlis), ja gaisa vada iekšējais diametrs, mm, ir									
225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
268 0,23	318 0,2	399 0,17	505 0,15	641 0,13	814 0,11	1030 0,1	1272 0,08	1595 0,07	2019 0,06
272 0,25	336 0,22	426 0,19	533 0,16	677 0,14	859 0,12	1087 0,1	1342 0,09	1684 0,09	2131 0,08
286 0,24	353 0,21	443 0,18	561 0,15	712 0,13	904 0,11	1145 0,1	1413 0,09	1772 0,09	2245 0,08
300 0,29	371 0,25	465 0,23	589 0,2	748 0,17	950 0,15	1202 0,13	1484 0,11	1871 0,10	2355 0,08
315 0,31	389 0,27	487 0,24	617 0,21	734 0,18	995 0,16	1259 0,14	1554 0,12	1950 0,1	2468 0,09
329 0,34	406 0,30	510 0,27	645 0,23	819 0,2	1040 0,17	1316 0,15	1625 0,13	2038 0,11	2538 0,10
343 0,37	424 0,32	532 0,28	673 0,25	865 0,21	1085 0,18	1373 0,16	1696 0,14	2127 0,12	2692 0,10
358 0,4	442 0,35	554 0,3	701 0,27	890 0,23	1130 0,2	1431 0,17	1766 0,15	2216 0,13	2804 0,11
372 0,43	459 0,37	576 0,32	729 0,28	926 0,25	1176 0,21	1488 0,18	1837 0,16	2304 0,14	2916 0,12
386 0,4	477 0,35	598 0,3	757 0,26	962 0,23	1221 0,23	1545 0,2	1908 0,17	2393 0,15	3028 0,13
401 0,49	495 0,44	620 0,37	785 0,32	997 0,27	1266 0,24	1602 0,21	1978 0,18	2481 0,16	3141 0,14
429 0,55	530 0,49	665 0,42	841 0,3	1068 0,31	1356 0,27	1717 0,24	2120 0,21	2659 0,18	3365 0,16

19. pielikums

Korekcijas koeficienta β vērtības

v , m/s	Gipsbetons	Sārņu betons	Kieģeļi	Apmetums uz sieta
0,2	1,04	1,06	1,15	1,33
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
0,8	1,13	1,19	1,4	1,69
1,0	1,16	1,23	1,46	1,77
1,2	1,18	1,25	1,5	1,84
1,6	1,22	1,31	1,58	1,95
2	1,25	1,35	1,65	2,04
3	1,32	1,43	1,75	2,2

20. pielikums

Ventilācijas žalūzijas restiņu galvenie raksturlielumi

Izmēri, mm	Aktīvā šķērsgrīzuma laukums, m ²	Gaisa caurplūde, m ³ /h, ja gaisa ātrums aktīvajā šķērsgrīzumā, m/s, ir						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
100×100	0,0087	12,5	15,6	18,7	21,8	25	28	31
150×150	0,013	18,7	23,4	28	32,7	37	42	47
150×200	0,0173	24,9	31,2	37,4	43,6	50	56	62
150×250	0,0217	31,4	38,0	46,8	54,6	62	70	78
150×300	0,026	37,4	46,8	56,2	65,6	75	84	94
200×200	0,0231	33,2	41,6	49,8	58,2	67	75	83
200×250	0,0289	41,6	52	62,4	72,8	83	94	104
200×300	0,0346	49,9	62,3	74,8	87	100	112	125
250×250	0,0361	52	65	78	91	104	117	130
200×350	0,0405	58,3	73	87	102	117	132	146

21. pielikums

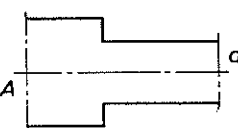
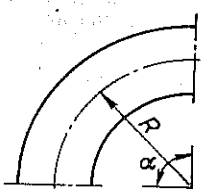
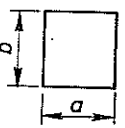
Ekvivalentie diametri ķieģeļu kanāliem

Ķieģeļu kanāla izmēri, ķieģeļi	Kanāla šķērsgrīzuma laukums (ar šuvēm), m ²	Ekvivalents diametrs pēc laukuma, mm	Ekvivalents diametrs pēc berzes, mm
1/2×1/2	0,02	165	140
1/2×1	0,038	215	180
1×1	0,073	320	265
1×1 1/2	0,11	375	320
1×2	0,14	440	375
2×2	0,28	595	545
2×2 1/2	0,35	660	595
2×3	0,42	775	660
2×4	0,56	885	660
2 1/2×2 1/2	0,43	775	660

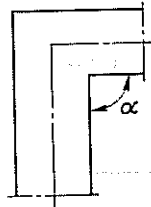
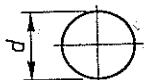
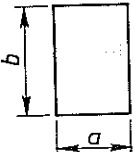
Piezīme. Kvadrātveida šķērsgrīzuma kanāliem ekvivalents diametrs vienāds ar šķērsgrīzuma malas kvadrātu.

22. pielikums

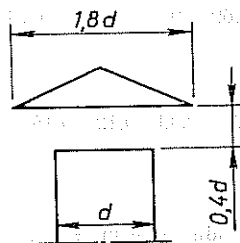
Gaisa vadu elementu vietējās pretestības koeficienta ξ vērtības

Gaisa vadu elements	Vietējās pretestības koeficients ξ
Paplašinājums 	$\xi = \left(1 - \frac{A}{A'}\right)^2$
Sašaurinājums 	$\xi = 0,5 \left(1 - \frac{A}{A'}\right)^2$
Apaļa un taisnstūrveida šķērsgrīzuma līkņi    	Ja R/d ir 1, ξ ... 0,09 0,13 0,16 0,21 0,24 Ja R/d ir 2, ξ ... 0,07 0,09 0,12 0,15 0,18 Taisnstūrveida līkņiem ξ jāreizina ar c vērtību: a/b ... 0,25 0,5 1 1,5 2 c ... 1,3 1,17 1 0,9 0,85

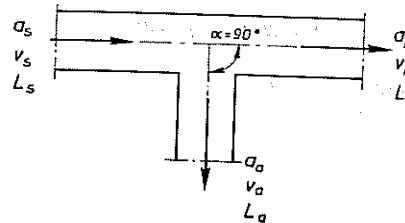
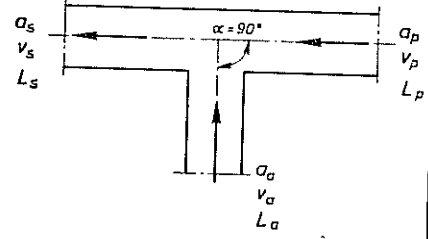
22. pielikuma turpinājums

Gaisa vadu elements	Vietējās pretestības koeficients ξ
Apāļa, kvadrātveida vai taisnstūrveida šķērssgriezuma lenķgabals 	α ... 30° 45° 60° 90° 120° ξ ... 0,16 0,32 0,56 1,2 2,3
  	Taisnstūrveida šķērssgriezuma lenķgabaliem ξ jāreizina ar c vērtību: a/b ... 0,25 0,5 1 1,5 2 c ... 1,1 1,07 1 0,95 0,9

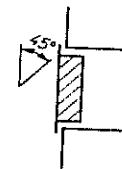
Šahta ar kapi


 $\xi = 1,3$

22. pielikuma turpinājums

Gaisa vadu elements	Vietējās pretestības koeficients ξ
Pieplūdes 90° T gabals 	Ja $a_n + a_p > a_s$ vai $a_p = a_s$: v_n/v_p ... 0,4 0,5 0,6 0,8 1 1,2 ξ_p ... 0,4 0 -0,1 -0,1 0 1,2 ξ_n ... 9,4 6,2 4,2 2,3 1,6 1,2 Ja $f_s + f_p = f_n$: v_p/v_s ... 0,4 0,5 0,6 0,8 1 1,2 ξ_p ... 4,4 2 0,8 0,1 0 0,1
Noplūdes 90° T gabals 	L_n/L_s ... 0,2 0,4 0,6 0,7 0,8 0,9 ξ_p (augšējais skaitlis) un ξ_n (apakšējais skaitlis), ja a_n/a_p ir 0,1 { 0,5 1,5 4,1 8,4 20 82 " " " 0,4 { 0,9 1 1 1 1 1 " " " 0,4 { 0,4 1 2,8 5,2 12,3 69 " " " 0,6 { 0,6 1 1,1 1,1 1,1 1,1 " " " 0,6 { 0,4 0,8 2,2 4,1 9,5 39 " " " 0,6 { -2,7 0,9 1,2 1,2 1,2 1,2 " " " 1 { 0,4 0,7 1,6 2,8 6,3 25 " " " 1 { -0,8 0,3 1,3 1,3 1,3 1,3

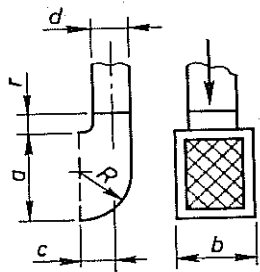
Zaļūzijas reslītes


Noplūdei $\xi = 1,2$

Pieplūdei $\xi = 2,2$

22. pielikuma turpinājums

Gaisa vadu elements	Vietējās pretestības koeficients ξ
Noplūde ar likni caur paplašinātu gaisa vada īsgabalu	$\xi = 1,7$ ar lietderīgo sieta caurplūdes laukumu 80%, ja $r = 0,2d$; $R = 1,2d$; $c = 0,7d$; $b = 1,25d$; $a = 1,8d$



LITERATŪRA

1. Āboliņš J., Jurēvics E. Siltums ražošanā un sadzīvē. — R.: Zinātne, 1986. — 123 lpp.
2. Gailītis A., Turks A. Siltumtehnikas un hidraulikas pamati. — R.: Zvaigzne, 1978. — 388 lpp.
3. Krēsliņš A. Gaisa kondicionēšana rūpnieciskajās un sabiedriskajās ēkās. — R.: Liesma, 1975. — 256 lpp.
4. Krēsliņš A., Ķigurs J. Ēku apkures sistēmas. — R.: Avots, 1983. — 119 lpp.
5. Ķigurs J. Ventilācija. — R.: Liesma, 1976. — 215 lpp.
6. Nagla J., Saveļjevs P., Ciemiņš R. Siltumtehnikas pamati. — 2. izd. — R.: Zvaigzne, 1981. — 356 lpp.
7. Зоколей С. В. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой / Пер. с англ. М. В. Никольского; Под ред. В. Г. Бердичевского, Б. Ю. Бранденбурга. — М.: Стройиздат, 1984. — 670 с.