

MAZĀ TECHNISKĀ BIBLIOTĒKA

Iznākušas

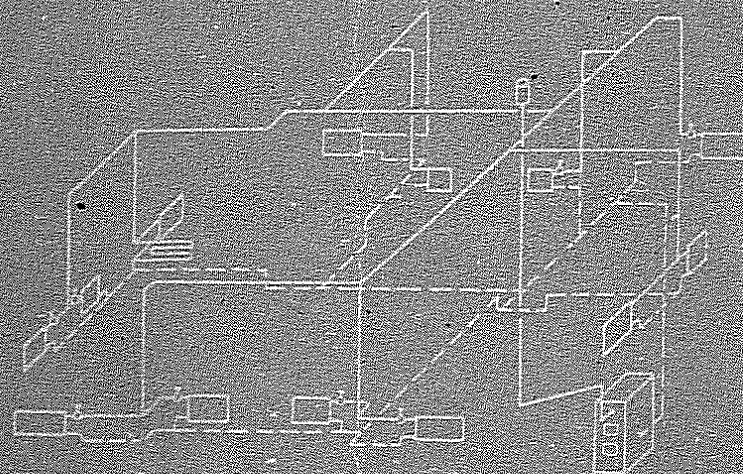
- Balodis, J. Mazās hidroelektriskās stacijas
Golcevs, D. Darbgaldu pamattipu modernizācija metālu apstrādei
Jašcericins, P. Slīpēšana
Kalniņš, M. Racionali paņēmieni ķieģeļu ražošanā
Kalniņš, M. Tīrīšana un attaukošana rūpniecībā
Kļimovs, D. Arzēmju pieredze māla kleķa celtniecībā
Kračovskis, M. Kūdras kurtuves mazjaudas tvaika katliem
Kuramžins, V. Evelēšana
Kuvšinskis, V. Frezēšana
Kuzņecovs, A. Urbšana
Mlezijs, R. Divtaktu pētroles motori zvejniecībā
Nezabitovskis, R. Caurvilkšana
Paegle, K. Gabalkūdras sadedzināšana mazas jaudas kurtuves
Paegle, K. Centralā apkure un tās ekspluatācija
Pelēķis, L. Radioaktīvo vielu izmantošana tehniskā
Plaude, K. Dabiskās vādināšanas iekārtas
Serebrovskis, V. Virpošana
Strachovs, G. Anodmehaniskā, elektroerozijas un elektrokontakta
metālu apstrādes metodes
E. Oliņš, A. Vācietis. Jaunas konstrukcijas caurumstāncēs

Maksā 1 rubl. 20 kap.

MAZĀ TECHNISKĀ BIBLIOTĒKA

V. GRISLIS

CENTRALĀ ŪDENS APKURE INDIVIDUALAJĀS DZĪVOJAMĀS MĀJĀS



LATVIJAS VALSTS IZDEVNIEGĪBA

MAZĀ TECHNISKĀ BIBLIOTĒKA

V. GRĪSLIS

CENTRALĀ ŪDENS APKURE
INDIVIDUALAJĀS
DZĪVOJAMĀS MĀJĀS

MAR 1963

49885

LATVIJAS VALSTS IZDEVNIECĪBA
RĪGĀ 1958

В. Грислс
ЦЕНТРАЛЬНОЕ ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ В
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

Латвийское государственное издательство
Рига 1958

На латышском языке

PRIEKŠVārds

Šajā darbā īsumā aplūkoti galvenie individuālo dzīvojamo māju centrālās ūdens apkures sistēmu projektēšanas, izbūves un ekspluatācijas jautājumi.

Aprēķinu daļā ietilpināti visi nepieciešamie tabulu dati un grafiki, lai arī personām, kas siltumtechnikā nav speciālisti, būtu iespējams patstāvīgi izdarīt vajadzīgos aprēķinus.

Brošūra galvenokārt domāta individuālo dzīvojamo māju cēlājiem, kā arī apkures sistēmu būvētājiem. Tā noderēs arī tiem, kurus interesē nelielu dzīvojamo ēku un atsevišķu dzīvokļu centralizētas siltumapgādes jautājumi.

IEVADS

Sakarā ar plaši izvērsto individuālo celtniecību pilsētās un uz laukiem ļoti aktuāla kļūst jauno objektu labiekārtošanas problēma.

Nav šaubu, ka ikviens individualās dzīvojamās mājas cēlājs vēlēties to izbūvēt tā, lai jauniekārtotajās telpās varētu justies labi un mājīgi.

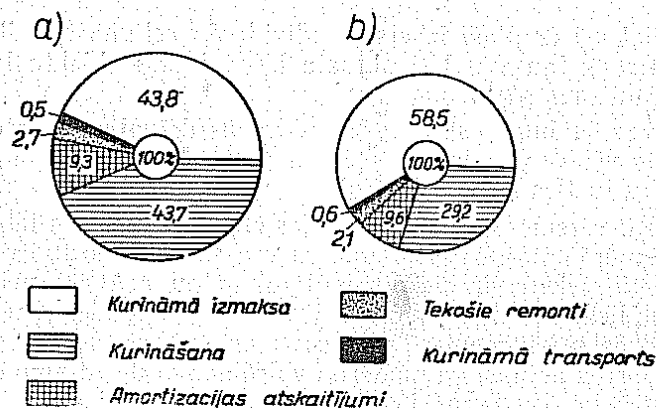
Mūsu zemes klimata apstākļos cilvēku labsajūtu telpās lielā mērā ietekmē gaisa temperatūra, tā mitrums un tīrība. Minētie faktori ir cieši saistīti ar telpu apkures veidu. Šķiet, lieki būs uzskaitīt centralizēto siltumapgādes sistēmu daudzās priekšrocības, salīdzinot ar krāšņu apkuri. To apstiprina arī tas, ka moderno vairākstāvu dzīvojamo ēku celtniecībā jau tagad krāšņu apkure ir pilnīgi aizvietota ar citiem progresīvākiem apkures sistēmu veidiem.

Līdzīgas tendences apkures sistēmu būvē aizvien noietākāk sāc izpausties arī individualo dzīvojamo māju celtniecībā. Ja agrāk nelielu ģimenes māju apsildīšanai gandrīz bez izņēmuma lietoja podiņu krāsnis, tad tagad ne tikai jaunbūvētās, bet arī agrāk celtās un no jauna labiekārtotās ēkās jau diezgan parastas kļuvušas centralās apkures sistēmas. Ļoti bieži tās izbūvē vienkopus ar dažādos variantos veidotām karstā ūdens apgādes sistēmām, kas kalpo saimniecības vajadzībām virtuvē, vannām un dušām.

No sacītā izriet, ka turpmāk individualo dzīvojamo māju siltumapgādē centralās apkures sistēmas ieviesīsies vēl plašāk, jo tām ir ne tikai labākas sanitāri higiēniskās īpašības, lielāka ugunsdrošība, pilnīgāka kurināmā izmantošana, bet arī ļoti izdevīgi ekonomiskie rādītāji.

Dažādu apkures sistemu ekspluatācijā konstatēts*, ka kapitālie ieguldījumi centralās ūdens apkures sistēmas izbūvei dažos gadījumos ir pat zemāki nekā krāšņu apkures iekārtošanai.

Ekspluatācija centralām apkurēm, salīdzinot ar krāšņu apkuri, ir par $\approx 25\%$ lētāka. Šo izdevumu procentuālais sadalījums apkures periodā rāda (sk. 1. zīm.), ka tad, ja kurināmā sagādes, tekošo remontu izdevumi un amortizācijas atskaitījumi ir apmēram vienādi, krāšņu kurināšana ir gandrīz divtik darba ietilpīga.



1. zīm. Ekspluatācijas izdevumu sadalījuma struktūra:
a — krāšņu apkurei; b — centralās ūdens apkures sistēmā.

Individuālo dzīvojamo māju centralās apkures sistēmās parasti kā siltumnesēju izmanto karstu ūdeni. Šādas apkures sistēmas konstruktīvi ir vienkāršas, drošas ekspluatācijā, labi pakļaujas temperatūras regulēšanai telpās un darbojas ar dabisko cirkulāciju.

Minētās apkures ielases nosauc par centralām ūdens apkures sistēmām ar dabisko cirkulāciju vai arī par ūdens gravitācijas apkures sistēmām.

Brošūras tālākajās nodaļās aplūkotas šo centrālo ūdens apkures sistēmu darbības, projektēšanas, izbūves un ekspluatācijas īpatnības.

* L. Glagoljeva raksts žurnālā «Водоснабжение и санитарная техника», 1956, Nr. 1.

1. §. CENTRALĀS ŪDENS APKURES SISTEMAS APRĒĶINA PARAMETRI

Individuālo dzīvojamo māju apkures sistēmās sakarētā ūdens temperatūra turpgaitas vadā parasti nepārsniedz $+90$ līdz $+95^{\circ}\text{C}$ *, bet atpakaļgaitas vadā — $+70^{\circ}\text{C}$.

Šādas apkures sistēmai raksturīgas augstākās ūdens temperatūras nosauc par siltumnesēja aprēķina temperatūrām un apzīmē turpgaitas ūdenim ar t_1^{apr} , bet atpakaļgaitas ar t_2^{apr} . Faktiskās ūdens temperatūras (t_1 un t_2) apkures periodā parasti ir zemākas par aprēķina temperatūrām, t. i.,

$$t_1 < t_1^{\text{apr}} \text{ un } t_2 < t_2^{\text{apr}}.$$

Tomēr visaukstākajā ziemas periodā dažkārt apkures sistēmas siltuma ģenerators jākurina tik intensīvi, ka turpgaitas vadā ūdens temperatūra t_1 sasniedz t_1^{apr} un t_2 paaugstinās līdz t_2^{apr} .

Šādās reizēs ārējā gaisa temperatūra (t_{ar}) ir pazeminājusies līdz t. s. ārējā gaisa aprēķina temperatūrai — $t_{\text{ar}}^{\text{apr}}$.

Ārējā gaisa aprēķina temperatūra apkures sistēmas projektēšanā ir ļoti svarīgs lielums. Tā raksturo dotās ģeogrāfiskās vietas klimata īpatnības. $t_{\text{ar}}^{\text{apr}}$ nosaka, pamatojoties uz ilggadīgiem vietējiem meteoroloģiskiem novērojumiem.

Lai atvieglinātu un reizē arī precizētu apkures sistēmu projektēšanas darbu, $t_{\text{ar}}^{\text{apr}}$ temperatūras PSRS teritorijai ir noteiktas ar OCT 90008—39 normām.

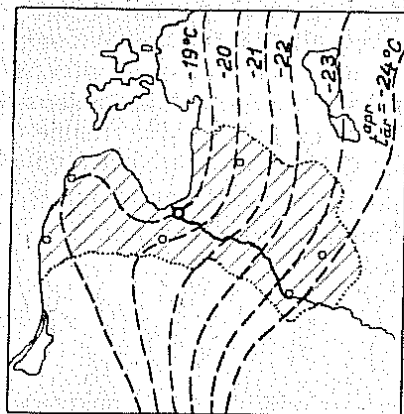
2. zīmējumā parādīta karte ar $t_{\text{ar}}^{\text{apr}}$ izotermām.

Vadoties pēc tās, iespējams noteikt jebkurā Latvijas

* Vienstāva ēku un atsevišķu dzīvokļu centralām apkures sistēmām stabilāka hidrauliskā režīma nodrošināšanai parasti pieņem $t_1 = +90^{\circ}\text{C}$.

PSR pilsētā vai lauku rajonā būvējamai ēkas centralai apkurei ārējā gaisa aprēķina temperatūru — t_{ar}^{apr} .

Pēc kartes redzams, ka Rīgā $t_{ar}^{apr} = -19^{\circ}\text{C}$, Liepājā -18°C , Daugavpilī -24°C utt. Pareizi dimensionētas¹



un izbūvētas centralās ūdens apkures sistēmas praktiski spēj nodrošināt telpās normālu temperatūru visā apkures periodā.

Dažādas nozīmes telpās individualās dzīvojamās mājās par normālām uzskata 1. tabulā minētās temperatūras.

2. zīm. Ārējā gaisa aprēķina temperatūru izoterma

1. tabula

Telpu normalās temperatūras — t_{ie}		
Nr. p. k.	Telpas nosaukums	$t_{ie}^{\circ}\text{C}$
1.	Dzīvojamās istabas	+18...+20
2.	Virtuves	+15...+17
3.	Vannas istabas	+20...+25
4.	Gaiteni	+15...+18
5.	Kāpņu telpas	+10...+16
6.	Neapkurin. bēniņu telpas	— 6...—10
7.	„ pagrābtelpas	+ 3

Tātad jebkura centralās apkures sistēma jāprojektē aprēķina un normalo parametru režīmam, t. i., jāprojektē ar siltumnesēja aprēķina temperatūrām t_1^{apr} , t_2^{apr} , ārējā gaisa aprēķina temperatūrai — t_{ar}^{apr} un normālai telpu temperatūrai t_{ie} .

¹ Saskaņā ar СНиП III — 1954. g. un OCT 90008—39 normām.

2. §. ĒKU SILTUMA ZUDUMU APRĒĶINS

Mūsu republikas klimata apstākļos dzīvojamo māju apkures sezona sākas apm. oktobra vidū un turpinās līdz nākamā gada aprīļa vidum.

Sajā laikā siltums, kas izdalās virtuvē, gatavojot ēdienu, dzīvojamās istabās — darbinot radio aparātu, televizoru un citus elektriskos piederumus, vairs nesedz palielinātos siltuma zudumus un telpu temperatūra sāk pazemināties zem normalās.

Tas nozīmē, ka apsildāmo telpu siltuma bilanci radies iztrūkums, kas mākslīgi jākompensē, iedarbinot apkures sistēmu.

Ikvienas centralās apkures sistēmas aprēķinu parasti sāk, nosakot apsildāmā objekta siltuma zudumus.

Orientējošiem aprēķiniem var izmantot tālāk sniegtos empiriskos koeficientus, diagramu (3. zīm.) vai tabulu (2. tab.).

Īpatnējie siltuma zudumi, attiecināti uz ēkas 1 m^3 ārējo kubaturu V un temperatūru diferenci $\Delta t = t_{ie} - t_{ar}^{apr} = 1^{\circ}\text{C}$, ja $V \leq 1000\text{ m}^3$, ir

$$q = 0,50 \dots 0,65 \text{ kkal/m}^3 \text{ st } ^{\circ}\text{C}.$$

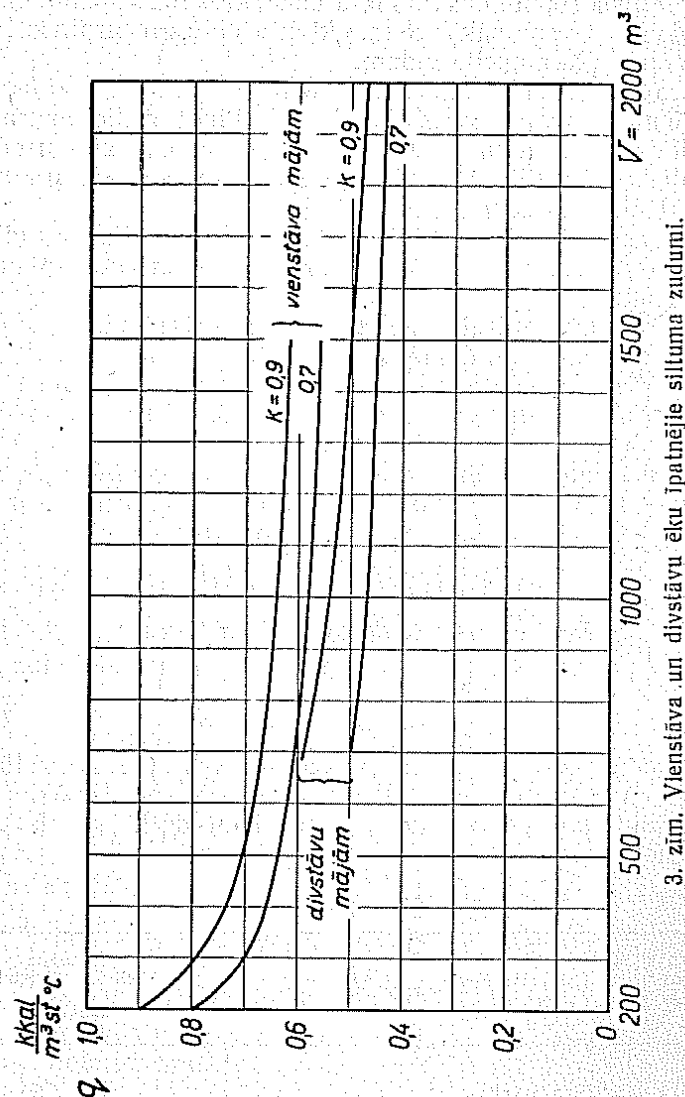
Zinot q , ēkas faktiskā kubaturu V_t , t_{ar}^{apr} un t_{ie} , kopējos siltuma zudumus Q_{zud} var iegūt no šāda vienādojuma:

$$Q_{zud} = qV_t(t_{ie} - t_{ar}^{apr}) \text{ kkal/st.} \quad (1)$$

Diagramā ēkas siltuma zudumi doti pie noteiktām siltuma transmisijas koeficienta k vērtībām. Tuvāki norādījumi par koeficienta k noteikšanu doti 11. lpp. un 2. pielikumā.

2. tabula

1m ³ telpas siltuma zudumi		
Nr. p. k.	Telpas raksturojums	Īpatnējie siltuma zudumi q_t kkal/m ³ st
1.	Stūra istaba	40...60
2.	Vēja vai ziemeļu pusē izbūvēta telpa	30...40
3.	Aizvēja vai dienvidu puses telpa	20...30



Ar tuvinātām aprēķinu metodēm iegūtie rezultāti dažkārt var būt arī neprecīzi, it īpaši tāpēc, ka individuālo māju būvētāji ēku sienu, logu, durvju u. c. būvelementu konstrukcijas nereti izvēlas visai savdabīgas.

Tāpēc katrā gadījumā apkures sistēmas projektēšanā siltuma zudumus ieteicams noteikt precīzāk, vadoties pēc šādiem konkrētiem materiāliem:

1. Apkurināmā objekta plāna, kurā norādītas arī debess puses.
2. Ēkas šķēsgriezumiem un garengriezumiem (ar norādītiem stāvu augstumiem).
3. Datiem par ārsienu, logu, durvju, griestu un grīdu konstrukcijām, par lietotiem materiāliem un detaļu izmēriem.
4. Ziņām par apbūves vietas meteoroloģiskām īpašībām (vējiem utt.).

Lai noteiktu katram radiatoram nepieciešamo sildvirsmas lielumu, vispirms jāaprēķina siltuma zudumi katrai telpai atsevišķi.

Pēc tam, tos sumējot un pieskaitot vēl pārējo siltumpatērētāju slodzi (piemēram, garažai, siltumnīcai utt.), nosaka siltuma generatora (katla) sildjaudu.

Aplūkosit vispirms ēkas atsevišķo būvelementu siltuma zudumu aprēķinu metodes:

a) Siltuma zudumi caur ārsienām

Aprēķina pamatvienādojums ir

$$Q_{\text{sien}} = F_{\text{sien}} \cdot k_{\text{sien}} (t_{\text{ie}} - t_{\text{ār}}) \text{ kkal/st.} \quad (2)$$

Šajā vienādojumā

Q_{sien} — siltuma zudumi caur ārsienām;

F_{sien} — dzesējošās sienas virsmas laukums (atskaitot logu laukumu) $[\text{m}^2]$;

k_{sien} — sienas siltuma transmisijas koeficients

$[\text{kkal}/\text{m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}]$.

Praksē visvairāk izplatītiem sienu konstrukciju veidiem koeficienta k_{sien} skaitliskā vērtība dota 2. pielikumā.

Kā jau norādīts, individuālo dzīvojamo māju celtniecība ir raksturīga ar lielu daudzveidību ārsienu konstrukciju izveidojumos. Tāpēc visos pārējos gadījumos, kad tabulu dati iztrūkst, siltuma transmisijas koeficients k_{sien} jānosaka analītiski pēc šāda vienādojuma:

$$k_{\text{sien}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}} \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

tajā α_1 un α_2 — siltuma pārejas koeficienti no telpas uz sienu un no sienas ārpuses uz apkārtējo vidi [$\text{kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}$];

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ — saliktas sienas konstrukcijas atsevišķa materiāla slāņa biezums [m] (sk. 4. zīm.);

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ — atbilstīgā slāņa materiāla siltuma vadīšanas koeficients [$\text{kkal/m st } ^\circ\text{C}$].

Skaitliskās λ vērtības dažādiem būvmateriāliem dotas 1. pielikumā.

Siltuma pārejas koeficientus α_1 un α_2 parasti pieņem sekojošus:

$$\alpha_1 = 7,5 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C};$$

$$\alpha_2 = 20,0 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C} \text{ (uz apkārtējo ārējo gaisu);}$$

$$\alpha_2 = 10,0 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C} \text{ (uz vēsām blakus telpām).}$$

Gadījumā, ja sienas konstrukcijā ir arī gaisa šķīrkārtas starp atsevišķo materiālu slāņiem, tad 3. vienādojumā $\frac{\delta_n}{\lambda_n}$ vietā jāievieto lielums $R_{\text{gaiss}} = \frac{\delta_{\text{gaiss}}}{\lambda_{\text{gaiss}}}$, kura skaitliskā vērtība dažādiem gaisa slāņu biezumiem dota 3. tabulā.

3. tabula

Koeficienta R_{gaiss} skaitliskās vērtības dažādiem slāņu biezumiem

(pēc OCT 90008—39)

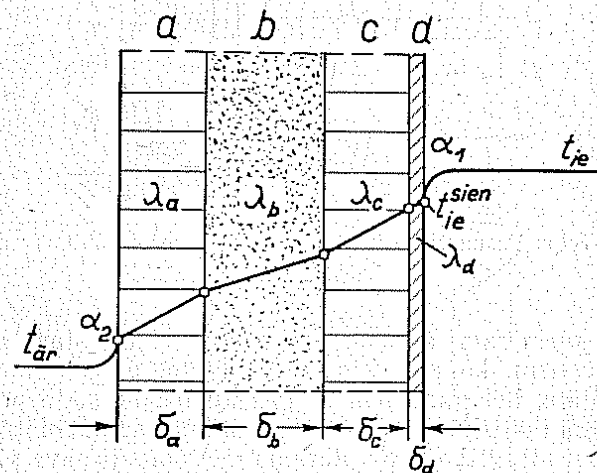
Nr. p. k.	Gaisa slāņa konfigurācija	R_{gaiss} , ja slāņa biezums (cm)					
		1	2	3	5	10	15 ... 30
1.	Vertikāls slānis	0,17	0,19	0,20	0,20	0,20	0,19
2.	Horizontāls slānis, siltuma plūsma virzīta:						
	a) no lejas uz augšu	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19
	b) no augšas uz leju	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,26

1. piemērs. Aprēķināt ēkas ārsienas siltuma transmisijas koeficientu, siltuma zudumus un iekšējā apmetuma virsmas temperatūru, ja ārējā gaisa temperatūra ir $t_{\text{ār}} = -20^\circ\text{C}$ un telpā $t_{\text{ie}} = +18^\circ\text{C}$.

Sienas konstrukcija parādīta 4. zīmējumā. Slāņi a un c — ķieģeļu mūris, biezums $\delta_a = \delta_c = 0,120 \text{ m}$; siltuma vadīšanas koeficients $\lambda_a = \lambda_c = 0,7 \text{ kkal/m st } ^\circ\text{C}$. Slānis b — izdedžu pildījums: $\lambda_b = 0,140 \text{ m}$; $\lambda_b = 0,25 \text{ kkal/m st } ^\circ\text{C}$; slānis d — iekšējais apmetums: $\delta_d = 0,015 \text{ m}$; $\lambda_d = 0,6 \text{ kkal/m st } ^\circ\text{C}$. Siltuma pārejas koeficienti: $\alpha_1 = 7,5 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}$; $\alpha_2 = 20,0 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}$.

Siltuma transmisijas koeficients pēc trešā vienādojuma ir

$$k_{\text{sien}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_a}{\lambda_a} + \frac{\delta_b}{\lambda_b} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{7,5} + \frac{0,120}{0,7} + \frac{0,140}{0,25} + \frac{0,120}{0,7} + \frac{0,015}{0,6} + \frac{1}{20}} = 0,9 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}.$$



4. zīm. Ēkas ārsienas konstrukcija.

Siltuma zudumus caur katru ārsienas kvadrātmetru nosaka pēc 2. vienādojuma:

$$Q_{\text{sien}} = 1 \times 0,9 [18 - (-20)] = 34,2 \text{ kkal/st},$$

bet sienas iekšējā apmetuma virsmas temperatūru aprēķina pēc šāda vienādojuma:

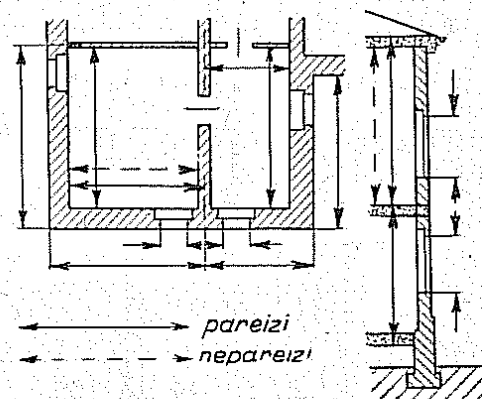
$$t_{\text{ie}}^{\text{sien}} = t_{\text{ie}} - \frac{k_{\text{sien}}}{\alpha_1} (t_{\text{ie}} - t_{\text{ār}}) ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Piemērā

$$t_{\text{ie}}^{\text{sien}} = 18 - \frac{0,9}{7,5} [18 - (-20)] = 18 - 4,56 = 13,44 ^\circ\text{C}.$$

Ēku būvniecības sanitari higiēniskos noteikumos ir norādīts, ka ārsienas iekšējās virsmas temperatūra, salīdzinot ar telpas temperatūru, nedrīkst atšķirties vairāk par 6°C . (Piemērs: $t_{ie} - t_{ie}^{sien} = 4,56^{\circ}\text{C} < 6^{\circ}\text{C}$.)

Telpu siltuma zudumu aprēķinos pieņemta īpatnēja dzesējošo virsmu mērīšanas metode (sk. 5. zīm.).



5. zīm. Telpu ģeometrisku izmēru noteikšana ēkas siltuma zudumu aprēķinam.

Tā, piemēram, ārsienas augstumu nemērī starp grīdu un griestiem, kā parādīts 5. zīmējumā ar pārtrauktām mērlīnijām, bet gan kopā ar griestu biezumu, jo pretējā gadījumā faktiskā dzesējošā virsma būtu samazināta.

Tāpat atsevišķo telpu platuma mērīšanā ir sava pieeja, ko vislabāk paskaidro 5. zīmējumā parādītie piemēri.

Siltuma pāreju caur iekšējām sienām no vienas telpas uz otru, ja vien abu telpu temperatūru diference nepārsniedz 5°C , praktiskos aprēķinos neievēro.

b) Siltuma zudumi caur grīdām un griestiem

Siltuma zudumus caur I stāva telpas grīdu, ja tā izbūvēta tieši virs zemes, aprēķina pēc šāda vienādojuma:

$$Q_{grīda} = F_{grīda} \cdot k_{grīda}^{nos} (t_{ie} - t_{ār}) \text{ kkal/st}, \quad (5)$$

kur

$F_{grīda}$ — grīdas laukums m^2

(par mērīšanu sk. 5. un 6. zīm.);

$k_{grīda}^{nos}$ — grīdas nosacītais siltuma transmisijas koeficients $[\text{kkal}/\text{m}^2 \text{ st } ^{\circ}\text{C}]$.

Koeficienta $k_{grīda}^{nos}$ skaitliskā vērtība nav vienāda visam grīdas laukumam, bet to pieņem šādu:

a) 2 m platai joslai no ārsienas uz telpas vidusdaļu

$$k_{grīda}^{nos I} = 0,40 \text{ kkal}/\text{m}^2 \text{ st } ^{\circ}\text{C};$$

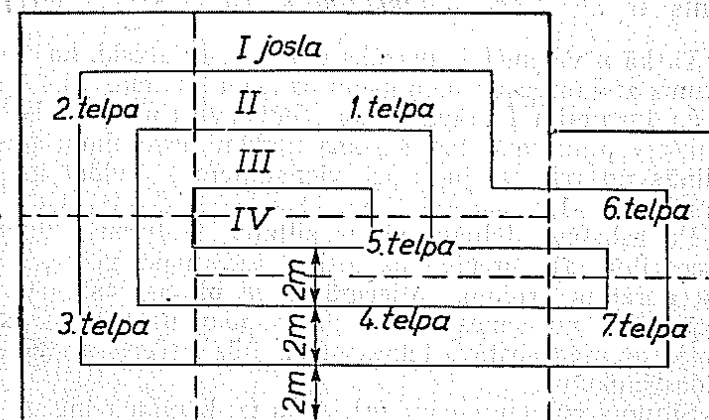
b) tālākai 2 m platai joslai virzienā uz telpas vidusdaļu

$$k_{grīda}^{nos II} = 0,20 \text{ kkal}/\text{m}^2 \text{ st } ^{\circ}\text{C};$$

c) lielām telpām izdala vēl nākošo 2 m plato joslu, kurai

$$k_{grīda}^{nos III} = 0,1 \text{ kkal}/\text{m}^2 \text{ st } ^{\circ}\text{C}.$$

Joslu mērīšanas veids parādīts 6. zīmējumā.



6. zīm. Nosacītā grīdu siltuma transmisijas koeficienta joslas (grīdu siltuma zudumu aprēķināšanai).

Pēc sanitari higiēniskiem noteikumiem dzīvojamo telpu grīdas virsmas temperatūra, salīdzinot ar telpas gaisa temperatūru, nedrīkst atšķirties vairāk par $2,5^{\circ}\text{C}$.

Lai to nodrošinātu, parasti zem apakšējā stāva grīdām liek siltumu izolējoša materiāla pildījumu (izdedžus, sausas smiltis utt.).

Šādām grīdām, kas no zemes atdalītas ar vienu vai vairākiem izolācijas slāņiem, iepriekš minētie nosacītie siltuma transmisijas koeficienti — $k_{\text{grīd}}^{\text{nos}}$ jākorrigē, ieviedot papildu reizinātāju n .

Pēdējo aprēķina pēc šāda vienādojuma:

$$n = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)} < 1. \quad (6)$$

Šeit $\delta_1 \dots \delta_n$ — pildījuma slāņu biezums [m],

$\lambda_1 \dots \lambda_n$ — pildījuma materiāla siltuma vadīšanas koeficients [$\text{kcal/m st } ^\circ\text{C}$]

(λ skaitliskās vērtības dotas 1. pielikumā).

Faktiskais izolēto grīdu siltuma transmisijas koeficients ir $k_{\text{grīd}}^{\text{fakt}} = k_{\text{grīd}}^{\text{nos}} \cdot n$ [$\text{kcal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}$]. (7)

Tā kā n vienmēr ir mazāks par 1, tad dabiski, ka arī siltuma zudumi caur šādu grīdu uz zemi būs mazāki.

Ja turpretim I stāva grīdu izbūvē virs pasijām bez apakšējā pildījuma, tad siltuma zudumi ievērojami palielinās un reizinātāju n (7. vienādojumā) šādām grīdām pieņem 1,2.

Pagrabstāva telpām sienu siltuma zudumus (zem zemes līmeņa) aprēķina pa joslām tādā pašā veidā, kā bija norādīts grīdām. Attiecīgās 2 m platās joslas tur mēri, sākot no zemes līmeņa gar sienām uz leju, tālāk pārejot uz pagrabstāva telpas grīdu, līdz ietverts arī viss grīdas laukums.

Siltuma zudumus caur griestiem uz bēniņu telpu aprēķina pēc tāda paša vienādojuma, kāds bija dots ār sienām (2. vienādojums). Šeit tikai siltuma transmisijas koeficienta k_{siens} vietā jāievieto k_{griestis} un $t_{\text{ār}}^{\text{apr}}$ vietā — bēniņu telpas temperatūra t_{ie} (skaitliskās vērtības sk. 1. tabulā). Divstāvu ēkām siltuma apmaiņu caur apakšstāva griestiem nerēķina.

c) Siltuma zudumi caur logiem un durvīm.

Tos aprēķina tāpat kā caur sienām (pēc 2. vienādojuma).

Attiecīgie siltuma transmisijas koeficienti doti sekojošā tabulā.

4. tabula

Konstrukcija	$k \text{ kcal/m}^2 \text{ st } ^\circ\text{C}$	
	vienkāršie	dubultie
Logi		
a) koka rāmjos	5,0	2,3
b) metala „	5,5	2,8
c) vitrinu tipa	4,0	—
d) virsgaismas (iebūvēti griestot)	6,5	3,0
Durvis		
a) ārējās, koka	3,5... 4,0	2,0
b) „ metala	6,5	—
c) balkona, iestiklotas	3,0	2,0
d) iekštelpu	2,5	—

d) Pieskaitījumi siltuma zudumiem.

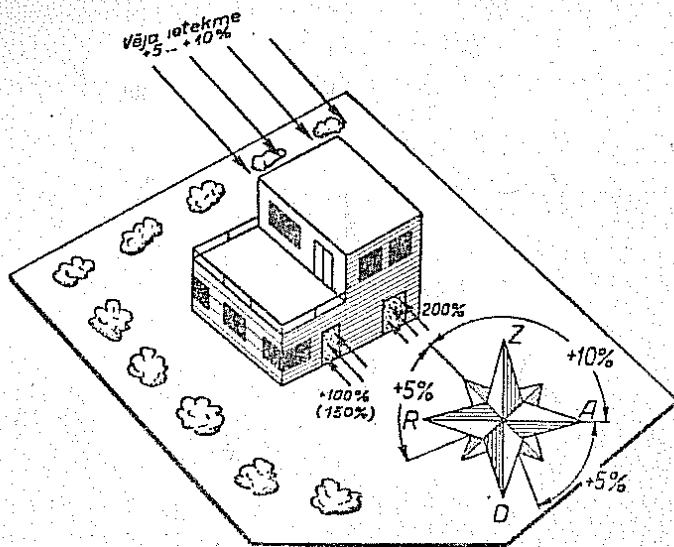
Ēku siltuma zudumus stipri ietekmē apvērtošana, stāvu skaits, dzesējošo sienu orientācija pret debess pusēm un citi faktori, kurus aprēķina ceļā noteikt nevar. Šajā sakarībā aprēķinātos siltuma zudumus vēl korigē ar papildu pieskaitījumiem.

1) Ja sienas, logi, durvis vai jumtu vertikālās projekcijas vērstas pret ziemeļiem, austrumiem, ziemeļaustrumiem vai ziemeļrietumiem, tad siltuma zudumus palielina par 10%; ja tās vērstas pret dienvidaustrumiem vai rietumiem, tad palielina par 5%. Aprēķinātos siltuma zudumus nemaina tikai tām būvkonstrukcijām, kas vērstas pret dienvidiem un dienvidrietumiem.

2) Ja ēka uzbūvēta atklātā vietā, tad aprēķinātie siltuma zudumi (caur vertikālām virsmām) jāpalielina sakarā ar apvērtošanu par 5%; tāpat par 5% jāpalielina

79885

aprēķinātie siltuma zudumi telpām, kurām ir vairākas ārējās sienas; ja ēka atrodas upes vai ezera krastā, tad siltuma zudumus palielina pat līdz 10%. Tajās vietās, kur vēja ātrums bieži pārsniedz 5 m/sek., aprēķinātos siltuma zudumus dubulto.



7. zīm. Procentuālie pieskaitījumi aprēķinātiem siltuma zudumiem.

3) Palielinātus siltuma zudumus rada arī gaisa apmaiņa caur ēkas ārējām durvīm. Šie papildu siltuma zudumi ir atkarīgi no kāpņu telpas augstuma (resp. ēkas stāvu skaita).

Vienstāvu ēku dubultām ārējām durvīm aprēķinātos siltuma zudumus palielina par 100%, vienkāršām durvīm — par 150%. Divstāvu ēku ārējām durvīm — par 200%.

Ēkas siltuma zudumu aprēķinu labākas pārskatāmības dēļ parasti sniedz tabulas veidā (sk. 2. piemēru).

Ēkas kopējos siltuma zudumus dabū, sumējot aprēķinātos siltuma zudumus atsevišķām telpām.

5. tabula

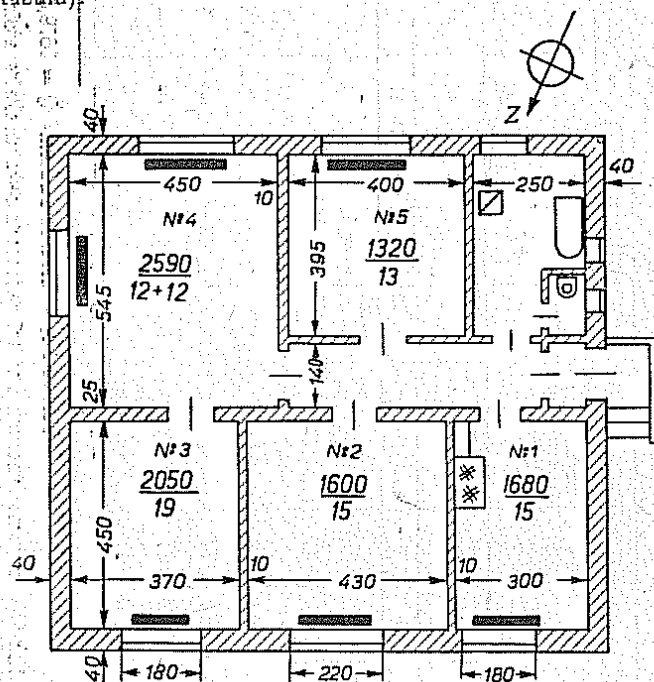
Cetrīstāvu individualās dzīvojamās mājas siltuma zudumu aprēķins

Nr. p. k.	Telpas nosaukums un numurs	Debess puse, pretkuru orient.	Dzīvojamās virsmas		Telpas nosac. temperatūra t_{ie} oC	Telpas un ārējā gaisa temperatūru starpība $t_{ie} - t_{ar}$ oC	Siltuma transmisijas koeficients k kkal/m ² oC	Siltuma zudumi Q kkal/st	Papildu pieskaitījumi			Faktiskie siltuma zudumi Q kkal/st
			Izmēri $a \times b$ m	Laukums F m ²					Sakarā ar orient. pret deb. pusi	ar apveidošanu	kopā	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Virtuve Nr. 1	Z	Sienas laukums min. loga laukums $(3,45 \times 3) - (1,8 \times 1,8)$	8,11	17	$17 - (-19) = 36$	1,0	292,0	10	5	15	336,0
2		Z	Loga $1,8 \times 1,8$	3,24	17	36	2,3	268,0	10	5	15	338,0
3		R	Siena $5,03 \times 3,0$	15,1	17	36	1,0	544,0	5	—	5	571,0
4			Grīda $3,05 \times 4,5$	13,73	17	36	0,3	148,5	—	—	—	148,5
5			Griestli $3,05 \times 4,5$ utt.	13,73	17	$17 - (-10) = 27$	0,85	316,0	—	—	—	316,0

Telpas Nr. 1 siltuma zudumi: $Q = 1679,5$ kkal/st.

Tādā pašā veidā pārējo telpu aprēķinātie siltuma zudumi un arī radiatoru sekciju skaits atzīmēti ēkas plānā. Sekciju skaita aprēķins aprakstīts 6. §.

2. piemērs. Aprēķināt 8. zīmējumā attēlotās individualās dzīvojamās mājas virtuves telpas siltuma zudumus, ja tajā jāuztur $t_{ie} = +17^{\circ}\text{C}$ un ārējā gaisa aprēķina temperatūra $t_{ar}^{apr} = -19^{\circ}\text{C}$ (sk. 5. tabulu).



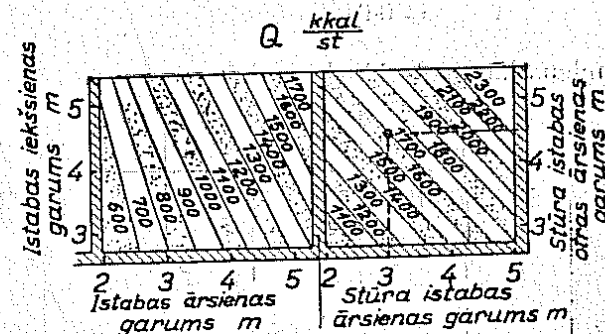
Stāva augstums $h = 3,0\text{ m}$
Sienas: skaidru betona

Apzīmējumi: 1680 - telpas siltuma zudumi
15 - radiatora sekciju skaits
☒ - siltuma generators
— radiatori

8. zīm. Cetrstabu ģimenes mājas plāns.

Pabeidzot siltuma zudumu dažādo aprēķinu metodiku izklāstu, 9. zīmējumā sniedzam empiriski sastādītu nomogramu, ar kuras palīdzību tuvināti bez jebkādiem sīkākiem aprēķiniem var noteikt taisnstūrveida telpu siltuma zudumus.

Nomogramas kreisā puse domāta siltuma zudumu Q noteikšanai ēkas vidusdaļas telpām, kurām ir tikai viena ārsiena, bet labā puse — stūra istabām.



9. zīm. Nomograma telpu siltuma zudumu tuvinātai noteikšanai.

Telpu sienu garums atzīmēts uz nomogramas attiecīgām malām. Telpu augstums īpaši nav norādīts, pieņemot, ka tas atrodas apmēram $2,8 \dots 3,0\text{ m}$ robežās.

3. §. CENTRĀLĀS ŪDENS GRAVITACIJAS APKURES SISTEMAS DARBĪBAS PRINCIPS

No fizikas zināms, ka ūdenim piemīt īpašība līdz ar temperatūras maiņu mainīt arī tilpumu. Dabot ūdens tilpumu ar tā svaru, dabū īpatnējo tilpumu v . Pretēji proporcionāls īpatnējam tilpumam ir īpatnējais svars

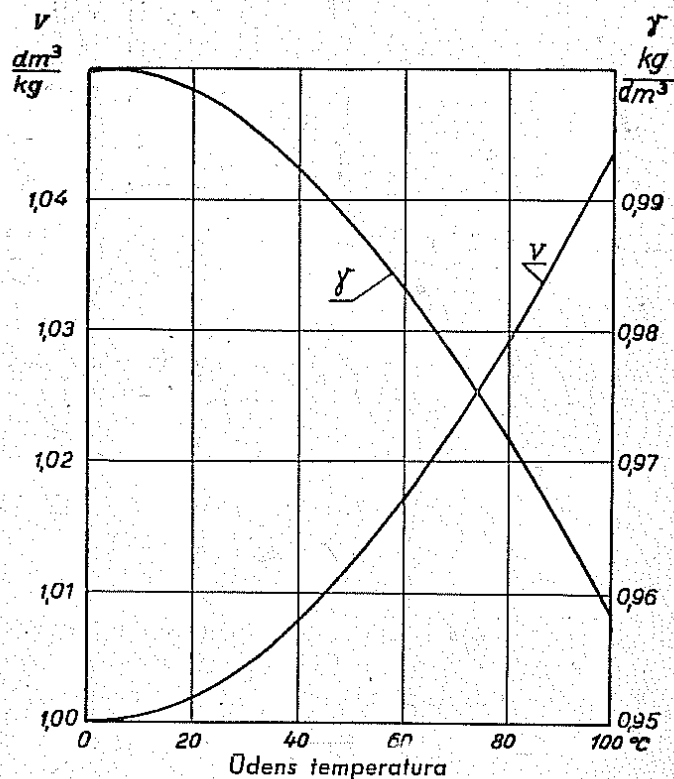
$$\gamma = \frac{1}{v} \text{ kg/dm}^3. \quad (8)$$

Gravitācijas ūdens apkures sistemu darbībā ūdens īpatnējā svara maiņai atkarībā no temperatūras maiņas ir izšķiroša nozīme. Tās paskaidrošanai aplūkosim 10. zīmējumā attēloto diagramu, no kuras izriet, ka, tempera-

turai paaugstinoties, piemēram, no $+50^{\circ}\text{C}$ līdz $+80^{\circ}\text{C}$, ūdens īpatnējais svars samazinās par

$$\Delta\gamma = \gamma_{50} - \gamma_{80} = 0,98807 - 0,97152 = 0,01655 \text{ kg/dm}^3,$$

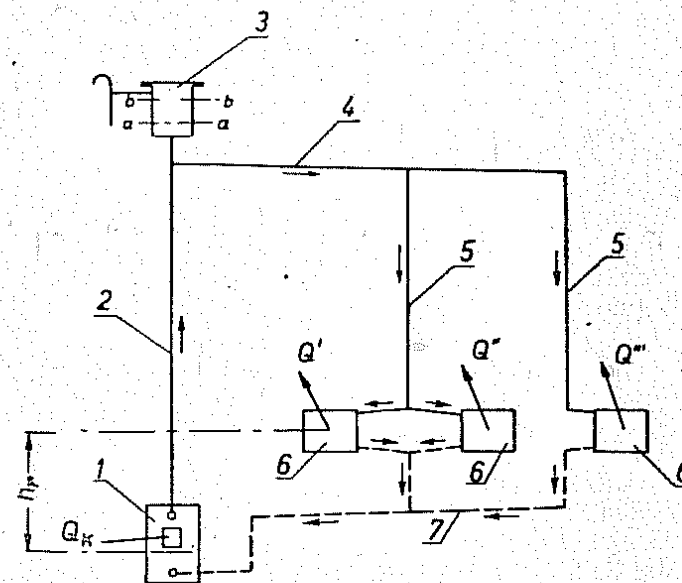
tātad ūdens karsējot «kļūst vieglāks».



10. zīm. Ūdens īpatnējais tilpums v un īpatnējais svars γ pie dažādām temperatūrām $0 \dots 100^{\circ}\text{C}$ temperatūru diapozonā.

Šis ūdens fizikalās īpašības dēļ noris dabiskā cirkulācija centralās apkures sistēmas cauruvadu konturos.

Iekams sākam aplūkot gravitācijas apkures sistēmas darbības principu, iepazīsimies ar tās galvenām detaļām. 11. zīmējumā attēlota apkures sistēmas principālā schema.



11. zīm. Centralās (gravitācijas) apkures sistēmas principālā schema.

1 — siltuma ģenerators; 2 — galvenais stiebris; 3 — izplešanās trauks; 4 — sakarsētā ūdens turpgaitas vads; 5 — nozarotie stiebrī; 6 — radiatorī; 7 — atpakaļgaitas vads.

Šīs sistēmas darbība noris šādi: siltuma ģeneratorā 1 ūdeni sakarsē (pievada siltuma daudzumu Q_k). Tur līdz ar temperatūras paaugstināšanos samazinās ūdens īpatnējais svars.

Tajā pašā laikā apkures sistēmas tālākos posmos, it īpaši radiatoros, ūdens atdziest (novada siltuma daudzumus Q' , Q'' , Q''') un tā īpatnējais svars savukārt palielinās (10. zīm.).

Tā kā apkures sistēmas cauruvadi 2, 4, 5 un 7 savieno siltuma ģeneratoru 1 un radiatorus 6 noslēgtā

kontūrā, tad ūdens masu īpatnējo svaru starpības rezultātā atdzisušās — smagākās ūdens masas cenšas pārvietoties uz kontūra zemākām vietām, bet sakarsētās — vieglākās ūdens masas paceļas uz augstākām. Notiek dabiskā (gravitācijas) ūdens cirkulācija visā apkures sistēmā. Karstā ūdens (siltumnesēja) cirkulācijas virziens apkures sistēmas atsevišķos elementos parādīts 11. zīmējumā ar bultiņām. Zīmējumā ar pilnām līnijām (kā tas pieņemts ūdens centralās apkures projektos) attēloti sakarsētā ūdens cauruļvadi, bet ar pārtrauktām — atdzisušā ūdens vadi.

Cirkulācijas intensifatori sistēmā noteic karstā un atdzisušā ūdens masu savstarpējais izvietoējums kontūrā.

Labāk darbojas tās apkures sistēmas, kurās dzesējošās virsmas (radiatori, cauruļvadi utt.) ir paceltas augstāk par siltuma generatoru (ir lielāks h).

4. Š. SILTUMA ĢENERATORI

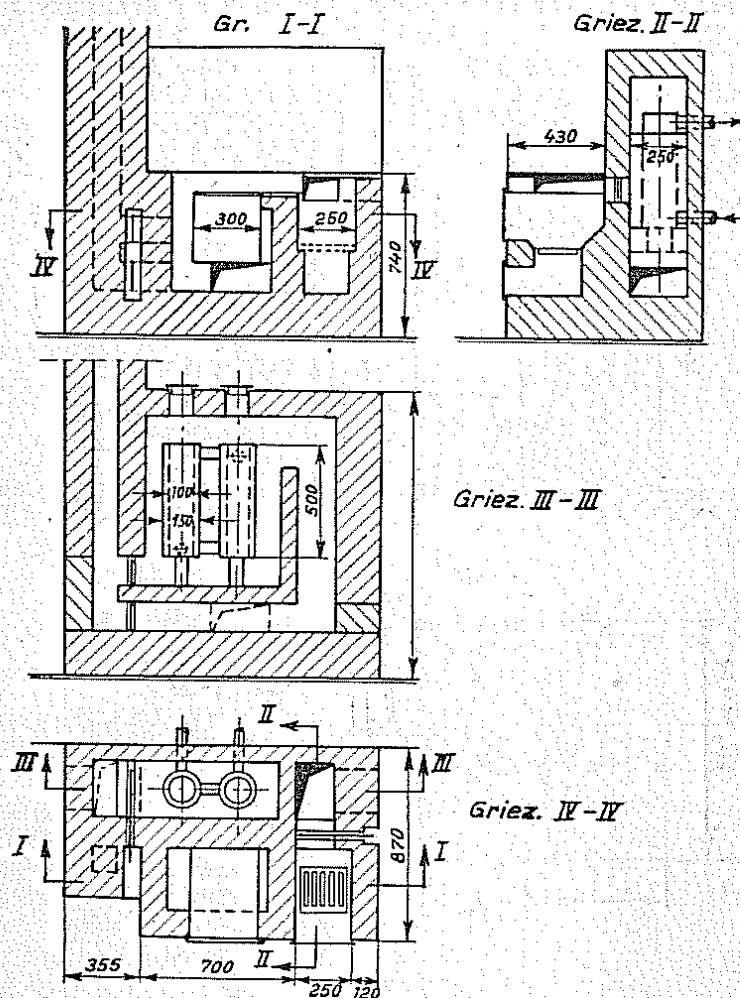
Svarīga nozīme centralās ūdens apkures iekārtošanā individualās dzīvojamās mājās un atsevišķos dzīvokļos ir pareizai siltuma ģenerators tipa izvēlei un izbūvei.

Ja lielajās dzīvojamās ēkās pēc siltuma zudumiem nosaka vienīgi katlu sildvirsmas lielumu un katlu skaitu un projektētājs daudz nedomā par uzstādāmā katla tipu, tad individualām dzīvojamām mājām siltuma ģenerators izvēlē un izbūvē iespējami samērā daudzi varianti.

Izdevīgāko no tiem katrā konkrētā gadījumā nosaka pirmām kārtām, vadoties pēc apsildāmā objekta sumārā siltuma patēriņa.

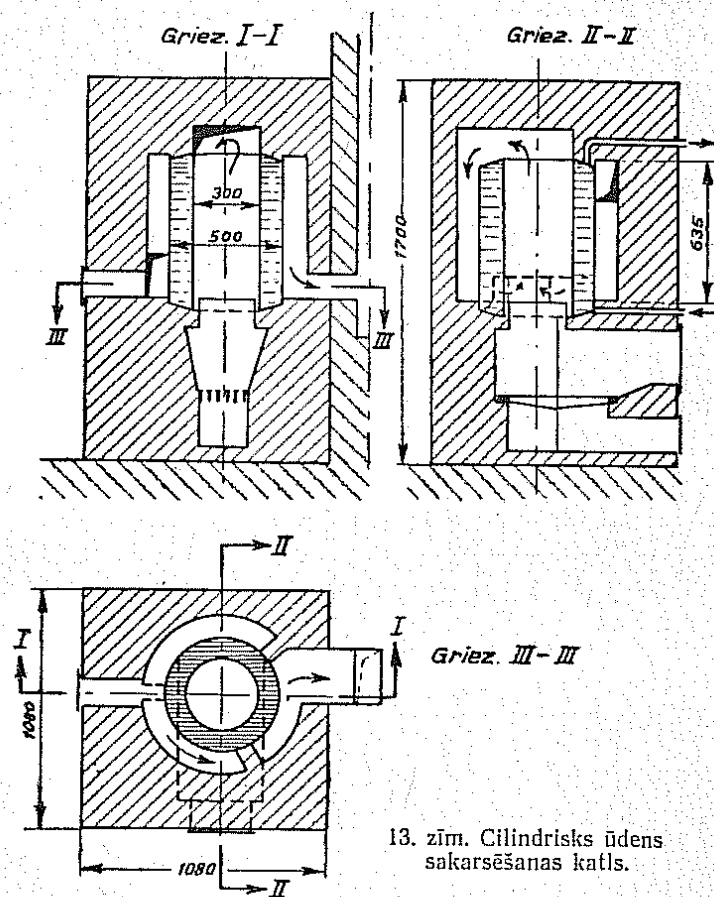
Ja tas nepārsniedz 4000 kkal/st , tad samērā bieži var iztikt ar nelielu virtuves pavarda pārbūvi, iemūrējot dūmu novadkanālā siltuma ģenerators elementus. Šādi pārbūvētā virtuves pavardā (sk. 12. zīm.) reizē ar ēdiena gatavošanu sakarsē arī ūdeni telpu apkurei.

Ja virtuvē malkas pavarda nav un ēdiena gatavošanai lieto, piemēram, šķidrās gāzes iekārtu, tad siltuma ģenerators var izbūvēt arī pilnīgi neatkarīgu, kā tas parādīts 13. zīmējumā.



12. zīm. Ar virtuves pavardu apvienots apkures sistēmas siltuma ģenerators.

Ja individuālo dzīvojamo māju īpašniekiem ir atsevišķas mazgabarīta centralās apkures katlu sekcijas, tad no tām var sakomplektēt ļoti labu siltuma ģenera-

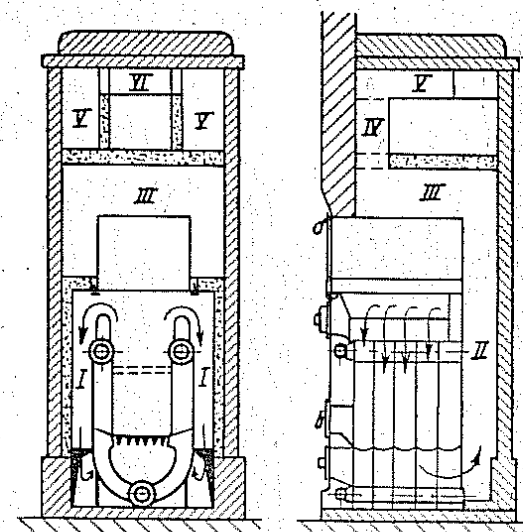


13. zīm. Cilindriskais ūdens sakarsēšanas katls.

toru. Ārējo apvalku var izgatavot no podiņiem — krāsns veidā (14. zīm.).

Ja objekta siltuma patēriņš ir lielāks par 3000 kkal/st, bet nepārsniedz 9000 kkal/st, arī tad siltuma ģeneratoru vēl var veidot kopējā blokā ar virtuves pavardu.

Atšķirībā no iepriekš minētās konstrukcijas, kur ir viena kurtuve, jāizbūvē vēl otra kurtuve siltuma ģeneratora intensīvākai karsēšanai apkures perioda aukstākajā laikā. Tālāk 15. zīmējumā attēlots doc. A. Gračeva konstruētais šāda veida virtuves pavards ar iemūrētiem ūdens karsētājiem telpu centralai apkurei un karstā ūdens apgādei.



14. zīm. Siltuma ģenerators dzīvokļa centralai apkurei.

Pavarda ārējie gabarīti ir $0,77 \times 1,67 \times 0,85$ m. Tam ir divas kurtuves. Pirmajā kurtuvē kurina, gatavojot ēdienus. Dūmgāzes reizē uzsilda arī karstā ūdens rezervuaru. Vasaras periodā, izņemot tos gadījumus, kad gatavo vannu, otrā kurtuve netiek lietota un attiecīgās dūmejas (starp kurtuvēm) ar aizbīdņiem noslēdz. Dūmgāzes no pirmās kurtuves, kuras apskalojušas cepeškrāsnī, pa apakšējo kanālu aizplūst skurstenī.

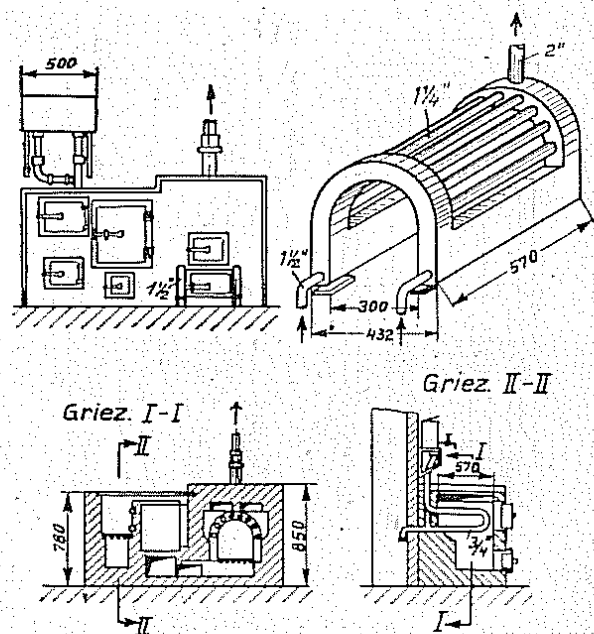
Telpu apkures periodā minētos aizbīdņus atver. Tad pirmās kurtuves dūmgāzu siltums vēl tiek tālāk izmantots apkures sistēmas siltuma ģeneratora karsēšanai.

Kad ārējā gaisa temperatūra nokrīt līdz $t_{ar} = -4 \dots -5^\circ\text{C}$, pirmās kurtuves aizejošo dūmgāzu siltums kļūst

nepietiekošs ģenerators sakarsēšanai un regulāri jākurina otrā kurtuvē.

Protams, var būt arī tā, ka ēdienu negatavo uz pavarda, tad kurina vienīgi otro kurtuvi.

A. Gračeva konstrukcijas virtuves pavardu izgatavo no parastiem ķieģeļiem vai podiņiem; kurtuves iekšsienas izklāj ar uguns izturīgiem ķieģeļiem.



15. zīm. A. Gračeva konstrukcijas virtuves pavards.

Virš pavarda novieto tvertni karstam ūdenim virtuves vajadzībām, to apsilda īpaša liekto cauruļu grupa. Cauruļu režģi taisa no $\frac{3}{4}$ " caurulēm.

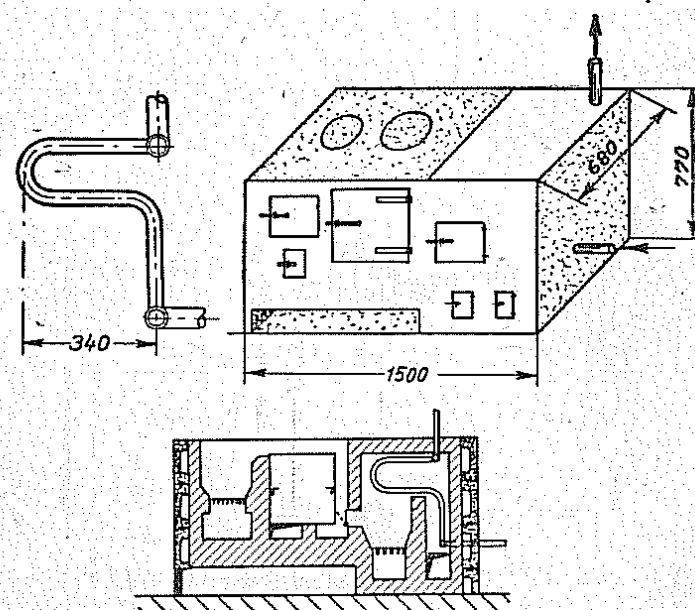
Vannām un dušām karsto ūdeni sagatavo citā tvertnē, ko uzstāda pie griestiem, augšstāvā, vai bēniņu telpās.

Tvertnes izgatavošanai lieto 3...4 mm biezu dzelzs skārdu. Tās izmēri ir 0,6×0,5×0,5 m. Tvertni noslēdz blīvs vāks, kuru piestiprina ar atloku un M8 bultskrūvēm.

Sādi sagatavotu hermetisku tvertni var pievienot pilnietas ūdensvadām.

Tvertnes tilpums ir ~ 125 litri; sakarsē netieši ar karsto ūdeni no pavarda, kurš savukārt plūst cauri $1\frac{1}{4}$ " liekto cauruļu baterijai (sk. 42. zīm.). Cauruļu kopējais garums ir $\sim 3,5$ m (sildvirsmas $F = 0,85$ m²), atsevišķo liekto posmu gali iemetināti 2" kolektoros.

Aplūkotās konstrukcijas siltumapmaiņtājs spēj sakarsēt tvertnē esošo ūdeni līdz $\infty 65^{\circ}\text{C}$, kas pilnīgi



16. zīm. K. Dmitrijeva konstrukcijas virtuves pavards.

pietiek vienai vannai un dušai. Siltuma zudumu samazināšanai tvertne no ārpuses ir jāizolē.

Virtuves pavardā iebūvētā apkures sistēmas siltuma ģenerators sildvirsmas ir 1,1 m², ūdens tilpums — 30 litri, sildjauda $Q = 8000$ kkal/st.

Ģeneratoru sakomplektē no 9 gab. $1\frac{1}{4}$ " caurulēm, kuru galus iemetina 3...4 mm bieza skārda kolektoros.

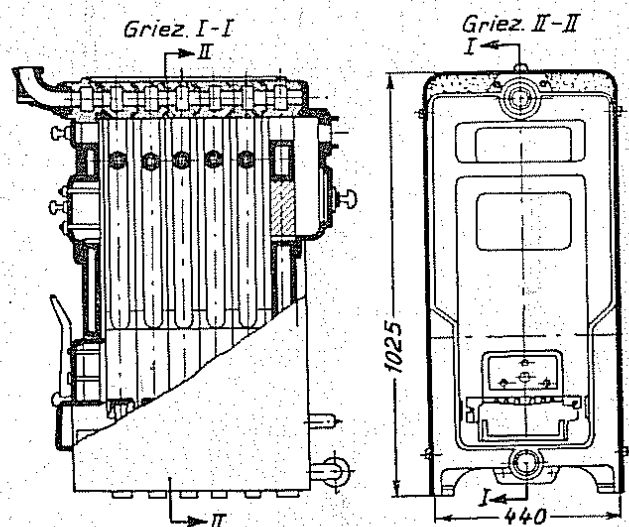
Karsto ūdeni izvada virspusē pa 2" cauruli, bet atdzišais ieplūst atpakaļ pa divām $1\frac{1}{2}$ " caurulēm.

Otrs līdzīgas konstrukcijas divkurtuvju virtuves pavards attēlots 16. zīmējumā.

Pirmās kurtuves dūmgāzes vasaras periodā novada pa dūmkalnu skursteni, neapskalojot apkures sistēmas generatoru.

Ziemas periodā, kad jādarbina intensīvi arī apkures sistēma, uguni kurina abās kurtuvēs.

Apkures sistēmas siltuma generatora cauruļu sildvirsmā — $0,8 \text{ m}^2$, sildjauda — 8000 kkal/st .



17. zīm. «BHHCTO-M» tipa centrālās apkures katls.

K. Dmitrijeva konstrukcijas virtuves pavards Vissavienības konkursā premēts un ieteikts plašākai lietošanai individuālo ēku celtniecībā.

Tomēr jāatzīmē, ka tajos gadījumos, kad siltuma generatora jauda pārsniedz 5000 kkal/st un telpu platība atļauj uzstādīt atsevišķu, no pavarda neatkarīgu, brīvi stāvošu agregātu (piemēram, pagrabtelpās, kāpņu telpas stūrī, virtuvē — blakus pavardam utt.), tad bieži vien ir izdevīgāk iegādāties rūpnīcās ražotos mazjaudas katlus, kas darbojas ļoti ekonomiski un prasa mazāk uzturēšanas izdevumus.

17. zīmējumā attēlots ļoti izplatītais Vissavienības sanitāri tehnisko iekārtu zinātniskās pētniecības insti-

tuta (BHHCTO) konstrukcijas čuguna sekciju katls — «BHHCTO-M», kas speciāli piemērots mazām apkures sistēmām.

Šim siltuma generatoram ir kustināmi ārdi, un, tos pasvārstot, var viegli atdalīt degošo kurināmo no izdedžiem un pelniem. Ārdu konstrukcija vislabāk piemērota

6. tabula

Čuguna sekciju «BHHCTO-M» tipa centrālās apkures katlu tehniskie rādītāji

Sekciju skaits	Sildvirsmā	Sildjauda	Katla garuma	Svars
gab.	m^2	tūkst. kkal/st	cm	kg
4	1,06	9,15	32	180
5	1,36	13,0	40	207
6	1,66	16,8	48	234
7	1,96	20,7	56	262
8	2,26	24,5	64	289
9	2,56	28,4	72	316
10	2,86	32,1	80	343
11	3,16	36,0	88	370
12	3,46	40,0	96	397

7. tabula

«BHHCTO-M» tipa sildjauda ($\text{kkal/m}^2\text{st}$), lietojot dažādus kurināmos

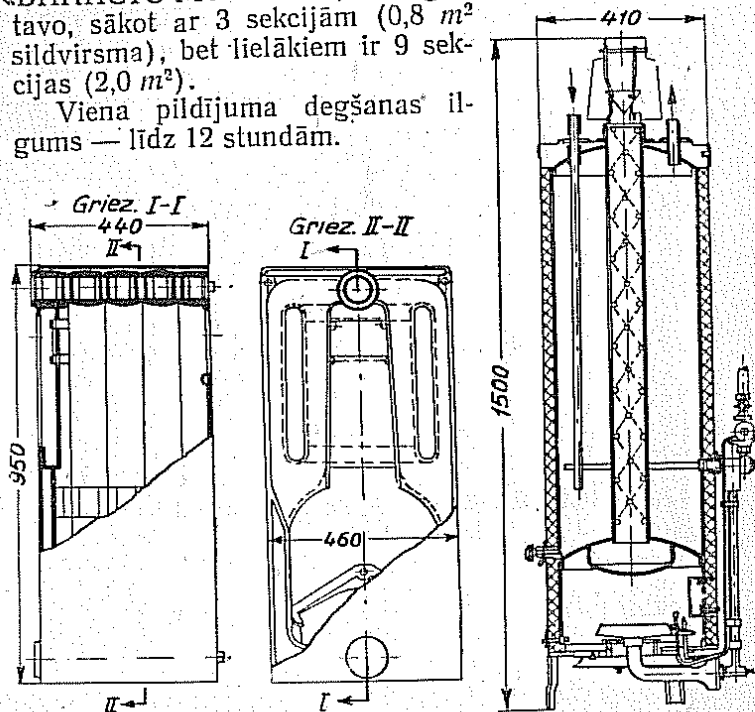
Nr. p. k.	Kurināmā veids	No 1 m^2 sildvirsmas ņemamais siltuma daudzums
1.	Antracīts	9600...11 000
2.	Koks	8500...10 000
3.	Kūdra (melna)	8800... 9 150
4.	Malka	6500... 7 000

augstkaloriju kurināmam (šķīrotam antracītam un briketēm), bet sajaukumā labi deg arī kūdra un koks. Pēc iedegšanās un uzpildīšanas tas lēni iztukšojas 8...10 stundās. Rūpnīcas šos katlus izgatavo komplektētus ar 4...12 sekcijām. Iekārtas termiskais lietderības koeficients $\eta_k \approx 0,7$. Pārējie tehniskie ekspluatācijas dati sniegti 6. un 7. tabulā.

Aplūkotais «ВНИИСТО-Мч» apkures katls ir augšdedzes tipa, t. i., kurināmā slānis tajā deg no augšpuses.

Otrs mazjaudas apkures katls, ko konstruējuši Škegoļevs un Vjazkovs, ir apakšdedzes tipa. Tas ir noderīgs arī gāzveida kurināmam.¹ Šī katla uzbūve ir līdzīga «ВНИИСТО-Мч» katlam; to izgatavo, sākot ar 3 sekcijām ($0,8 \text{ m}^2$ sildvirsmā), bet lielākiem ir 9 sekcijas ($2,0 \text{ m}^2$).

Viena pildījuma degšanas ilgums — līdz 12 stundām.



18. zīm. Škegoļeva-Vjazkova konstrukcijas centrālās apkures katls.

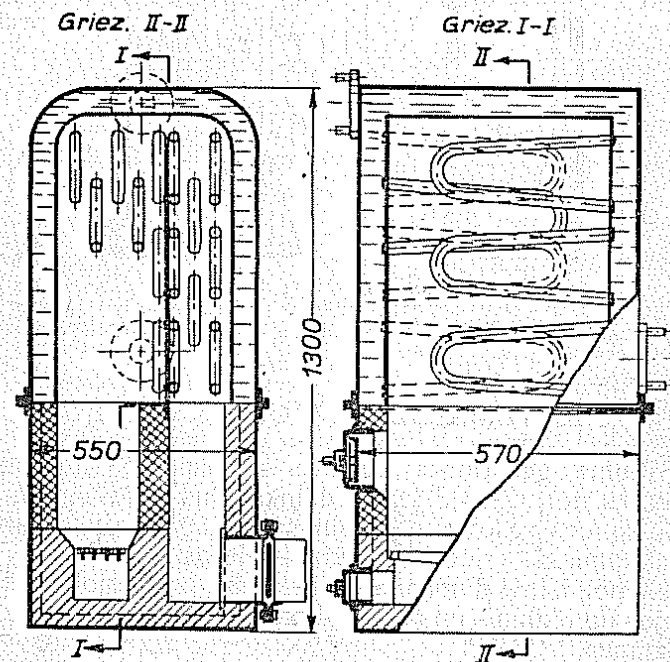
19. zīm. «АГВ-80» tipa ūdens sildītājs.

Atsevišķu dzīvokļu, kā arī nelielu vienstāvu individuālo dzīvojamo māju apkurei, kuru siltuma zudumi ne-

¹ Sakarā ar tuvākos gados paredzēto plašo gāzes resursu iesaistišanu mūsu republikas enerģētikā, gāzes lietošana būs iespējama arī apkures vajadzībām.

pārsniedz 4500 kkal/st , ja vien ir deggāze, tad kā siltuma ģeneratoru var lietot gāzes ūdens sildītāju «АГВ-80».

Bez aplūkotajiem rūpnīcās izgatavotiem siltuma ģeneratoriem individuālo māju būvētāji bieži vien lieto arī dažādus pašdarinātus agregātus, kas sametināti no atsevišķiem cauruļu elementiem un tvertnēm. Te jāmin, pie-

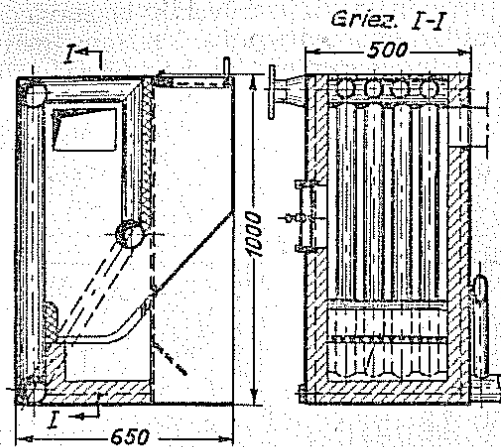


20. zīm. I. Livčaka konstrukcijas siltuma ģenerators

mēram, I. Livčaka konstrukcijas siltuma ģenerators (20. zīm.), kura sildjauda $Q = 21\,000 \text{ kkal/st}$, $F = 2,65 \text{ m}^2$ un ūdens tilpums $W = 85 \text{ l}$, un V. Čečika konstrukcijas siltuma ģenerators (21. zīm.), kura sildjauda $Q = 12\,000 \text{ kkal/st}$, $F = 1,2 \text{ m}^2$ un $W = 24 \text{ l}$.

Veidojot jaunas ģeneratoru konstrukcijas, nopietna

vērība jāpiegriež pareizai ūdens cirkulācijas nodrošināšanai, detaļu dimensionēšanai atbilstoši stiprībai un apkalpošanas ērtībām.



21. zīm. V. Čečika konstrukcijas siltuma ģenerators.

5. Š. SILTUMA ĢENERATORU SKURSTEŅI

Siltuma ģenerators kurtuvē sadedzinātā kurināmā dūmgāzu novadīšanai ierīko dūmkanalus un skursteņus.

Normalas velkmes nodrošināšanai jāgādā, lai plūsmu aerodinamiskās pretestības būtu pēc iespējas mazākas. To panāk, nolīdzinot dūmkanalu iekšsienas, izveidojot slaidas pārejas un likumus un pareizi dimensionējot kanalu šķersgriezumus.

Projektējot jaunus skursteņus centralai apkurei, minimālos šķersgriezuma izmērus parasi nosāka, vadoties pēc šādas empiriskas formulas:

$$F_{sk} = \frac{0,30 Q}{\sqrt{H}} \text{ cm}^2, \quad (9)$$

kur F_{sk} — minimālais skursteņa šķersgriezuma laukums cm^2 ;

Q — siltuma ģenerators aprēķina jauda kcal/st ;

H — skursteņa augstums m .

3. piemērs. Divstāvu individualās dzīvojamās mājas siltuma ģenerators aprēķina jauda ir $Q = 20\,000 \text{ kcal/st}$.

Noteikt nepieciešamo skursteņa šķersgriezuma laukumu, ja tā augstums no kurtuves telpas viduslīnijas līdz skursteņa galam ir $H = 14 m$.

Pēc (9) vienādojuma

$$F_{sk} = \frac{0,30 \cdot 20\,000}{\sqrt{14}} = 161 \text{ cm}^2.$$

Izbūvējot skursteni ar $1/2 \times 1/2$ ķieģeļu kanalu ($13 \times 13 \text{ cm}$), dabūjam

$$F_{sk} = 169 \text{ cm}^2 > 161 \text{ cm}^2.$$

Tālāk ievietotajā tabulā doti dažu biežāk lietojamo skursteņu dūmkanalu izmēri un tiem atbilstošās pieļaujamās siltuma ģenerators jaudas.

8. tabula

Skursteņu dūmkanala izmēri

No ķieģeļiem mūrēti skursteņi			Skārda (apalī) skursteņi	Siltuma ģenerators aprēķina sild- jaua, ja skursteņa augstums ir		
šķērsgr. lau- kums	dūmkanāla izmēri			diametrs	7 m	10 m
	cm²	cm	ķieģ.		cm	kkal/st.
169	13 × 13	1/2 × 1/2	15	14 900	18 350	21 800
325	13 × 25	1/2 × 1	20	28 600	35 400	42 000
500	20 × 25	3/4 × 1	25	44 000	54 300	64 500

6. Š. CENTRALĀS APKURES SILDKĀRMENI

Centralās ūdens apkures sistēmās siltuma ģenerators ražoto siltumu nodod telpām ar sildķermeni starpniecību.

Dzīvojamās telpās izplatītākie sildķermeņi ir čuguna radiatori, bet tajās vietās, kur laudis uzturas tikai periodiski (pagrabos, kāpņu telpās un vannas istabās), lieto arī ribotās cāurules.

Apkures tehnikā pazīstami vairāki čuguna sekciju radiatoru tipi. Tā, piemēram, apgrozībā ir senāk ražotie «Польза № 3» un «Гамма № 4» radiatoru, pēckara periodā

izlaistie radiatori «M-132» un «M-150», kā arī paši jaunākie «H-136» un «H-150».

So un vēl citu praksē izplatītāko radiatoru tehniskie dati doti 9. tabulā.

9. tabula

Centralās apkures radiatoru tehniskie dati

Radiatora tips	«M-132»	«M-150»	«Гигиенический» sekciju	«Польза № 3» «Гамма № 4»	«H-136»
Raksturojums					
Radiatoru augstums mm	583	583	570	590/585	580,5
Attālums starp pievienošanas caurulēm mm	500	500	500	500	500
Radiatora platums mm	132	150	134	184	136
Vienas sekcijas sildvirsmas m ²	0,25	0,25	0,175	0,24/0,25	0,285
Radiatora svars, attiec. uz 1 m ² sildvirsmu kg/m ²	31,5	29,0	32,0	43,7/40	27,7

Apsildāmā telpā uzstādāmo radiatoru sildvirsmas lielumu resp. sekciju skaitu aprēķina pēc šāda vienādojuma:

$$F_{\text{rad}} = \frac{Q}{k \cdot (t_{\text{rad}} - t_{\text{ie}})} m^2, \quad (10)$$

kur Q — ar radiatoriem sedzamajai telpas aprēķina siltuma zudumi $kkal/st$;

k — radiatora sildvirsmas siltuma transmisijas koeficients $kkal/m^2 st ^\circ C$.

Skaitliskās vērtības dotas 10. tabulā.

$t_{\text{rad}} = \frac{t_1 + t_2}{2} ^\circ C$ — vidējā ūdens temperatūra radiatorā,

ja t_1 ir ūdens temperatūra ieplūdes vietā un t_2 — izplūstot no tā;

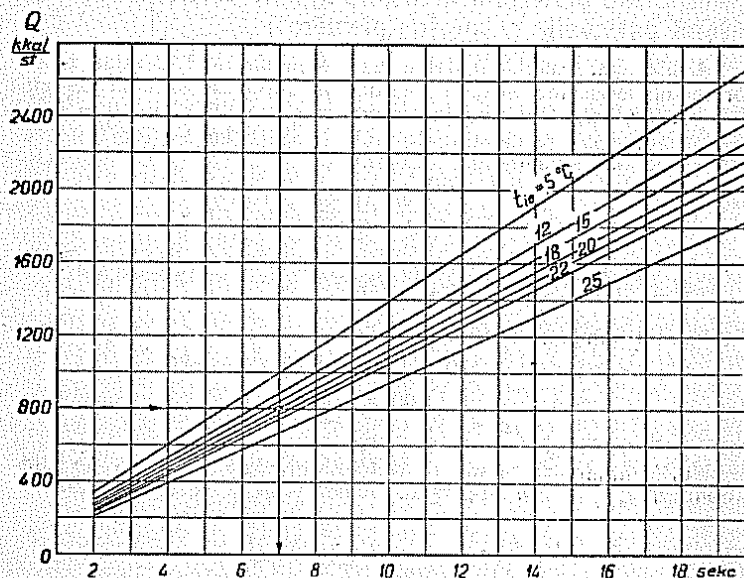
t_{ie} — telpas temperatūra $^\circ C$.

¹ Individuālo dzīvojamo māju apkures sistēmu sildvirsmās jāie-skaita arī telpās iemontētie neizolētie apkures sistēmas cauruļvadi.

10. tabula
Radiatoru siltuma transmisijas koeficients k $kkal/m^2 st ^\circ C$

Sildķermenis tips	$t = t_{\text{rad}} - t_{\text{ie}} [^\circ C]$			
	40 ... 50	50 ... 60	60 ... 70	70 ... 100
1. Cūguna radiatoru:				
«M-132» un «M-150»	6,4	6,8	7,2	—
«Гигиенический»	7,2	7,5	7,9	—
«Польза № 3» un «Гамма № 4»	6,8	7,3	7,7	7,8
«H-136»	5,9	6,3	6,7	—
2. Cūguna ribotās caurules:				
viena caurule	4,5	4,5	5,0	5,5
divas caurules (viena virs otras)	4,0	4,2	4,5	4,5

Tuvinātos aprēķinos «M-132» un «M-150» tipa radiatoru sildvirsmu un sekciju skaita noteikšanai var lietot 22. zīmējumā attēloto grafiku. Neizolētu cauruļvadu izda-



22. zīm. Radiatoru «M-132» un «M-150» sildjauda Q pie dažādām telpas temperatūrām t_{ie} ; siltumnesēja temperatūras $t_1 = 95^\circ C$ un $t_2 = 70^\circ C$. Caurplūde $G = 19 kg/m^2 st$.

lito siltuma daudzumu uz apkārtni un ūdens atdzišanu, plūstot šādās caurulēs, var viegli aprēķināt pēc 3. pielikuma dotās nomogramas.

Radiatora sildjaua citām siltumnesēja temperatūrām parādīta 11. tabulā.

11. tabula
Radiatoru sildjaua Q pie dažādām siltumnesēja temperatūrām turpvadā t_1 un atpakaļgaitas vadā t_2

t_2 °C	Q kkal/m ² st.				
	t_1 = 95° C				
	90° C	80° C	70° C	—	—
70	460	440	390	—	380
60	410	400	350	310	300
50	340	320	300	270	210

Grafisko materialu lietošanu apkures sistēmas projektēšanā parādīsim sekojošos piemēros.

4. piemērs. Aprēķināt telpā uzstādāmajam «M-132» tipa radiatoram nepieciešamo sekciju skaitu, ja aprēķina siltuma zudums $Q = 800$ kkal/st, siltumnesēja temperatūra $t_1 = 95^\circ \text{C}$ un $t_2 = 70^\circ \text{C}$. Pēc 22. zīm. grafika dabūjam atbildi: $n = 7$ sekcijas. Rēķinot analītiski pēc 10. vienādojuma, atrodam, ka

$$F_{\text{rad}} = \frac{Q}{k(t_{\text{rad}} - t_{\text{le}})} = \frac{Q}{k \Delta t_{\text{vid}}};$$

$$\Delta t_{\text{vid}} = t_{\text{rad}} - t_{\text{le}} = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_{\text{le}} = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ \text{C}.$$

No 10. tabulas izriet, ka pie

$$\Delta t = 60 \dots 70^\circ \text{C} \quad k = 7,2 \text{ kkal/m}^2 \text{ st } ^\circ \text{C};$$

$$F_{\text{rad}} = \frac{800}{7,2 \cdot 64,5} = 1,723 \text{ m}^2.$$

No 9. tabulas dabūjam, ka radiatoram «M-132» 1 sekcijas sildvirsmas ir $f_{\text{rad}} = 0,25 \text{ m}^2$, tātad nepieciešamais sekciju skaits

$$n_{\text{rad}} = \frac{F_{\text{rad}}}{f_{\text{rad}}} = \frac{1,723}{0,25} = 6,9.$$

Noapaļojot uz augšu, iznāk $n_{\text{rad}} = 7$ sekc.

5. piemērs. Aprēķināt grafoanalītiski 10 m garas $3/4''$ horizontālas, neizolētas caurules uz apkārtni atdoto siltuma daudzumu, ja

caurplūstošā ūdens temperatūra ir 50°C un telpā $t_{\text{le}} = 20^\circ \text{C}$. Caurplūstošā ūdens daudzums $G_{\text{ud}} = 100 \text{ kg/st}$.

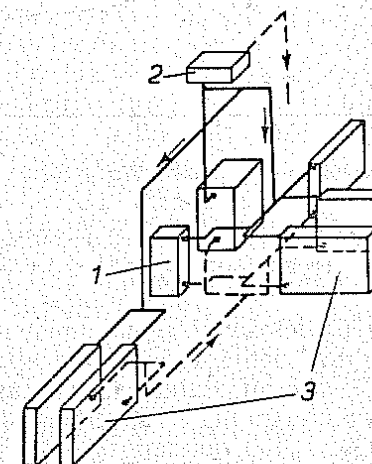
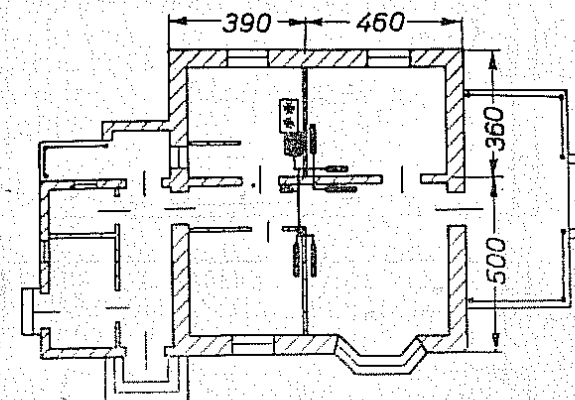
Pēc 3. pielikuma nomogramas dabūjam, ka caurules atdoto siltuma daudzums ir apm. 290 kkal/st .

Tālāk pēc dotās caurteces varam noteikt, kāda būs ūdens temperatūra posma galā.

No nomogramas izriet, ka

$$\Delta t = 3^\circ \text{C}, \text{ tātad}$$

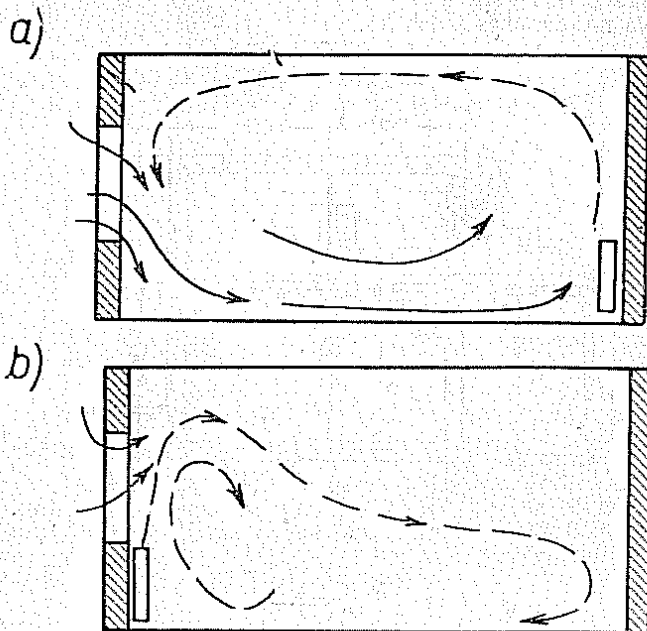
$$t_2 = t_1 - \Delta t = 50 - 3 = 47^\circ \text{C}.$$



23. zīm. Ēkas plāns un cauruļvadu schema ar centralās apkures radiatoriem pie telpas iekšsienām:

1 — siltuma generators; 2 — izplešanās trauks; 3 — radiatori.

Centralās apkures radiatorus parasti telpās izvieto zem logiem vai arī pie vēsākām ārsienām, lai panāktu telpā iespējami vienmērīgāku temperatūras sadalījumu. Palodzes nišu izmēri parasti ir šādi: augstums — 800 mm, dziļums — 100 ... 130 mm.



Apzīmējumi: ← — *sasildītā gaisa plūsma*
→ — *aukstā gaisa plūsma*

24. zīm. Gaisa cirkulācijas virzieni apkurinātā telpā:
a — radiators novietots pie iekšsienas; *b* — radiators novietots pie ārsienas — zem loga.

Ja radiatoru novietošanai zem logiem nav izbūvētas īpašas nišas, tad tos montē apm. 30 mm attālumā no sienas un 70 ... 100 mm augstumā virs grīdas.

Novietojot radiatorus pie iekšsienām, tos parasti nostiprina apm. 300 ... 400 mm augstumā virs grīdas.

Dažkārt, izbūvējot atsevišķos dzīvokļos centralās apkures sistēmas, radiatorus izvieto tā, lai pēc iespējas vairāk saīsinātu cauruļvadus.

Šajā gadījumā radiatorus montē pie iekšsienām, tuvāk siltuma ģeneratoram (skat. 23. zīm.).

Šādas apkures sistēmas konstruktīvi ir daudz vienkāršākas un lētākas, tomēr temperatūras sadalījums telpā ir ļoti nevienmērīgs — līdzīgs krāšņu apkurem.

Parasti šādās telpās grīdas tuvumā jūtas drēgnums, kaut gan telpas vidējā temperatūra ir normāla.

Gaisa cirkulācijas schema telpās ar tā izvietotiem radiatoriem parādīta 24. a zīmējumā.

Ja turpretim radiatori novietoti zem logiem un pie vēsākām ārsienām, siltā gaisa augšupejošā plūsma radikāli maina telpas temperatūras sadalījumu, kā tas redzams 24. b zīmējumā.

7. §. IZPLEŠANĀS TRAUKI

Ievērojot iepriekš sacīto par ūdens tilpumu, kas līdz ar temperatūras maiņām palielinās vai samazinās, individualās dzīvojamās mājās centralās apkures sistēmas nedrīkst izbūvēt pilnīgi noslēgtas.

Parasti apkures sistēmas augstākā vietā uzstāda t. s. izplešanās trauku (sk. 11. zīm.). Tā uzdevums ir kompensēt ūdens tilpuma maiņas, lai sistēma būtu uzpildīta pie jebkura darbības režīma (apkures darbināšanas laikā ūdens līmenis atrodas joslā *b—b*, bet, pārtraucot kurināšanu, līmenis nokrītas līdz joslai *a—a*), jo dabiskā ūdens cirkulācija centralās apkures sistēmās noris tikai tad, ja cauruļu sistēma piepildīta ar ūdeni.

Izplešanās trauka telpa virs līmeņa ir savienota ar apkārtējo gaisu, tāpēc caur to izvada no centralās apkures sistēmas arī gaisu.

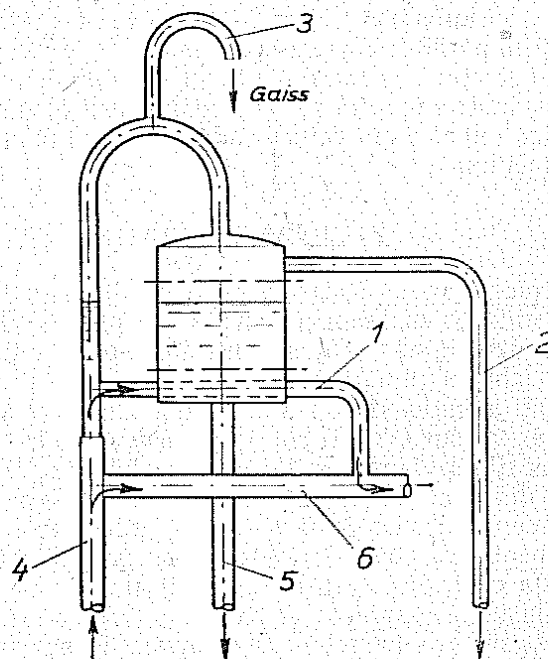
Seit jāpiezīmē, ka, ūdeni karsējot, izdalās tajā absorbētais gaiss. Lai netiktu traucēta ūdens cirkulācija, tas no cauruļvadu tīkla nepārtraukti jāizvada. Gaisa pūslīšu vieglākas pārvietošanās dēļ visus horizontālos cauruļvadus liek ieslīpi ar 0,5 līdz 1,0 cm pacēlumu uz katru tekošo metru vēlamā gaisa pārvietošanās virzienā.

Visvienkāršākais un parastākais izplešanās trauka novietojums ir tieši virs galvenā stiebra (27. zīm.).

Šādas apkures sistēmas darbojas ļoti stabili, gaisa izvadišana noris netraucēti.

Kā trūkums iepriekšminētajam izplešanās trauka novietojumam jāuzskata tas, ka traukā no sistēmas ieplūst viskarstākais ūdens. Ja trauks novietots bēniņu telpās, tad siltuma zudumu samazināšanai tas labi jāizolē.

Vadoties no šiem apsvērumiem, praksē lieto arī citu shēmu izplešanās trauka pievienošanai centrālās apkures



25. zīm. Izplešanās trauks ar pievienojumu sistēmas atpakaļgaitas vadam:

1 — cirkulācijas caurule; 2 — pārplūdes caurule; 3 — atgaisošanas vads; 4 — galvenais stiebris; 5 — izplešanās trauka pievienojums atpakaļgaitas vadam; 6 — augšējā sadales magistrale.

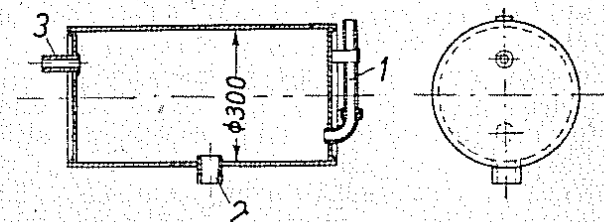
sistēmai, pēc kuras tam ir mazāki siltuma zudumi (25. zīm.). Izplešanās trauku šeit ar īpašas caurules palīdzību (trauka dibenā) pievieno atpakaļgaitas vadam, kurā ūdens temperatūra ir viszemākā.

Lai tomēr trauku pasargātu pret varbūtēju aizsalšanu (ja novietots bēniņos), tā apakšējā daļā iemontē cirkulācijas cauruli 1, pa kuru plūst turpvada karstais ūdens.

Gaisu no sistēmas izvada pa cauruli 3, bet liekais ūdens noplūst uz izlietni pa cauruli 2.

Kā jau sākumā norādīts, ūdens līmeņa augstums izplešanās traukā ir mainīgs un atkarīgs no ūdens temperatūras sistēmā.

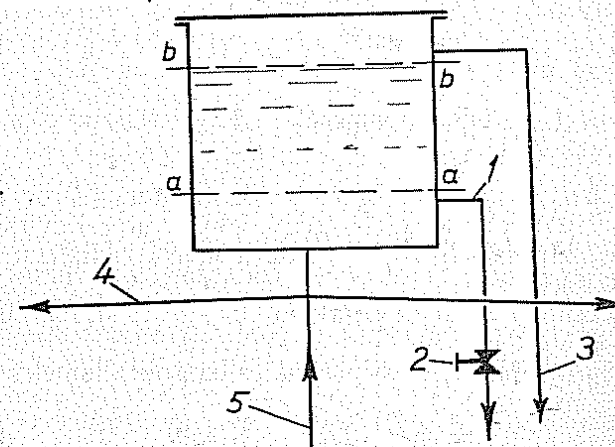
Vienstāvu ēkās, kur izplešanās trauku parasti novieto pie griestiem, līmeņa stāvokļa kontrolei ierīko līmeņrādītāju.



26. zīm. Vienstāva ēkas centrālās apkures sistēmas izplešanās trauks montāžai pie telpas griestiem:

1 — līmeņrādītājs; 2 — galvenā stiebra pievienojuma vieta; 3 — pārplūdes kanāls.

Divstāvu ēkās, kā arī tad, kad izplešanās trauks novietots bēniņos, līmeņa kontrolei parasti iekārto t. s. signalcauruli (27. zīm.).



27. zīm. Bēniņu telpās novietojuma izplešanās trauka cauruļvadu shēma:

a — a — ūdens līmenis nekurinātā sistēmā;
b — b — ūdens līmenis, sistēmu kurinot.
1 — signalcaurule; 2 — kontroles ventīls; 3 — pārplūdes caurule; 4 — augšējās sadales magistrale; 5 — galvenais stiebris.

No rīta, pirms apkures sistēmas iekurināšanas, vispirms atgriež ventili 2, kas atrodas signalcaurules 1 galā. Ja pa cauruli sāk plūst ūdens, tad tas nozīmē, ka sistēmā ūdens ir pietiekošā daudzumā. Ja turpretim ūdens pa šo cauruli neiek, tad sistēmu uzpilda tik ilgi, kamēr ūdens sāk tecēt. Pēc tam ventili 2 un arī ūdens pievadcaurules ventili aizgriež un sāk kurināšanu.

Ja sistēmā iepildīts par daudz ūdens, tad darba laikā liekais ūdens noplūdis pa pārplūdes cauruli 3.

Izplešanās trauka tilpumu aprēķina, vadoties pēc sistēmas ūdens tilpuma un siltumnesēja temperatūras (sk. 6. piemēru). Aprēķinātais tilpums atbilst izplešanās trauka joslai starp līmeņiem $a-a$ un $b-b$ (27. zīm.). Tuvināti var pieņemt trauka tilpumu apm. 4,5... 5% no sistēmas kopējā tilpuma vai arī aprēķināt pēc sekojošiem empiriskiem vienādojumiem:

$$V_{izpl} = Q \times 0,002 [l], \quad (11)$$

kur

Q — apkures sistēmas aprēķina sildjauda [$kcal/st$], vai arī

$$V_{izpl} = \frac{0,03 Q}{t_1 - t_2} [l], \quad (12)$$

kur

t_1 un t_2 — ūdens temperatūra turpgaitas un atpakaļgaitas vados $^{\circ}C$.

Dažkārt praksē izplešanās trauka tilpumu (litros) pieņem, vadoties vienkārši pēc izbūvētās sildvirsmas kvadrātmetriem vai arī kā $1/4$ no iebūvēto radiatoru sekciju skaita.

Izplešanās traukus izgatavo no 2,5... 3 mm bieza dzelzs skārda.

Gaisa izvadīšanas un pārplūdes cauruļu diametrs

$$d = 15 + 1,5 \sqrt{\frac{Q}{1000}} mm, \quad (13)$$

bet ne mazāks par 25 mm.

Signalvadu un cirkulācijas vadu izbūvē no $3/4''$ caurules.

6. piemērs. Centralās apkures sistēmā līdz izplešanās trauka atzīmei $a-a$ (27. zīm.) iepildīti $V = 200 l$ ūdens ar temperatūru $t = +10^{\circ}C$.

Noteikt ūdens tilpuma pieaugumu — ΔV , kāds radīsies apkures sistēmas kurināšanas laikā, ja vidējā temperatūra sistēmā sasniegs $t' = +70^{\circ}C$.

Aprēķina pamatvienādojums ir

$$\Delta V = (v' - v) V \gamma [l], \quad (14)$$

kur v' un v — ūdens īpatnējais tilpums dm^3/kg karstēšanas beigās un sākumā.

Tātad, pārveidojot 14. vienādojumu pēc 8. vienādojuma, dabūjam

$$\Delta V = \left(\frac{1}{\gamma'} - \frac{1}{\gamma} \right) V \cdot \gamma = \left(\frac{1}{0,97781} - \frac{1}{0,99973} \right) 200 \cdot 0,99973 = 4,4788 l \approx 4,5 l.$$

γ' un γ skaitliskās vērtības dažādām ūdens temperatūrām dotas 4. pielikumā.

8. §. CENTRALĀS APKURES SISTĒMU SCHEMAS

Izvēloties individuālo dzīvojamo māju apkures sistēmas, jāvadās galvenokārt no ēkas izbūves veida īpatnībām: stāvu skaita, pagrabtelpu izmantošanas iespējām, bēniņu izveidojuma utt.

Visplašākās iespējas apkures sistēmas shēmu izvēlē ir divstāvu ēkām ar pagrabtelpām, kas piemērotas katla uzstādīšanai.

Jau grūtāk veidot apkures sistēmas vienstāva ēkās ar pagrabtelpām, bet visrūpīgāk ir jāpārdomā cauruļvadu un radiatoru izvietojums, projektējot apkures sistēmas vienstāva ēkām bez pagrabtelpām.

Tālāk ievietotajā tabulā sakopotas galvenās individuālās dzīvojamās mājās lietojamās centralās apkures sistēmu shēmas.

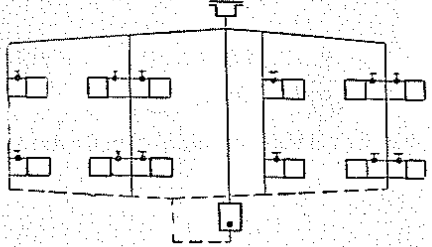
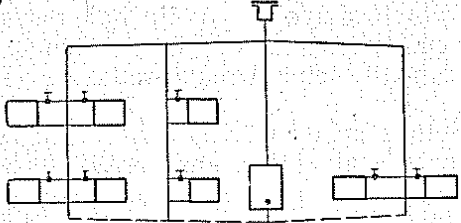
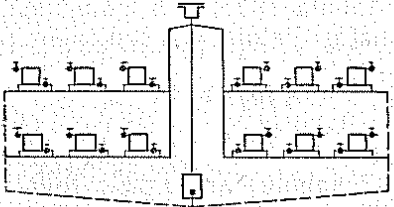
To pozitīvās un negatīvās īpašības ir šādas:

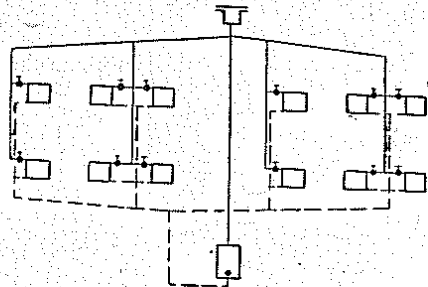
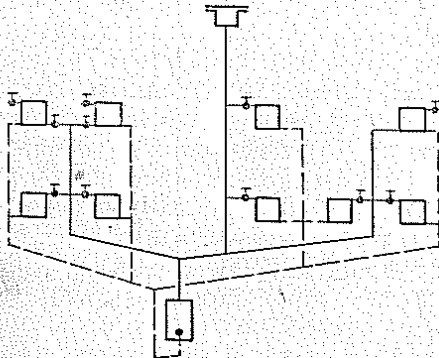
1) apkures sistēmas izbūvei pēc viencaurules shēmas nepieciešams mazāk cauruļu nekā pēc divcauruļu shēmas (sk. zīmējumus 12. tabulā) ar augšējo šadali, toties apakšējo stāvu radiatoriem vajadzīgs lielāks sekciju skaits.

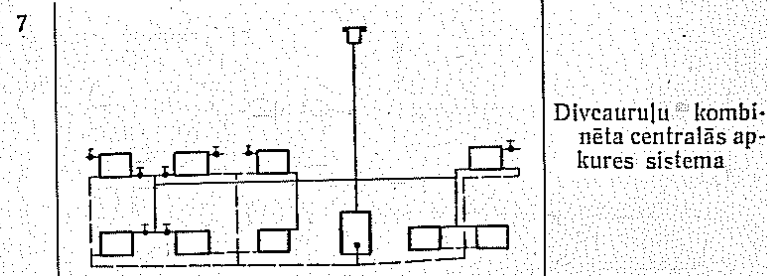
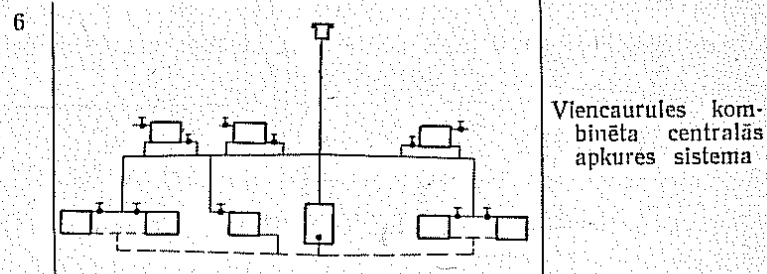
INDIVIDUALO DZĪVOJAMO MĀJU CENTRĀLĀS APKURES SISTEMU SCHEMAS

Nr. p. k.	Schemas attēls	Schemas nosaukums
--------------	----------------	-------------------

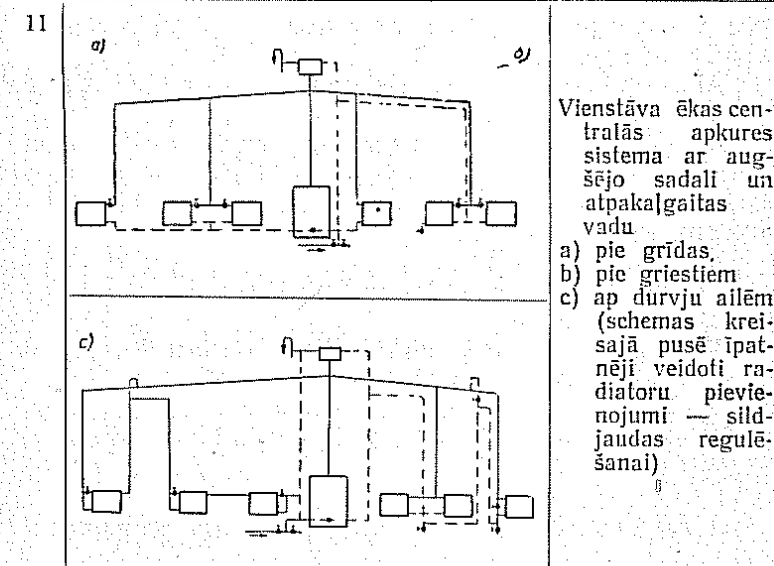
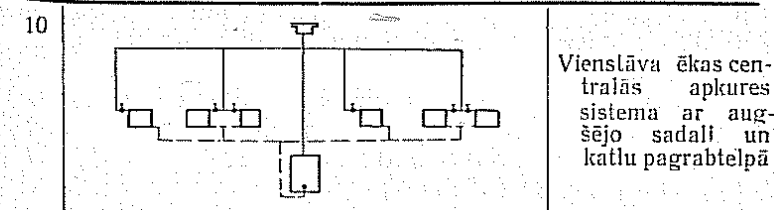
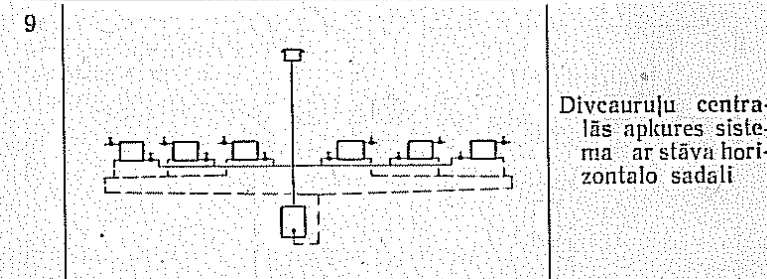
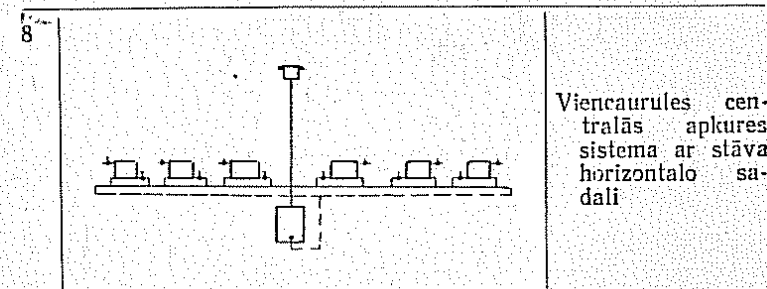
Divstāvu ēku centralās apkures sistēmu shēmas

1		Viencaurules cen- tralās apkures sis- temas ar augšējo sadali un katlu a) pagrābtelpās, b) pirmajā stāvā
2		
3		Viencaurules cen- tralās apkures sis- tema ar horizontā- lālo sadali pa stā- viem

4		Divcauruļu centra- lās apkures sis- tema ar augšējo sadali un katlu a) pagrābtelpās, b) pirmajā stāvā
5		Divcauruļu centra- lās apkures sistē- ma ar apakšējo sadali



Vienstāva ēku centralās apkures sistēmu shēmas



2) Viencaurules apkures sistēmās atsevišķu radiatoru sildjaudas regulēšana (ar radiatora krāna pagriešanu) ietekmē citu, tā paša stiebra, radiatoru darbību.

3) Divcauruļu apkures sistēmās ar apakšējo sadali nav īpaša galvenā stiebra (var ietaupīt caurules), un šāda iekārta var darboties arī daļēji uzpildīta (piemēram, tikai apakšējais stāvs), jo ūdens cirkulācijas konturi katram radiatoram noslēdzas atsevišķi. Zināmas neērtības minētās apkures sistēmās sagādā gaisa uzkrāšanās augšējā stāva radiatoros, tāpēc tiem jābūt ar krāniem, kas iemontēti to augšējā daļā gaisa izvadīšanai.

4) Divstāvu ēkās bez pagrabetelpām, lietojot divcau-

ruļu centralās apkures sistemu, pirmajā stāvā izvietotos radiatoros ūdens cirkulācija norit daudz sliktāk nekā otrā stāvā.

Zināmas priekšrocības minētajā gadījumā ir viencaurules apkures sistemām, jo ūdens cirkulācija tad abu stāvu radiatoros noris vienlīdz intensīvi.

5) Jāatzīmē, ka ēkās bez pagrabtelpām apkures sistēmas pēc divcauruļu shēmas ar apakšējo sadali, kā arī pēc viencaurules shēmas ar stāva horizontālo sadali vispār nebūvē.

Abas minētās apkures sistēmu shēmas tikai daļēji var ietilpt t. s. kombinētās shēmās un ja ēkai ir 2 stāvi.

6) Vienstāvu ēkās bez pagrabtelpām apkures sistēma obligāti jāprojektē ar augšējo sadali. Attiecībā uz atpakaļgaitas vada novietošanu pastāv vairākas iespējas, piemēram, to var novietot

- a) zem telpas grīdas,
- b) pie grīdas, tieši zem radiatoriem vai
- c) pie griestiem.

Principiāla atšķirība cirkulācijas konturu izveidojumos pastāv starp b) un c) variantu.

Noskaidrosim, kā dažādi novietotais atpakaļgaitas vads ietekmē ūdens cirkulācijas intensitāti radiatoros.

a) Apkures sistēma ar atpakaļgaitas vadu pie grīdas

Novietojot atpakaļgaitas vadu pie grīdas, darbojošos cirkulācijas spiedienu kontūrā var izteikt ar ūdens stabu spiedienu diferenci pēc šāda vienādojuma:

$$H = G_2 - G_1 \text{ [kg/m}^2\text{]}, \quad (15)$$

kur G_1 — ūdens staba spiediens kontūra kreisās puses vertikālajā posmā;

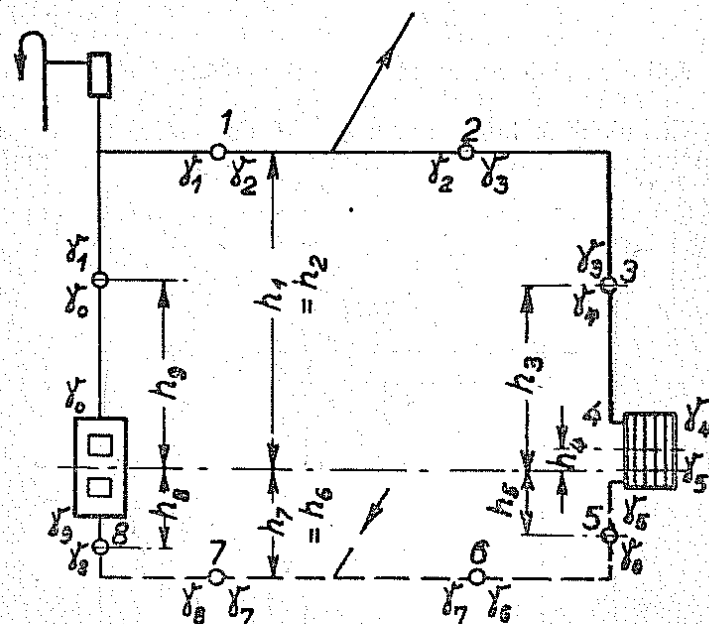
G_2 — tas pats labās puses vertikālajā posmā (sk. 28. zīm.).

Pēc 28. zīmējumā pieņemtajiem kontūra posmu apzīmējumiem (γ — ūdens īpatnējais svars dotā punktā, h — šī punkta vertikālais attālums no katra ūdens viskarstākās joslas, ko parasti individuālo dzīvojamo ēku apkures

generatoriem pieņem $\approx 150 \text{ mm}$ augstumā virs ārdiem) var sastādīt šādus vienādojumus:

$$G_1 = (h_1 - h_9)\gamma_1 + h_9\gamma_0 + h_8\gamma_9 + (h_6 - h_8)\gamma_8; \quad (16)$$

$$G_2 = (h_1 - h_9)\gamma_9 + (h_3 - h_4)\gamma_4 + h_4\gamma_5 + h_5\gamma_6 + (h_6 - h_5)\gamma_6. \quad (17)$$



28. zīm. Centralās apkures sistēmas shēma ar atpakaļgaitas vadu pie telpas grīdas: 1...8 cauruļvadu kontūra atsevišķie posmi.

Saskaņā ar 15. vienādojumu

$$H = G_2 - G_1 = h_1\gamma_8 - h_9\gamma_9 + h_8\gamma_4 + h_4\gamma_4 + h_4\gamma_5 + h_5\gamma_6 + h_5\gamma_6 - h_5\gamma_6 - h_1\gamma_1 + h_9\gamma_1 - h_9\gamma_0 - h_8\gamma_9 - h_8\gamma_8 + h_8\gamma_8$$

vai, tālāk pārveidojot, dabūjam, ka

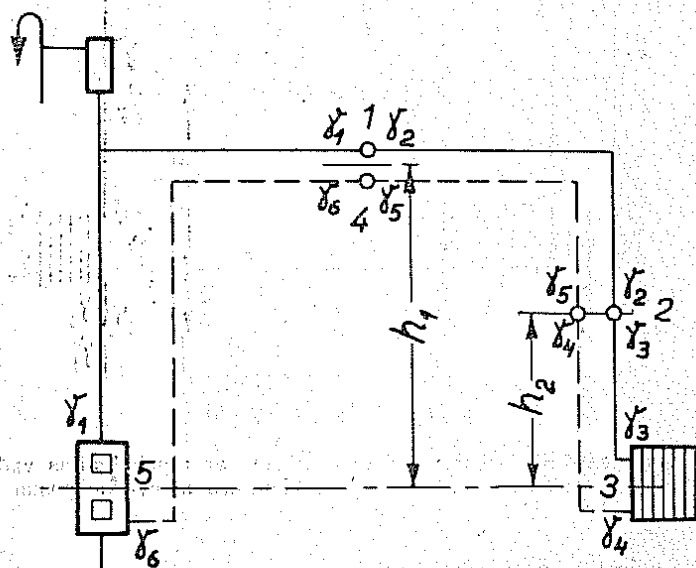
$$H = h_1(\gamma_8 - \gamma_1) + h_8(\gamma_4 - \gamma_9) + h_4(\gamma_5 - \gamma_4) + h_5(\gamma_1 - \gamma_0) - [h_5(\gamma_6 - \gamma_6) + h_6(\gamma_8 - \gamma_6) + h_5(\gamma_9 - \gamma_8)].$$

No iepriekšējā vienādojuma, kura pēdējais loceklis (kvadrātiņkāvās) ir negatīvs, izriet, ka atpakaļgaitas vada atdzišana, kad tas novietots pie grīdas, rada negatīvu cirkulācijas spiedienu, t. i., kavē ūdeni dabisko cirkulāciju centralās apkures sistēmas cauruvadu kontūrā.

Tālāk līdzīgā veidā varam analizēt otra atpakaļgaitas vada izvietojuma variantu īpatnības.

b) Apkures sistema ar atpakaļgaitas vadu pie griestiem

Cirkulācijas kontūra schematicais attēls, novietojot atpakaļgaitas vadu pie griestiem, parādīts 29. zīmējumā.



29. zīm. Centralās apkures sistēmas shēma ar atpakaļgaitas vadu pie telpas griestiem: 1...5 — cauruļvadu posmi.

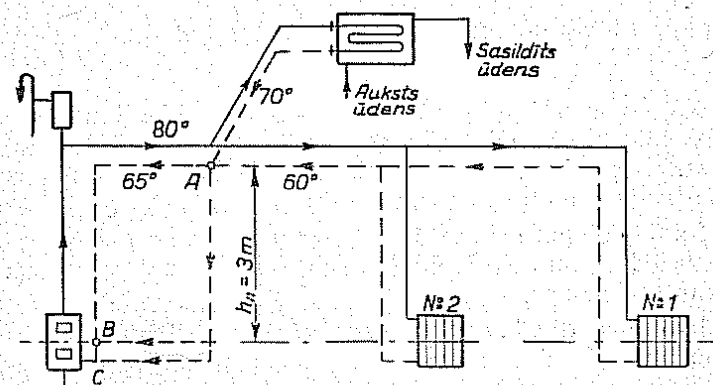
Izdarot kontūrā darbojošos cirkulācijas spiediena aprēķinu kā iepriekš, rezultātā dabūjam

$$H = h_1(\gamma_2 - \gamma_1) + h_2(\gamma_3 - \gamma_2) + h_1(\gamma_6 - \gamma_5) + h_2(\gamma_5 - \gamma_4).$$

Tā kā vienādojumā visi lielumi ir pozitīvi, tad jāsecina, ka šajā gadījumā atpakaļgaitas vadā ūdens dzīšana nevis traucē, bet gan veicina cirkulāciju visā kontūrā.

Šāds analītiski iegūts secinājums var pamudināt centrālās apkures sistēmu būvētājus vienstāvu ēkās, kur nav pagrabu telpu, plaši lietot šo atpakaļgaitas vada shēmu. Tāpēc šeit arī jānorāda, ka teoretiskais aprēķins vēl neapņēma shēmas negatīvās puses, proti, ļoti viegli iespējamās cirkulācijas traucējumus kontūros sakarā ar t. s. vietējo sakarsēšanās punktu izveidošanos apkures sistēmā. Lai to paskaidrotu, aplūkosim konkrētu šīs shēmas piemēru.

30. zīmējumā attēlotai apkures sistēmai, lietojot pie telpas griestiem paceltu atpakaļgaitas vadu, punktā A



30. zīm. Kombinēta centralās apkures un karstā ūdens apgādes sistēmas shēma.

pievienots karstā ūdens sasildīšanas iekārtas atpakaļgaitas vads.

Normalā darbības režīmā sistēmas turpvadā ūdens temperatūra $t_1 = +80^\circ\text{C}$, bet atpakaļgaitas vadā $t_2 = +60^\circ\text{C}$. Tomēr tajā laikā, kad vannas un dušas

nelieto, paaugstinās ūdens temperatūra arī attiecīgā nozarojuma atpakaļgaitas vadā (piemēram, līdz -70°C).

Apzīmēsim sajaukšanās punkta A augstumu virs katla karsēšanas zonas ar h_A (sk. 30. zīm.), tad sakarsēšanas punkta rašanās dēļ radiatoru Nr. 1 un Nr. 2 cirkulācijas konturos izveidosies negatīvs cirkulācijas spiediens

$$-H = ha \cdot \left| \Delta \gamma \right|_{\frac{t_A}{t_2}} \text{ mm ūd. st.} \quad (18)$$

Ja ūdens temperatūra aiz sajaukšanās punkta «A» iestātos, piemēram, $t_A = 65^{\circ}\text{C}$ un augstums $h_A = 3,0 \text{ m}$, tad

$$-H = 3(983,24 - 980,590) = 7,95 \text{ mm ūd. st.}$$

$\left| \Delta \gamma \right|_{\frac{t_A}{t_2}}$ noteic pēc 4. pielikuma tabulas datiem.

Kā no aprēķina izriet, negatīvais cirkulācijas spiediens jūtami samazinās karstā ūdens pieteci radiatoriem, tie atdzisis vēl vairāk, palielināsies $-H$, un beidzot ūdens cirkulācija radiatoru konturos pilnīgi apstāsies.

Sādi vietējas sakarsēšanās punkti, gan ar mazāk izteiktu iedarbību nekā aplūkotā schemā, izveidojas it visās apkures sistēmās.

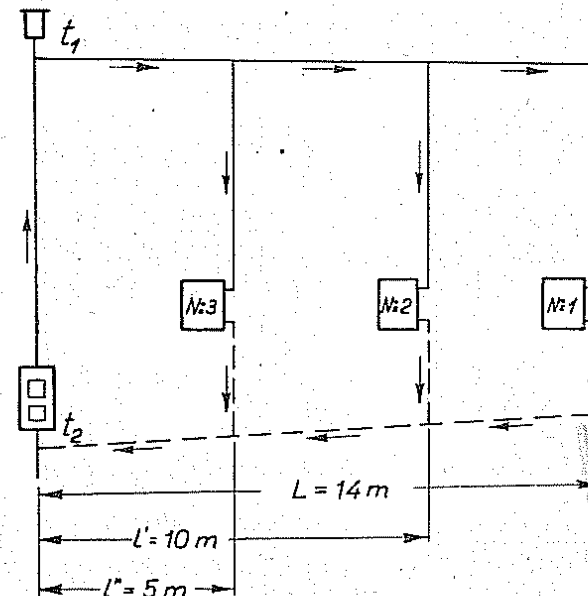
Protams, divstāvu ēkās un ēkās ar katliem pagrabtelpā aktīvais cirkulācijas spiediens, kas darbojas apkures sistēmā, ir ievērojami lielāks nekā vietējos sakarsēšanās punktos izraisītais, tāpēc šīs sistēmas darbojas daudz stabilāk.

Pievēršoties vienstāva ēku (bez pagrabtelpām) centralās apkures sistēmām, jānorāda uz metodēm, kā cīnīties pret vietējo sakarsēšanās punktu izraisītām sekām un kā novērst to rašanos.

Esošās nestabili darbojošās apkures sistēmās vietējos sakarsēšanās punktus novērš, pārvietojot attiecīgos pievadus ar mainīgu temperatūru no attālākiem punktiem katla tiešā tuvumā, piemēram, no punkta A punktā C

(30. zīm.). Ja ir iespējams, saplūdes punktus izveido katla viduslīnijas (precizāk 150 mm virs ārdiem) augstumā, piemēram, punktā B (30. zīm.). Šajā gadījumā negatīvais cirkulācijas spiediens vispār neattīstīsies.

Projektējot jaunas centralās apkures sistēmas, vienmēr jācenšas shēmu izveidot tā, lai atpakaļgaitas savienojuma punktos pienākošā ūdens temperatūra atsevišķos pievadus būtu pēc iespējas vienāda. To panāk, ja siltuma



31. zīm. Vienstāva ēkas centralās apkures schema.

ģeneratoram tuvāk novietotos radiatorus darbina ar lielāku temperatūru kritumu nekā tālākos.

Sacītā paskaidrošanai aplūkosim piemēru.

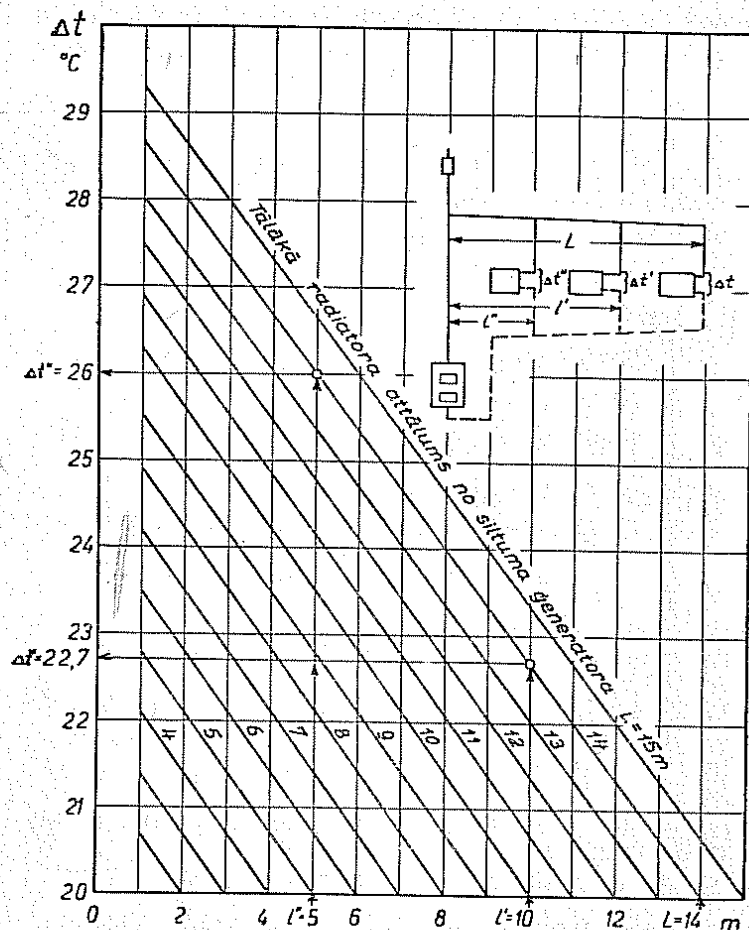
7. piemērs. Noteikt 31. zīmējumā attēlotai apkures sistēmai dažādos attālumos no siltuma ģeneratora novietotiem radiatoriem vēlamos siltumnesēja temperatūras kritumus.

Uzdevuma atrisināšanai izlietosim 32. zīmējumā attēloto nomogramu.

No nomogramas izriet, ka radiatoram Nr. 1, ieturot temperatūras kritumu $\Delta t_{Nr.1} = 20^\circ\text{C}$, pārējos divos radiatoros attiecīgiem temperatūru kritumiem jābūt

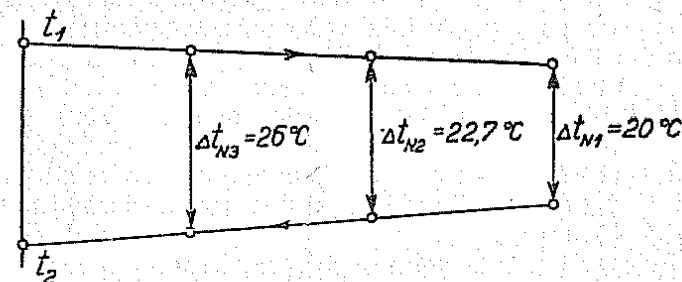
$$\Delta t_{Nr.2} = 22,7^\circ\text{C} \text{ un}$$

$$\Delta t_{Nr.3} = 26,0^\circ\text{C}.$$



32. zīm. Nomograma siltumnesēja temperatūru krituma aprēķināšanai vienkāršā individuālā dzīvojamā māju centrālās apkures sistēmu radiatoriem.

Šajā gadījumā temperatūra aprēķina kontūrā mainīsies vienmērīgi (sk. 33. zīm.) un neradīsies vietējie sakarsēšanas punkti.



33. zīm. Siltumnesēja temperatūru krituma grafiks 7. piemērā minētajai apkures sistēmai.

9. §. CENTRALĀS APKURES SISTEMAS CAURUĻVADU DIMENSIONĒŠANA

Individuālo dzīvojamo māju centrālās apkures sistēmas cauruļvadus principā dimensionē līdzīgi daudzstāvu ēku apkures sistēmām ar dabisko cirkulāciju.

Tā kā šie jautājumi plaši ir aplūkoti specialajā literatūrā, tad šeit ierobežosimies tikai ar mazstāvu ēku apkures sistēmu projektēšanas īpatnībām.

Individuālās dzīvojamās mājās, it īpaši vienkāršās ēkās bez pagrabelpām, siltuma ģenerators ar radiatoriem atrodas apmēram vienā līmenī, un vienīgās, augstāk paceltās dzesējošās virsmas, kur, ūdenim atdziestot, rodas aktīvais cirkulācijas spiediens — ir nedaudzie sistēmas augšējie cauruļvadi.

Ja pēdējos izvēlas ar nepietiekošu šķērsgrīzumu, plūsmas hidrauliskās pretestības ir tik lielas, ka traucē vajadzīgā ūdens daudzuma pieplūdi radiatoriem un tie vāji silda.

Tāpēc cauruļvadu dimensionēšana ir jāsāk ar aktīvā cirkulācijas spiediena aprēķinu atsevišķiem shēmas konturiem. To izdara pēc šāda vienādojuma:

$$H = bh_1(l + h_1) \pm h_r(\gamma_2 - \gamma_1) \text{ kg/m}^3 \text{ vai mm ūd. st. (19)}$$

kur

b — cauruļvadu izolāciju raksturojošais koeficients;

$b = 0,4$ — neizolētu cauruļvadu sistēmām, kā arī tādām, kur izolēts ir tikai galvenais stiebris (no katla uz augšu līdz izplešanās traukam);

$b = 0,34$ — sistēmām ar izolētu galveno stiebru un atpakaļgaitas cauruļvadiem;

$b = 0,16$ — sistēmām ar izolētiem (piemēram, zem apmetuma — kanālos ievietoti) cauruļvadiem;

h_1 — apkures sistēmas turpvada augstums virs siltuma generatora karstākās joslas (skat. norādījumus 51. un 55. lpp.);

l — aprēķināmā kontura stiebra horizontālais attālums no galvenā stiebra [m];

γ_1, γ_2 — ūdens tilpuma svārs turpgaitas un atpakaļgaitas vadā kg/m^3 ;

h — sildķermeņa viduslīnijas vertikālā novirze (sk. 28. zīm. lielumu h_4) no siltuma generatora karstākās joslās [m]. «+» zīme jāievieto vienādojumā tad, ja radiatora viduslīnija ir virs katla karstākās joslas, «—» zīme, ja otrādi.

Aprēķināmā cauruļvada posmam caurplūstošā ūdens daudzumu nosaka pēc vienādojuma:

$$G = \frac{Q}{\Delta t} \text{ kg/st,} \quad (20)$$

kur Q — aprēķina posmam ar karsto ūdeni caurvadāmais siltuma daudzums $kcal/st$;

Δt — siltumnesēja temperatūras kritums sistēmā $^{\circ}C$.

Vienstāva individuālo dzīvojamo ēku apkures sistēmām ar siltumnesēja aprēķina parametriem $t_1 = 90^{\circ}C$ un $t_2 = 70^{\circ}C$ vai arī retāk $t_1 = 80^{\circ}C$ un $t_2 = 60^{\circ}C$, temperatūras kritums ir

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 90 - 70 = 80 - 60 = 20^{\circ}C.$$

Dažos gadījumos (divstāvu ēkām), ja apkures sistēmu projektē temperatūrām $t_1 = 95^{\circ}C$ un $t_2 = 70^{\circ}C$, tad $\Delta t = 25^{\circ}C$.

Tālākā cauruļvadu hidrauliskā aprēķina gaita līdzīga tai, kādu lieto vairākstāvu apkures sistēmu projektēšanā. Skaitļošanas rezultātus sakārto 60. lpp. ievietotās veidlapas veidā.

Vienam tekošam metram caurules pieļaujamo berzes pretestību aprēķina pēc vienādojuma

$$R_{lm} = \frac{0,5 H}{L} \text{ mm ūd. st/m vai kg/m}^2 \text{ m,} \quad (21)$$

kur

H — kontura aktīvais cirkulācijas spiediens (nosakāms pēc 19. vienādojuma) $mm \text{ ūd. st}$;

L — kontura kopējais garums m .

No 21. vienādojuma izriet, ka kontura hidraulisko berzes pretestību pārvarēšanai aprēķina pirmajā tuvinājumā esam rezervējuši 50% no visa aktīvā cirkulācijas spiediena.

Centrālās apkures sistēmās bez minētām cauruļvadu berzes pretestībām ir arī dažādas vietējās pretestības (likumi, savienojumi, nozarojumi, pārejās vietas utt.), kuru raksturošanai hidrauliskos aprēķinos ieviests t. s. vietējo pretestību koeficients ξ . Tā skaitliskās vērtības dažādiem apkures sistēmu elementiem ir dotas 5. pielikumā.

Atlikušos 50% no aktīvā cirkulācijas spiediena var izmantot šo kontura vietējo pretestību Z pārvarēšanai.

$$Z = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ mm ūd. st vai kg/m}^2, \quad (22)$$

kur

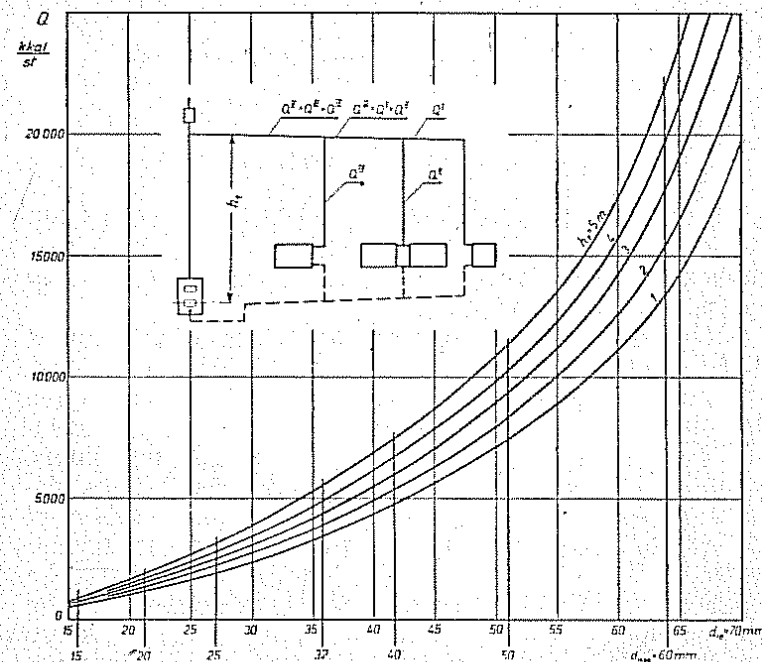
v — ūdens plūsmas ātrums caurulē m/sek .
(lielumu Z ieraksta veidlapas 10. ailē).

Lai no n posmiem sastāvoša apkures sistēma pareizi darbotos, jāievēro vienādojums

$$H \geq \sum_1^n (R \cdot l + Z) \text{ mm ūd. st vai kg/m}^2. \quad (23)$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Cauruļvada posma №

Cauruļvadu hidrauliskos aprēķinus ievērojami atvieglo nomogramas. Tā, piemēram, ar 6. pielikumā attēloto nomogramu, zinot caurplūdi — G (pēc 20. vienādojuma), posmā pieļaujamo berzes pretestību uz 1 tek. m — R_{lm} (pēc 21. vienādojuma) var noteikt izdevīgāko cauruļes diametru d (ko ierakstām aprēķina veidlapas 5. ailē) un



34. zīm. Diagrama cauruļvadu diametra tuvinātai noteikšanai.

plūsmas ātrumu v (ieraksta 6. ailē). Arī pēc zināmām vietējo pretestību koeficientu ξ vērtībām (sk. 5. pielikumu) viegli var noteikt attiecīgo spiediena kritumu (sk. aprēķina piemēru 6. pielikuma nomogramā).

Ja šādā veidā izdarītais aprēķins dotajam schemas konturam uzrāda lielāku sumaro spiedienu kritumu par sākumā aprēķināto aktīvo cirkulācijas spiedienu, tad

kādā posmā diametrs jāpalielina un aprēķins jāatkārto.

Ja lasītājam agrāk nav bijusi saskare ar šāda veida hidrauliskiem aprēķiniem un to risināšana sagādā grūtības, tad zināmus pieturas punktus cauruļvadu dimensioņēšanā var dabūt tuvināti pēc 34. zīmējumā ievietotās nomogramas, kur uz vertikālās ass atlikta posma siltuma slodzes Q , bet uz liektām līnijām atzīmēts sistēmas turpveda augstums virs katla karstākās joslas.

Nolasījums uz horizontālās ass dod meklēto caurules diametru.

10. §. SILTUMA AKUMULATORI

Ar ГОСТ 2127-43 ir noteikts, ka krāsnīm jābūt izbūvētām tā, lai pēc apm. $2\frac{1}{2}$ stundu ilga kurināšanas perioda telpu temperatūra turpmākās 9 stundās pazeminātos ne vairāk kā par $2,5^{\circ}\text{C}$.

Izbūvējot centrālo ūdens apkures sistēmu individualās dzīvojamās mājās, dabiski, ka tur nebūs īpaša kurinātāja, siltuma ģeneratora apkalpošanai, kā tas ir daudzstāvu dzīvojamās mājās, bet minēto darbu veikis paši iedzīvotāji. Šajā sakarībā praksē ieviesies nerakstīts noteikums, ka individualās dzīvojamās mājas centralās apkures sistēmas apkalpošana nedrīkst prasīt vairāk laika, nekā tas vajadzīgs, piemēram, vienas podiņu krāsns kurināšanai.

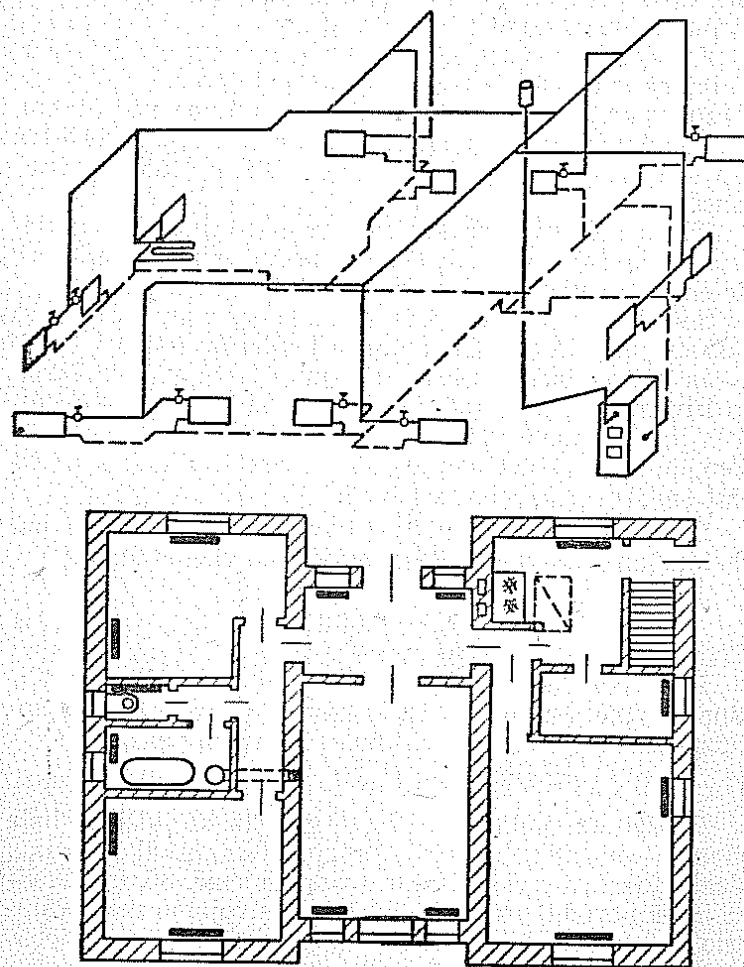
Nemot vērā ūdens apkures sistēmas relatīvi niecīgo siltuma kapacitāti, salīdzinot ar podiņu krāsnīm, kuras bez tam kurinot sakarsē daudz spēcīgāk nekā ūdens apkures sistēmas radiatorus, lai tomēr izpildītu iepriekš minētos noteikumus, ir jāveic īpaši pasākumi sistēmas darbības vienmērīguma nostabilizēšanai.

Viens no efektīvākiem līdzekļiem šajā ziņā ir tāda siltuma ģeneratora izbūve, kuram būtu pietiekami liela kurināmā ietilpība un degšanas process kurtuvē noritētu ilgstoši un bez traucējumiem.

Ļoti labi šīs prasības izpilda «ВНИИСТО-Мч» u. c. līdzīgas konstrukcijas mazas jaudas apkures katli, par kuriem sīkāk bija minēts 4. §.

Attiecīgas centralās apkures sistēmas izveidojuma piemērs četrstāvu dzīvojamai mājai parādīts 35. zīmējumā.

Kā jau minēts, daudzos gadījumos siltuma ģeneratorus izbūvē kopā ar virtuves pavardu. Tā kā kurināmā krā-



35. zīm. Centralās apkures sistēma četrstāvu dzīvojamai mājai ar «ВНИИСТО-Мч» tipa siltuma ģeneratoru.

jumi šādā kurtuvē ir mazi, tad degšanas process bez regulāras uzraudzības parasti ir samērā īslaicīgs.

Tādas nelielas centralās apkures sistēmas tāpēc mēdz papildināt ar t. s. siltuma akumulatoriem. Tie ir apkures sistēmā ieslēgti papildu ūdens rezervuāri, kuros ģeneratora intensīvas kurināšanas laikā uzkrāj attīstītā siltuma pārpalikumu sakarsēta ūdens veidā.

Kurināšanas perioda beigās ūdens temperatūra akumulatorā ir apmēram tāda pati kā radiatoros.

Protams, lai varētu radīt zināmu siltuma uzkrājumu, siltuma ģeneratora jaudai jābūt attiecīgi lielākai, nekā tas nepieciešams ēkas vidējo stundas siltuma zudumu segšanai.

Siltuma ģeneratora kurināšanu pārtraucot, akumulatorā sakarsētais karstais ūdens turpina cirkulēt apkures sistēmā un caur radiatoriem nodod siltumu telpām.

Šeit tomēr jānorāda, ka apkures sistēmu speciālistu uzskati par siltuma akumulatoru lietderību dalās.

Ja viena daļa norāda uz akumulatoru nenoliedzami pozitīvām īpašībām, tad citi atkal izceļ to mazo efektivitāti, jo jāuzstāda 200...300 l lielas ūdens tvertnes, komplicētākas kļūst cauruļvadu shēmas utt., kas savukārt sadārdzina sistēmas izbūvi.

Sacītā ilustrēšanai un tvertnes tilpuma aprēķina paskaidrošanai aplūkosim šādu empirisko vienādojumu:

$$G_{ak} = 0,06 Q [l]. \quad (23)$$

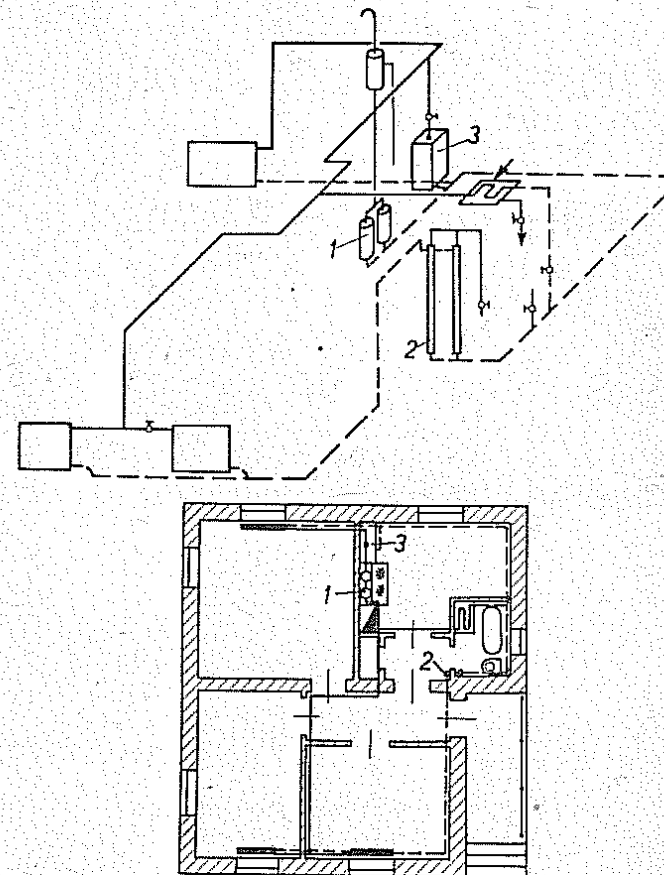
Pēc vienādojuma izriet, ka rezervuāra tilpums G_{ak} jāņem apmēram 60 litri uz katrām $Q = 1000 \text{ kkal/st}$ apkures sistēmas aprēķina siltuma zudumiem vai arī

$G_{ak} \approx 20 \text{ l}$ uz katru m^2 iebūvēto radiatoru sildvirsmas.

Praksē akumulatorus izbūvē gan kā atsevišķas, liela tilpuma centralizētas tvertnes, gan arī kā mazāka tilpuma elementus, kas izvietoti cauruļvadu sistēmā. 36. un 37. zīmējumā parādīti trīs- un divstābu dzīvojamo māju centrālās apkures sistēmu izveidošanas varianti, kuros iebūvēti abu iepriekšminēto tipu akumulatori.

Maza tilpuma (cauruļu tipa) akumulatorus parasti iebūvē sistēmas atpakaļvadā, kādā no lejup ejošiem (ver-

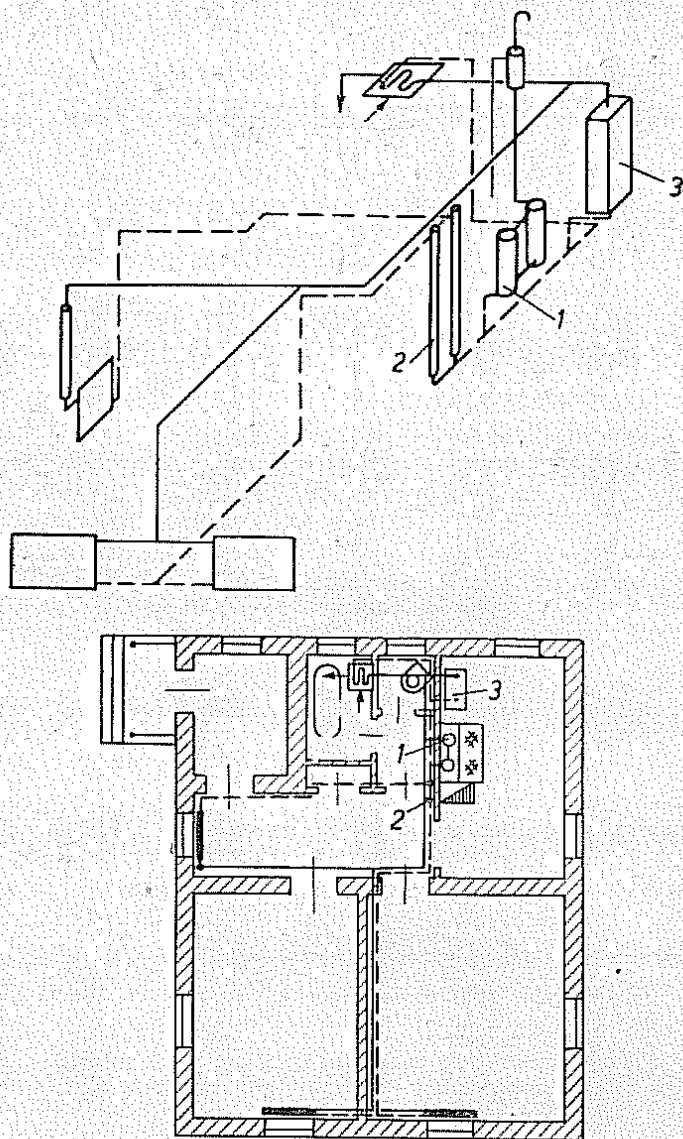
tikāliem) posmiem, piemēram, apejot durvju ailes utt. Šāds akumulatora izvietojums sistēmā netikai palielina



36. zīm. Centralās apkures iekārtošana vienkāršā dzīvojamā mājā ar 3 istabām un virtuvi:
1 — siltuma ģenerators; 2 un 3 — siltuma akumulatori.

radiatoru sildvirsmu, bet, ūdenim atdziestot, rodas vēl papildu pozitīvs cirkulācijas spiediens.

Centrālos — liela tilpuma akumulatorus turpretim no ārpuses izolē, lai tie pārmērīgi nesakarsētu telpu, kurā uzstādīti.



37. zīm. Centralās apkures iekārtošana vienkāršā dzīvojamā mājā ar divām istabām un virtuvi:
1 — siltuma ģenerators; 2 un 3 — siltuma akumulatori.

11. §. APKURES SISTEMAS SILDJAUŠAS REGULĒŠANA

Ja apkures periodā ārējā gaisa temperatūra nepazeminās līdz $t_{ār}^{apr}$, tad centralās apkures sistēmai normali jāapsilda telpas jau pie zemākām ūdens temperatūrām cirkulācijas konturos.

Praksē ir noskaidrots, ka telpas tiek normali apsildītas, ja starp ūdens un ārējā gaisa temperatūrām pastāv ar šādiem vienādojumiem noteiktas sakarības:

$$t_1' = t_{ie}' + 0,5(t_1^{apr} - t_2^{apr}) \frac{t_{ie}' - t_{ār}'}{t_{ie}' - t_{ār}^{apr}} + \left(\frac{t_1^{apr} + t_2^{apr}}{2} - t_{ie}' \right) \left(\frac{t_{ie}' - t_{ār}'}{t_{ie}' - t_{ār}^{apr}} \right) 0,8 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (24)$$

$$t_2' = t_1' - (t_1^{apr} - t_2^{apr}) \frac{t_{ie}' - t_{ār}'}{t_{ie}' - t_{ār}^{apr}} \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (25)$$

Vienādojumos t_1' un t_2' ir meklējamās siltumnesēja temperatūras turpgaitas un atpakaļgaitas vados, mērijot pie siltuma ģenerators, ja ārējā gaisa temperatūra ir $t_{ār}'$ un telpas temperatūra t_{ie}' .

Temperatūra t_{ie}' var arī nebūt vienāda ar telpas normālo temperatūru — t_{ie} , kurai ir projektēta apkures sistēma, piemēram, ja mājās ir slimnieki un nepieciešams istabas uzturēt siltākas, tad t_{ie}' ir lielāka par t_{ie} , protams, attiecīgi maināms arī kurināšanas režims. Tā paskaidrošanai aplūkosim sekojošo piemēru.

8. piemērs. Aprēķināt siltumnesēja temperatūras t_1' un t_2' pie ārējā gaisa temperatūras $t_{ār}' = -5^\circ\text{C}$, ja apkures sistēmas aprēķina parametri ir šādi:

$$t_1^{apr} = 90^\circ\text{C}, t_2^{apr} = 70^\circ\text{C}, t_{ār}^{apr} = -19^\circ\text{C}, t_{ie} = +18^\circ\text{C}$$

Telpās patlaban jāuztur

$$t_{ie}' = +20^\circ\text{C}.$$

Pēc 23. un 24. vienādojuma dabūjam atbildi

$$t_1' = 20 + 0,5 (90 - 70) \frac{20 - (-5)}{18 - (-19)} + \left(\frac{90 + 70}{2} - 18 \right) \times \\ \times \left[\frac{20 - (-5)}{18 - (-19)} \right] 0,8 = 20 + 10 \cdot \frac{25}{37} + 62 \left(\frac{25}{37} \right) 0,8 = 72,0^\circ \text{C};$$

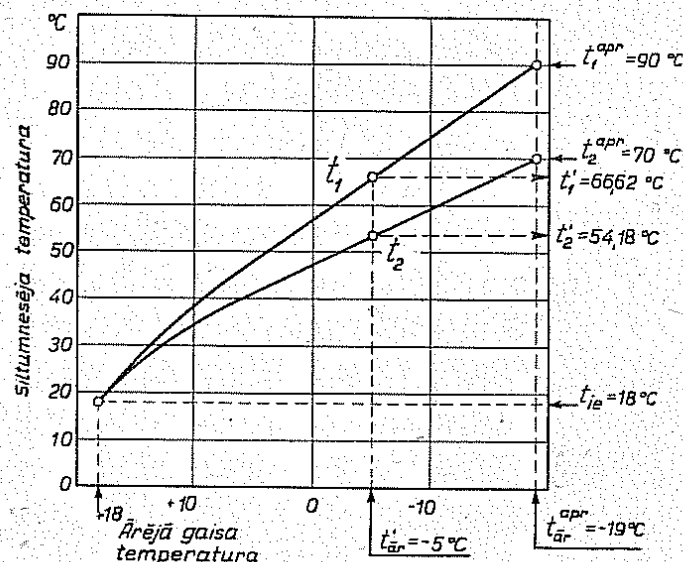
$$t_2' = 72 - (90 - 70) \frac{20 - (-5)}{18 - (-19)} = 72 - 20 \cdot \frac{25}{37} = 58,5^\circ \text{C}.$$

Aprēķināsim arī, kādām vajadzētu būt siltumnesēja temperatūrām, lai telpās uzturētu normālo temperatūru $t_{ie} = +18^\circ \text{C}$.

Aprēķinot pēc tiem pašiem vienādojumiem, bet t_{ie} vietā, ievieojot t_{ie} , dabūjam

$t_1' = 66,62^\circ \text{C}$ (iepriekšējā aprēķinā bija $72,0^\circ \text{C}$) un $t_2' = 54,18^\circ \text{C}$.

Šādā veidā aprēķinot siltumnesēja temperatūru dažādām ārējā gaisa temperatūrām, var sastādīt apkures sistēmas regulēšanas grafiku (38. zīm.), kas ļoti noderīgs sistēmas pareizai ekspluatācijai.



38. zīm. Siltumnesēja temperatūras t_1 un t_2 pie mainīgas ārējā gaisa temperatūras $t_{ār}$.

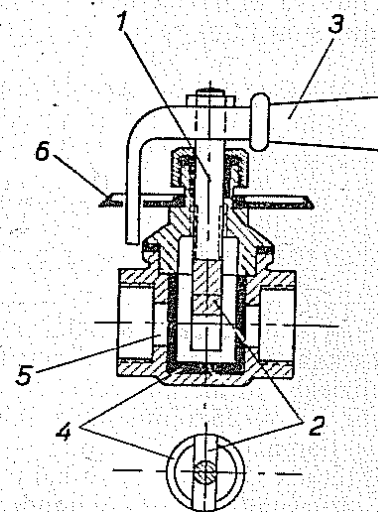
Nelielu ģimenes māju centralās apkures iekārtām aplūkots sistēmas sildjaudas regulēšanas veids bieži ir vienīgais.

Tieši tas, ka centralās apkures iekārtas sakarā ar meteoroloģisko apstākļu pārmaiņām labi pakļaujas centralizētai regulēšanai, ir viena no galvenām to priekšrocībām, salīdzinot ar krāsns apkuri. Ja apkurināmā dzīvojamā mājā ir lielāks skaits istabu, kurās apkures perioda laikā normālo temperatūru paredzēts dažādi mainīt, tad centralā sildjaudas regulēšana jāpapildina ar vietējo regulēšanu, ierīkojot attiecīgo radiatoru karstā ūdens pievadus t. s. dubultās regulēšanas krānus.

Šie krāni atšķiras no parastajiem ventiļiem ar to, ka tajos apvienots t. s. puspagriežiena vai konusa krānu darbības princips ar ventiļu pakāpenisko noslēgšanas principu.

Griežot vārpstiņu 1, aizbīdnis 2 pārvietojas augstāk vai zemāk. Tādā veidā, mainot caurplūdes kanāla augstumu, radiatoram ieregulē normālo siltumnesēja caurplūdi. Pēc tam vārpstiņas galam piemontē rokturi 3, kuru pagriežot galējā kreisā stāvoklī, līdz pagriežamā čaula 4 pilnīgi noslēdz caurplūdes kanālu. Griežot rokturi 3 uz pretējo pusi (par 90°), krāna korpusa 5 atvērumiem pretim pagriežas čaulas 4 atvērumi un ūdens var brīvi plūst cauri.

Pirmā roktura stāvokli uz nekustīgi nostiprinātās ripas 6 apzīmē ar uzrakstu «auksts», bet otru ar — «karsts».



39. zīm. Dubultās regulēšanas krāns:

1 — vārpstiņa; 2 — aizbīdnis; 3 — rokturis; 4 — pagriežamā čaula ar sānu izgriezumiem; 5 — krāna korpus; 6 — roktura pagriežiena ierobežotājs.

Pabeidzot sildjaudas dažādo regulēšanas paņēmieni apskatu, jāmin vēl viena centralām ūdens apkures sistēmām raksturīga īpašība — sistēmas pašregulēšanās.

Tās paskaidrošanai alcerēsimies, ka radiatora atdoto siltuma daudzumu Q noteic caurplūstošā ūdens daudzums G kg/st un ūdens atdzišanas pakāpe jeb temperatūras kritums radiatorā Δt :

$$Q = G \cdot c_p \cdot \Delta t = G c_p (t_1 - t_2) \text{ kkal/st} \quad (26)$$

c_p — ūdens īpatnējo siltuma ietilpību praktiskiem aprē-

ķiniem var pieņemt $\approx 1.0 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$, tātad

$$Q = G \cdot \Delta t. \quad (26a)$$

Ja radiatoram pievada samazinātu ūdens daudzumu G , kas ir mazāks par normālo — G , tad caurplūstot tas atdziest vairāk un Δt kļūst lielāka par Δt ; rezultātā — vienādojuma 26a labās puses pirmais loceklis gan samazināsies, bet otrs — Δt — palielināsies; tāpēc sildjauda Q samazinās tikai nedaudz.

Pilnīgāk izprast sildjaudas mainu atkarībā no caurteces var pēc 40. zīmējumā parādītā grafika.

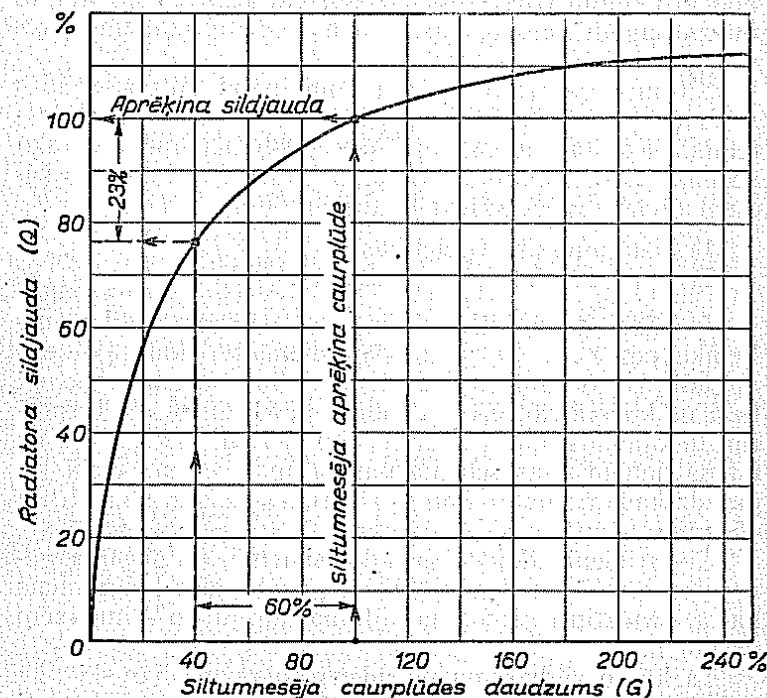
No grafika izriet, ka, samazinot caurteci, piemēram, par 60%, radiatora sildjauda samazināsies tikai par $\approx 23\%$, vai arī, caurteci palielinot $2\frac{1}{2}$ kārtīgi, 1 m^2 sildjauda palielināsies tikai par 12%.

No sacītā jāsecina, ka caurteces maiņa ļoti plašā diapazonā radiatora sildjaudu ietekmē relatīvi maz.

Pateicoties šādai pašregulēšanās īpašībai, dažkārt pat kļūdaini aprēķinātas un neprecīzi izbūvētas apkures sistēmas, iestājoties aukstam laikam, visumā tomēr ir darba spējīgas, jo aukstā laikā temperatūras kritums Δt radiatoros ir vislielākais.

Tomēr centrālo apkures sistēmu ekspluatācijas prakse rāda, ka šādas nepareizi izprojektētas apkures sistēmas parasti sāk darboties neapmierinoši, tiklīdz ārējā gaisa temperatūra paaugstinās. Tad dažas telpas sāk pārkarst, bet citas tiek nepietiekoši apsildītas.

Lai uzturētu kaut cik normālu temperatūru visai ēkai, apkures sistēma ir jākurina stiprāk, pārkurinātās telpās jāpārstāda regulēšanas krāni pie radiatoriem, biežāk jāatver vēdināšanas kanāli un vēdldziņi, līdz ar to rodas



40. zīm. Radiatora sildjaudas Q izmaiņa atkarībā no siltumnesēja caurplūdes daudzuma G .

neērtības ekspluatācijā un reizē nelietderīgi tiek izlietots kurināmais.

Nemot vērā to, ka centrālā apkure ir kapitāls ieguldījums ēkas celtniecībā un, pareizi darbinot, tā kalpo desmitiem gadu, būs lieki norādīt, kāda nozīme ir pareizi aprēķinātas sistēmas izbūvei individualajās dzīvojamās mājās, kā arī atsevišķos dzīvokļos.

12. §. KOMBINĒTAS CENTRALĀS APKURES UN KARSTĀ ŪDENS APGĀDES SISTEMAS

Parasti individualās dzīvojamās mājās, kur telpu apsildīšanai izbūvē centralo ūdens apkures sistēmu, ar nelieliem papildu izdevumiem viegli var iekārtot arī karstā ūdens apgādi vannai, dušai, veļas mazgāšanai un virtuves vajadzībām.

Siltuma ģenerators šādai kombinētai siltumapgādes sistēmai parasti paliek iepriekšējais — apkurei projektētais. Karstā ūdens apgādes sistēmai piemērotāko shēmu katrā konkrētā gadījumā izvēlas, vadoties no šādiem diviem galvenajiem faktoriem:

- 1) lietojamā ūdens cietības un
- 2) apkures sistēmas ģeneratoru sildjaudas.

Ja sistēmas pildīšanai lietojamā ūdens cietība nav lielāka par 8... 10 cietības grādiem, tad karstā ūdens apgādi var organizēt pēc vienkāršotas shēmas, ņemot tieši no kopējā cauruļvadu tīkla (sk. 41. zīm.). Ja turpretim lietojamais ūdens ir ar lielāku cietību, tad t. s. tiešās ūdens noņemšanas shēma nav derīga, bet tās vietā jāparedz kāds no dalīto konturu variantiem (sk. 43., 44. un 45. zīm.).

Cietu ūdeni atkārtoti ievadot sistēmā, uz siltuma ģeneratora iekšējām sienām (ūdens pusē) rodas katlakmens kārtas, kas stipri samazina siltuma pāreju no dūmgāzēm uz ūdeni.

Tā kā šo sildvirsmu no ūdens puses mehāniski nav iespējams notīrīt, bet ķīmiskie līdzekļi ne vienmēr dod vēlamo rezultātu, parasti līdz ar to visa siltumapgādes iekārta kļūst neefektīva, vāji silda, vairāk patērē kurināmo.

Otrs faktors shēmas izvēlē, kā jau minējām, ir apkures sistēmas siltuma ģeneratoru jauda.

Ja tā ir mazāka par maksimālo stundas siltumapgādes jaudu, tad shēmā jāparedz karstā ūdens akumulators, kurā uzkrāto silto ūdeni izmanto vannai. Ja turpretim apkures sistēmas siltuma ģeneratora

* Siltumapgādes aprēķinu sk. 9. piemērā.

jauda ir lielāka par karstā ūdens siltumapgādes jaudu, tad īpaši akumulatori nav vajadzīgi.

Šeit gan jāpiezīmē, ka individuālo dzīvojamo māju labiekārtošanas praksē visbiežāk sastopam pirmo gadījumu, kad ģeneratora jauda nav pietiekoši liela. Tāpēc lietderīgi būs aplūkot sīkāk akumulatoru shēmu izveidošanas pamatprincipus.

a) Kombinēta siltumapgādes sistēma ar liešo karstā ūdens noņemšanu

Karstā ūdens akumulatora funkcijas kombinētās siltumapgādes shēmās parasti piešķir apkures sistēmas izplešanās traukam, pie tam vajadzības gadījumā trauka tilpumu attiecīgi palielina.

Šāda pārveidota izplešanās trauka tilpuma aprēķināšanu paskaidrosim ar piemēru.

9. piemērs. Vannas sagatavošanai nepieciešams $V = 250$ litri ūdens ar temperatūru $t_{kū} = +40^{\circ}\text{C}$.

Aprēķināt izplešanās trauka — akumulatora tilpumu, ja aukstā ūdens temperatūra $t_0 = +10^{\circ}\text{C}$ un apkures sistēmas siltuma ģeneratora jauda ir 7000 kkal/st .

1. Vienas vannas sagatavošanai teoretiski nepieciešamais siltuma daudzums

$$Q_{kū} = V(t_{kū} - t_0) \text{ kkal/st.} \quad (27)$$

$$Q_{kū} = 250 (40 - 10) = 7500 \text{ kkal/st.}$$

2. Akumulatora darba tilpums (no signalcaurules līdz pārplūdes caurulei), pieņemot, ka ūdens temperatūra tur ir $t_{ak} = 80^{\circ}\text{C}$:

$$V_{ak} = \frac{Q_{kū}}{(t_{ak} - t_0)} [l]. \quad (28)$$

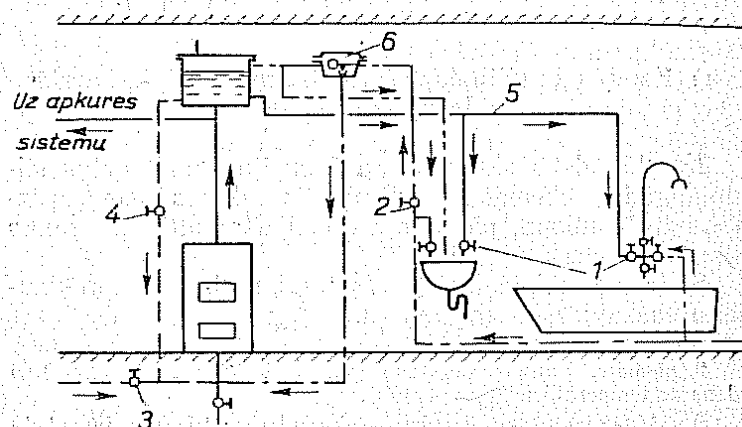
$$V_{ak} = \frac{7500}{80 - 10} = 107 \approx 100 \text{ l.}$$

3. Laiks, kas vajadzīgs ūdens sakarsēšanai nākošai vannai, ja apkures sistēma atvienota:

$$z = \frac{Q_{kū}}{Q_{gen}} = \frac{7500}{7000} = 1,07 \text{ st.}$$

Kombinētas siltumapgādes sistēma ar tiešo karstā ūdens noņemšanu parādīta 41. zīmējumā.

Tās ekspluatācija noris šādi. Apkures sistēmas normas darbības režīmā karstā ūdens apgādes konturs ar ventīļiem 1 un 2 ir atvienots. Ūdens cirkulē vienīgi caur radiatoriem.



41. zīm. Kombinēta siltumapgādes sistēma ar tiešo karstā ūdens noņemšanu:

1 — karstā ūdens krāni; 2 — ventīlis aukstā ūdens papildināšanai sistēmā; 3 — apkures sistēmas atvienošanas ventīlis; 4 — ventīlis cirkulācijas vadā (atverams, ja gatavo vannu); 5 — karstā ūdens noņemšanas caurule; 6 — pludiņvērtne.

Lietojot vannu vai dušu, it īpaši, ja paredzēts lielāks karstā ūdens patēriņš (piemēram, jā sagatavo 2 vai 3 vannas pēc kārtas), apkures sistēmu vēlams atvienot no siltuma ģeneratora kontura (aizgriež ventīli 3).

Šāda apkures sistēmas periodiska izslēgšana ir pilnīgi pieļaujama, jo telpu sienu, mēbeļu un pārējās iekārtas siltuma akumulācija novērš strauju temperatūras pazemināšanas iespēju. Bez tam, jau gatavojoties karstā ūdens patēriņam, apkures sistēmu var savlaicīgi forsēt un pacelt telpu temperatūru nedaudz augstāk par normālo.

Ūdeni uz vannu un dušu (41. zīm.) novada no akumulatora apakšējās joslas pa cauruli 5. Zīmējumā parādītā shēmā aukstā ūdens pievadīšana līdz vēlākam līmenim

ir automatizēta. Tiklīdz līmenis akumulatorā nokrītas, pludiņvārsts¹ traukā 6 atver aukstā ūdens pievadkanālu un sistēmu no jauna uzpilda.

Protams, pludiņvārsts var arī nebūt, bet tad jāraugās, lai ūdens akumulatorā vienmēr būtu vajadzīgā līmenī un trauks neiztukšotos pilnīgi. Iztukšotā sistēmā apstājas cirkulācija un ūdens sāk vārīties.

Lai nodrošinātu normālu ūdens cirkulāciju, starp siltuma ģeneratoru un akumulatoru iebūvē īpašu cauruli ar ventīli 4. Gatavojot vannu, ventīli 4 atgriež un atstāj atvērtu visā mazgāšanās laikā. Ar to tiek nodrošināta ūdens cirkulācija katlā arī tad, ja apkures sistēma atvienota un karsto ūdeni nelieto.

Siltuma zudumu samazināšanai akumulatoru — izplešanās trauku no ārpuses izolē ar azbestu vai citu tam līdzīgu materiālu.

b) Kombinēta siltumapgādes sistēma ar dalītiem ūdens plūsmu konturiem

Kombinētās siltumapgādes sistēmas cauruļvadu principālā shēma parādīta 43., 44. un 45. zīmējumā.

Siltuma ģenerators un apkures sistēma šeit izveido noslēgtu konturu, kurā cirkulē viens un tas pats sākumā iepildītais ūdens.

Ūdens sasildīšanai vannai un dušai ir iekārtots boilers. To sasilda ar apkures sistēmas ūdeni, kas plūst cauri īpašai liekto cauruļu baterijai (42. zīm.).

Ūdens kustība liekto cauruļu baterijā notiek ar dabisko cirkulāciju.

Tā kā caurules ar laiku no ārpuses pārklājas ar nosēdumu kārtu, tad boilers jāizbūvē attaisāms (ar vāku).

Boilera tilpumu aprēķina tāpat kā karstā ūdens apgādes akumulatoru (sk. 28. vienādojumu), bet cauruļu sildvirsmu pēc šāda vienādojuma:

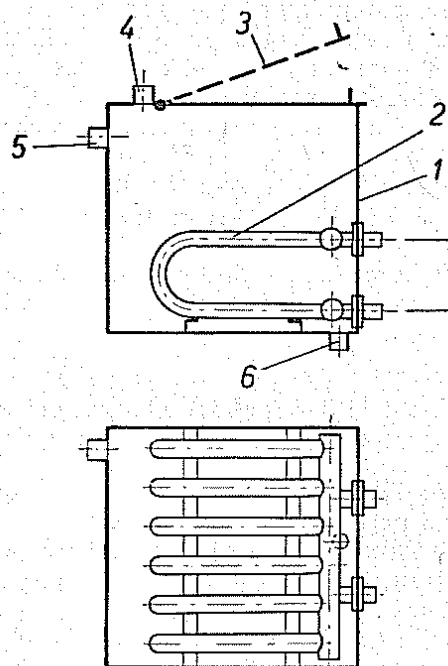
$$F = \frac{Q_{k.a}}{k \cdot \Delta t} [m^2]. \quad (29)$$

¹ Līdzīgus pludiņvārstus uzstāda tualetes telpās ūdens skalošanas aparatos.

Tuvinātiem aprēķiniem var pieņemt

Δt — vidējo temperatūru diferenci $\approx 10^\circ\text{C}$;

k — siltuma transmisijas koeficientu $\approx 250 \dots 350 \text{ kkal/m}^2 \text{ st. } ^\circ\text{C}$.



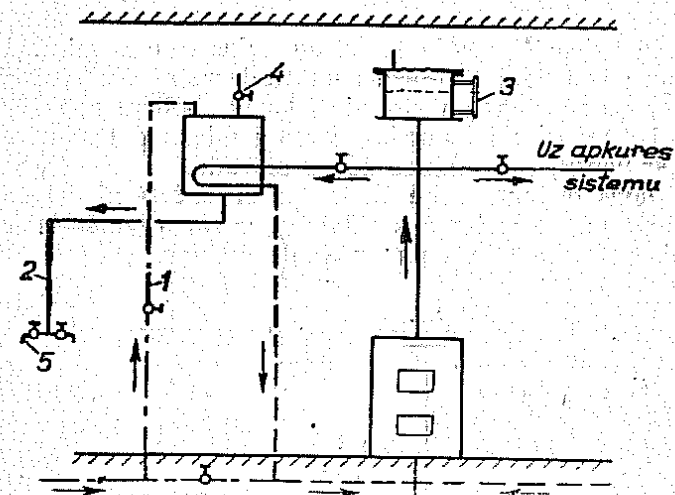
42. zīm. Karstā ūdens boileris ar liekto cauruļu bateriju:

1 — boileru korpuss; 2 — karstā ūdens caurule; 3 — vāks; 4 — aukstā ūdens ievadišanas caurule; 5 — pārplūdes caurule; 6 — sakarsētā ūdens novadišanas caurule.

43. zīmējumā parādītai schemei, salīdzinot ar 41. zīmējumu, ir būtiska priekšrocība, jo pēc tās boileri var iepildīt arī mazāku ūdens daudzumu un tādā veidā ātrāk to sasildīt.

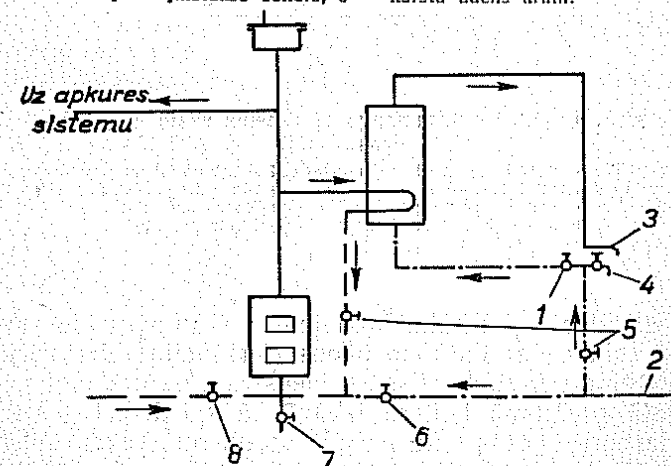
Vienas no lielākajiem šīs shēmas trūkumiem ir nevienmērīga ūdens temperatūra izlietošanas vietā. To izraisa aukstā ūdens pievadīšana boilerī no augšas, bet siltā ūdens novadišana — no apakšdaļas.¹

¹ Sacītais attiecas arī uz shēmu, kas parādīta 41. zīmējumā.



43. zīm. Kombinēta siltumapgādes sistēma ar dalītiem ūdens plūsmas konturiem:

1 — aukstā ūdens pievadcaurule; 2 — sakarsētā ūdens novadcaurule; 3 — izplešanās trauka līmeņrādītājs; 4 — gaisa izvadišanas kanāls, to atver arī tad ja ir jāiztukšo boileris; 5 — karstā ūdens krāns.



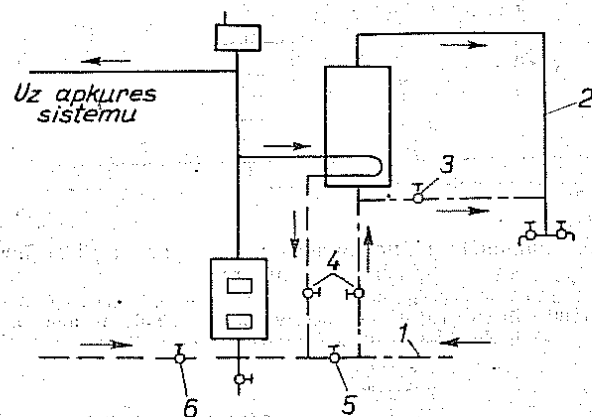
44. zīm. Mazela-Kotlera shēma kombinētai siltumapgādes sistēmai:

1 — ventilis (aukstā ūdens vadā) karstā ūdens patēriņa regulēšanai; 2 — aukstā ūdens pievads; 3 — karstā ūdens izteces vieta; 4 — aukstā ūdens krāns; 5 — ventilis karstā ūdens apgādes sistēmas izslēgšanai; 6 — ventilis ūdens papildināšanai apkures sistēmā; 7 — ūdens izlaišanas (drenāžas) ventilis; 8 — apkures sistēmas radiatoru kontūra izslēgšanas ventilis.

Šajā sakarībā oriģinālu shemu, kurai nav minētais trūkums, izstrādājuši Mazels un Kotlers.

Pēc šīs shēmas auksto ūdeni ievada boilerā apakšējā daļā, bet novada no augšas. Karstā ūdens patēriņu regulē ar ventili 1 — aukstā ūdens pievadā.

Zināms trūkums shēmai ir tās ierobežotā pielietošanas iespēja, jo sistēmā vienlaicīgi nevar regulēt izteci vairākos karstā ūdens patērēšanas punktos.



45. zīm. Kombinēta siltumapgādes shēma ēkām ar pilsētas ūdensvadu:

1 — aukstā ūdens pievads no pilsētas ūdensvada; 2 — karstā ūdens novadcaurule; 3 — ventils boilerā tukšošanai; 4 — ventili karstā ūdens apgādes sistēmas izslēgšanai; 5 — ventils ūdens papildināšanai apkures sistēmā; 6 — apkures sistēmas radiatoru kontūra izslēgšanas ventils.

Visbeidzot aplūkosim kombinētas siltumapgādes sistēmas shēmu ar dalītiem ūdens cirkulācijas konturiem, kas lietojama ēkās ar pilsētas ūdensvada pieslēgumu.

Šajā gadījumā boileru izbūvē kā spiedtvertni, kura var darboties, izturot ūdensvada spiedienu. Auksto ūdeni ievada boilerā apakšējā daļā, bet karsto novada pa cauruli 2 — no augšas.

Ar to ir nodrošināta vienmērīga karstā ūdens temperatūra patēriņa vietā jebkurā iekārtas darbināšanas režīmā.

Aplūkotai shēmai piemīt vēl cita pozitīva īpašība — nav jā rūpējas par pareiza līmeņa ieturēšanu boilerī, jo tas vienmēr ir piepildīts.

* *

Pabeidzot nelielo pārskatu par individuālo dzīvojamo māju siltumapgādes jautājumiem, atzīmēsim īsumā pašu galveno, kas jāievēro, izbūvējot jaunas šāda veida iekārtas:

1. Siltuma ģenerators mājā jānovieto pēc iespējas zemāk (tam nedrīkst mūrēt augstus pamatus), bet radiatorus — augstāk.

2. Mazās un zemās telpās radiatorus var uzstādīt pie iekšsienām; lielās telpās — vienmēr labāk tos novietot zem logiem un pie ārsienām.

3. Sistēmas karstā ūdens turpvaldi vēlams likt pēc iespējas augstāk virs katla, bet atpakaļvaldi — pie grīdas vai zemāk.

4. Sistēmas atgaisošana jānodrošina ar pareizā virzienā slīpi iemontētiem horizontāliem cauruļvadiem.

5. Cauruļvadu sistēmas zemākajos punktos jāparedz ūdens izlaišanas krāni.

6. Boilerā karstā ūdens apgādes sistēmā visos gadījumos nodrošina ilgāku mūžu siltuma ģeneratoram un tīrāku ūdeni patērētājam.

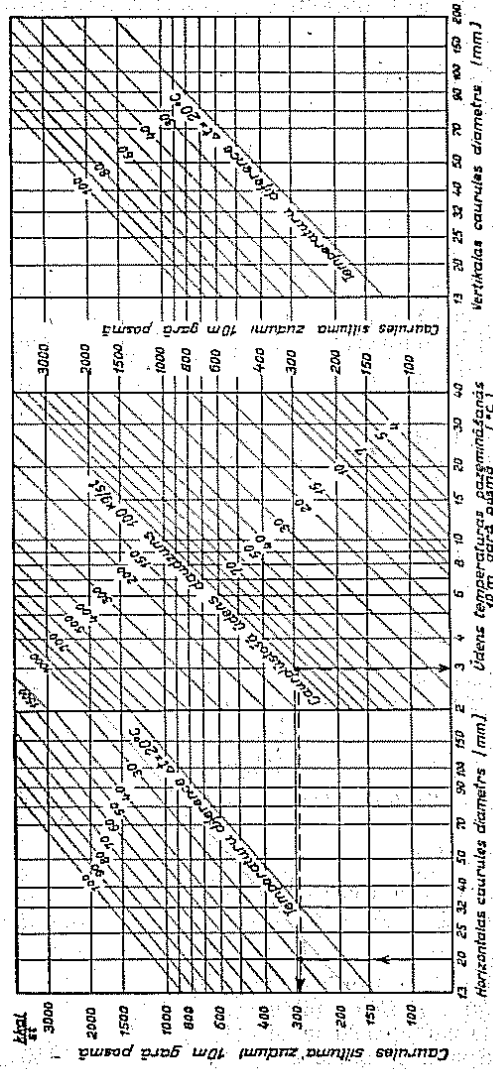
1. pielikums
Dažādu būvmateriālu tilpumsvars γ un siltuma vadīšanas koeficients λ

Nr. p. k.	Materiāla nosaukums	γ kg/m ³	λ kcal/m ² ·°C
1.	Asfalta grīdas slānis	1800	0,62
2.	Akmens šķembu betons	2000	1,10
3.	Ķieģeļu šķembu betons	1900	1,00
4.	Izdedžu betons	1000	0,35
5.	Putu betons	300	0,10
6.	Koks (λ šķērsām šķiedrai)		
	a) egļu, priede	400 ... 600	0,11 ... 0,16
	b) ozols	700 ... 900	0,18 ... 0,23
7.	Blietēti māli ar salmu piejaukumu	1200	0,40
8.	Ķieģeļu masīvs mūris	1600 ... 1800	0,60 ... 0,75
9.	Apmetums		
	a) ārējais	1600 ... 1800	0,80 ... 1,00
	b) iekšējais	1600 ... 1800	0,60 ... 0,80
10.	Gipsa plātnes	800	0,27
11.	Dzelzsbetons	1800	0,8 ... 1,0
12.	Granīts	2600 ... 2900	2,5 ... 3,5
13.	Smilšakmens	1600	0,70
14.	Zāģu skaidas (gaisa sausas)	190 ... 215	0,05 ... 0,06
15.	Izdedžu pildījums	700 ... 750	0,28
16.	Smiltis		
	a) tīras, sausas	1500	0,90
	b) mitras (8%)	2000	1,50
	c) mālainas, sausas	1500	1,30
	d) mālainas, mitras	2000	2,20
17.	Logu stikls	2500	0,65
18.	Saplāksnis	600	0,15
19.	Jumta pape	1000 ... 1200	0,12 ... 0,30
20.	Šifers	2700	1,3 ... 1,7
21.	Azbests	900	0,22
22.	Tūba	300	0,04
23.	Stikla vate	200	0,048
24.	Kūdras plates (presētas)	200	0,060
25.	Frezkūdra	350	0,061

2. pielikums
Siltuma transmisijas koeficients k_{sien} dažādām sienu konstrukcijām

Nr. p. k.	Sienas konstrukcija	Sienas biezums bez apmetuma		Koeficients k_{sien} kcal/m ² ·st·°C
		ķieģeļi	mm	
1.	Ķieģeļu siena			
	a) viļņusīgi apmesta	$\frac{1}{2}$	120	2,60
		1	250	1,80
		$1\frac{1}{2}$	380	1,38
		2	510	1,11
	b) abpusīgi apmesta	$2\frac{1}{2}$	640	0,87
		$\frac{1}{2}$	120	2,50
		1	250	1,70
		$1\frac{1}{2}$	380	1,34
		2	510	1,09
2.	Ķieģeļu siena ar 7 cm biezu gaisa starpkārtu	1	250	1,30
		$1\frac{1}{2}$	380	1,10
		2	510	0,90
		$2\frac{1}{2}$	640	0,80
3.	Ķieģeļu siena ar 2 cm biezu koka segumu no iekšpuses	$\frac{1}{2}$	120	1,70
		1	250	1,30
		$1\frac{1}{2}$	380	1,00
		2	510	0,90
4.	Ķieģeļu siena ar 2 cm kūdras plašu izolāciju	$\frac{1}{2}$	120	1,10
		1	250	0,90
		$1\frac{1}{2}$	380	0,80
		2	510	0,70
5.	Dzelzsbetons			
	a) bez apmetuma		250	3,80
			380	3,30
			510	2,90
			640	2,40
	b) abpusīgi apmests		250	3,20
			380	2,80
			510	2,50
			640	2,10
6.	Masīva koka siena ar viļņusīgi apmetumu		180	0,70
			150	0,82
			100	1,12
7.	25 mm biezu dēļu karkass ar zāģu skaidu pildījumu vidū un apmetumu sienas iekšpusē (pagaidu būvēm)		180	0,70
			150	0,82
			100	1,12

3. pielikums



Ūdens atdzišanas parametri neizolētās horizontālās un vertikālās caurulēs.

4. pielikums

1 m³ ūdens svars pie temperatūras no +10°C līdz +99,5°C.

Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg	Temperatūra °C	Svars kg
10,0	999,73	60,0	983,24	70,0	977,81	80,0	971,83	90,0	965,34						
50,0	988,07	60,5	982,98	70,5	977,52	80,5	971,52	90,5	965,01						
50,5	987,84	61,0	982,72	71,0	977,23	81,0	971,21	91,0	964,67						
51,0	987,61	61,5	982,48	71,5	976,94	81,5	970,89	91,5	964,33						
51,5	987,38	62,0	982,20	72,0	976,65	82,0	970,57	92,0	963,99						
52,0	987,15	62,5	981,94	72,5	976,36	82,5	970,25	92,5	963,65						
52,5	986,92	63,0	981,67	73,0	976,07	83,0	969,94	93,0	963,30						
53,0	986,69	63,5	981,40	73,5	975,77	83,5	969,62	93,5	962,96						
53,5	986,45	64,0	981,13	74,0	975,48	84,0	969,30	94,0	962,61						
54,0	986,21	64,5	980,86	74,5	975,18	84,5	968,98	94,5	962,27						
54,5	985,97	65,0	980,59	75,0	974,89	85,0	968,65	95,0	961,92						
55,0	985,73	65,5	980,32	75,5	974,59	85,5	968,33	95,5	961,57						
55,5	985,49	66,0	980,05	76,0	974,29	86,0	968,00	96,0	961,21						
56,0	985,25	66,5	979,77	76,5	973,98	86,5	967,67	96,5	960,86						
56,5	985,00	67,0	979,50	77,0	973,68	87,0	967,34	97,0	960,51						
57,0	984,75	67,5	979,22	77,5	973,37	87,5	967,01	97,5	960,16						
57,5	984,50	68,0	978,94	78,0	973,07	88,0	966,68	98,0	959,80						
58,0	984,25	68,5	978,66	78,5	972,76	88,5	966,35	98,5	959,45						
58,5	984,00	69,0	978,38	79,0	972,45	89,0	966,01	99,0	959,10						
59,0	983,75	69,5	978,10	79,5	972,14	89,5	965,68	99,5	958,75						
59,5	983,50														

Cauruļu veidgabalu (trijnieku)

a) Nozarotām plūsmām

	$\frac{d_{noz}}{d_{galv}}$	$\alpha_{noz}/$		
		0,1	0,2	0,3
$G_{noz} \downarrow$ $\rightarrow G_{galv}$ d_{noz} d_{galv}	1 0,74 0,66 0,59 0,52 0,44 0,3	-65 -25 -15,2 -8 -5 -2 -0,4	-10 -3,62 -1,29 0,3 0 0,5 0,6	-2,66 0 0,55 0,8 0,9 0,9 0,9
$\uparrow d_{galv}$ $\rightarrow d_{noz}$ d_{noz}	1 0,74 0,66 0,59 0,52 0,44 0,3	90 33 23 13,5 10 5,3 2,1	25 9,4 6,88 4,73 3,30 1,9 0,935	12,5 4,7 3,52 2,88 1,88 1,4 0,542
$\downarrow d_{galv}$ $\leftarrow d_{noz}$ d_{noz}	1	80	21,5	11
$\uparrow d_{noz}$ $\rightarrow d_{galv}$ d_{galv}	1	100	29	14,5

b) Caurejošām plūsmām

	0,1	0,2	0,3
Vsiem veidgabaliem (trijniekiem) — pēc OCT 757 un OCT 758 $G_1 \rightarrow G_2$	70	16	6,7

5. pielikums

vietējās pretestības koeficients

α_{galv}						
0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,625	2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
1	1,4	1,6	1,8	1,9	2	2
1	1,2	1,4	1,55	1,7	1,73	1,73
1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5
1	1,1	1,2	1,25	1,3	1,32	1,34
1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
1	1,05	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
7,75	5,4	4,15	3,3	2,8	2,55	2,3
3	2	1,5	1,2	1,05	1	1
2,25	1,6	1,25	1,0	0,9	0,9	0,9
1,8	1,34	1,1	0,95	0,83	0,8	0,8
1,3	1	0,83	0,72	0,67	0,65	0,65
0,8	0,6	0,52	0,5	0,5	0,5	0,5
0,40	0,305	0,25	0,215	0,2	0,2	0,2
7	5	3,9	3,25	2,80	2,5	2,3
9	6,3	4,75	3,8	3,1	2,66	2,3
G_1/G_2						
0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
3,56	2,2	1,41	1	0,86	0,76	0,7

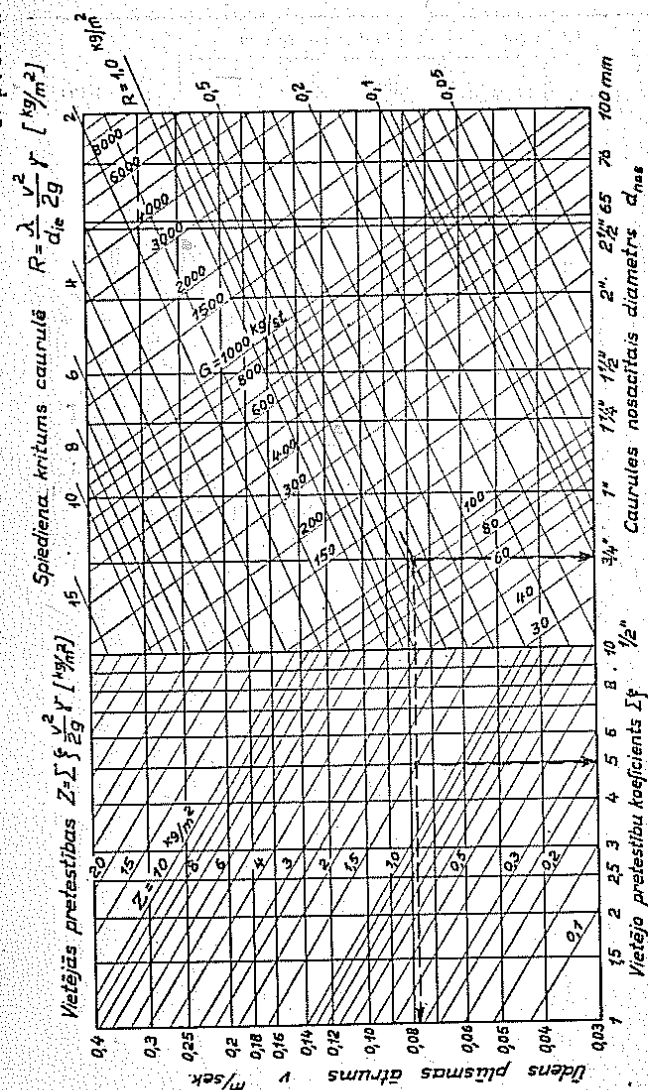
5. pielikuma turpinājums
c) Vietējās pretestības koeficients ξ

Nr. p. k.	Nosaukums	ξ
1.	Radiatoram	2,0
2.	Cuguna apkures katlam	2,5
3.	Caurules diametra palielinājuma viet- tai	1,0
4.	Caurules diametra sašaurinājuma viet- tai	0,5
5.	Krustu veidgabaliem a) cauri ejošai plūsmai b) nozarotai	2,0 3,0

d) Vietējās pretestības koeficients ξ caurteces regulēšanas armaturai
un veidgabaliem

Nr. p. k.	Nosaukums	Koeficients ξ , ja caurplūdes kanāla nosacītais diametrs mm					
		13	19	25	32	38	50 un vairāk
1.	Ventiļi	16	10	9	9	8	7
2.	Konusa krāni	4	2	2	2	—	—
3.	Dubultās regulēš. krāni	4	2	2	2	—	—
4.	«Kosva» tipa ventīlis	3	3	3	2,5	2,5	2
5.	Veidgabals — 90° līkums	2	2	1,5	1,5	1	1
6.	Caurules izliekums pie ra- diatora pieslēgšanas va- diem	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5

6. pielikums



Nomograma cauruļvadu hidrauliskiem aprēķiniem.

Notēti: 1. caurules diametru,
2. plūsmas ātrumu,
3. Z.

Dots: 1. caurplūde $G = 100 \text{ kg/st.}$,

2. berzes pretestība caurulē $R_{1m} = 0,58 \text{ mm ūd. st. vai } \text{kg/m}^2$,

3. vietējo pretestību koeficients $\Sigma \xi = 5$.

No diagramas dabūjam: 1) $d = 9/4''$; 2) $v = 0,078 \text{ m/sek.}$; 3) $Z = 1,5 \text{ mm ūd. st. vai } \text{kg/m}^2$.

7. pielikums

Apkures sistemu būvei lietojamo cauruļu sortiments

Apzīmējuma izmērs		Diametrs		Caurules 1 tek. m			Piezīmes
collās	mm	ārējais mm	iekšējais mm	ārējās virsmas laukums m ²	ādens telpas tilpums l	svars kg	
1/2	15	21,25	15,75	0,067	0,195	1,25	Parastās tērauda caurules
3/4	20	26,75	21,25	0,084	0,335	1,63	(gāzes caurules)
1	25	33,50	27,00	0,105	0,575	2,42	iztur spiedienu
1 1/4	32	42,25	35,75	0,133	1,000	3,13	
1 1/2	40	48,00	41,00	0,151	1,320	3,84	
2	50	60,00	53,00	0,188	2,210	4,88	
2 1/2	70	75,50	68,00	0,237	3,630	6,64	p ≤ 10 at.
3	80	88,50	80,50	0,278	5,090	8,34	Izgatavo pēc GOST 3262-46
—	100	127,00	119,00	0,399	11,10	12,13	Metinātas tērauda caurules (p ≤ 16 at.)
—	125	133,00	125,00	0,440	13,30	16,65	Izgatavo pēc GOST 18865-39

LITERATURA

1. А. В. Грачев, Теплоснабжение и вентиляция малоэтажных жилых зданий, Гостехиздат, 1954.
2. И. И. Ковалевский, Теплоснабжение и вентиляция малоэтажных зданий, Государственное издательство архитектуры и градостроительства, 1950.
3. С. Ф. Копьев, Теплоснабжение, Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953.
4. И. Ф. Лифчак, Квартирное водяное отопление малоэтажных зданий, Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1950.
5. Г. А. Максимов и А. И. Орлов, Отопление и вентиляция, ч. I, Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954.
6. Центральные системы отопления в массовом строительстве малоэтажных жилых домов, Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1951.
7. K. Paegle, Centralā apkure un tās ekspluatācija, 1957.

SATURS

Priekšvārds	3
Ievads	5
1. §. Centralās ūdens apkures sistēmas aprēķina parametri	7
2. §. Ēku siltuma zudumu aprēķins	9
a) Siltuma zudumi caur ārsienām	11
b) Siltuma zudumi caur grīdām un griestiem	14
c) Siltuma zudumi caur logiem un durvīm	17
d) Pieskaitījumi siltuma zudumiem	17
3. §. Centralās ūdens gravitācijas apkures sistēmas darbības princips	21
4. §. Siltuma generatori	24
5. §. Siltuma generatoru skursteņi	34
6. §. Centralās apkures sildķermeņi	35
7. §. Izplešanās trauki	41
8. §. Centralās apkures sistēmu shēmas	45
a) Apkures sistēma ar atpakaļgaitas vadu pie grīdas	50
b) Apkures sistēma ar atpakaļgaitas vadu pie griestiem	52
9. §. Centralās apkures sistēmas cauru vadu dimensionēšana	57
10. §. Siltuma akumulatori	62
11. §. Apkures sistēmas sildjaudas regulēšana	67
12. §. Kombinētas centralās apkures un karstā ūdens apgādes sistēmas	72
a) Kombinētā siltumapgādes sistēma ar tiešo karstā ūdens noņemšanu	73
b) Kombinētā siltumapgādes sistēma ar dalītiem ūdens plūsmu konturiem	75
Pielikumi	80
Literatūra	89

GRISLIS VIKTORS JAŅA d.

CENTRALĀ ŪDENS APKURE INDIVIDUALAJĀS DZĪVOJAMĀS MĀJĀS

Redaktors *E. Rinks*. Mākslinieciskā redaktore *N. Sakirjanova*. Tehniskais redaktors *A. Kronbergs*. Korektore *A. Grundāne*. Nodota salikšanai 1958. g. 10. jūnijā. Parakstīta iespiešanai 1958. g. 23. septembrī. Papīra formāts 84×108¹/₂ mm. 5,75 fiz. iespiedl.; 4,72 uzsk. iespiedl.; 3,93 izdevn. l. Melniens 3000 eks. JT 18718. Maksā 1 rubl. 20 kap.

LATVIJAS VALSTS IZDEVNIECĪBA

Rīgā, Padomju bulv. 24. Izdevn. Nr. 10807-2833. Iespiesta Izdevniecību, poligrāfiskās rūpnīcības un grāmatu tirdzniecības galvenās pārvaldes Paraugtipogrāfijā Rīgā, Puškina ielā 12. Pasūt. Nr. 898.