Hlenasu

St. Vintila • T. Cruceru • Lucia Onciu • C. Serbanescu

Instalatii sanitare si de gaze

Indrumator de proiectare

St. Vintilă • T. Crucerul • Lucia Onciul • G. Serbănescu

INSTALAȚII SANITARE ȘI DE GAZE

ÎNDRUMĂTOR DE PROTECȚIA MUNCII

Cuprins

1. Elemente de bază necesare proiectării instalațiilor de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în diferite categorii de clădiri 9

1.1. Elemente generale 9
1.1.1. Tema de proiectare 9
1.1.2. Principii generale de proiectare a instalațiilor interioare de alimentare cu apă și de canalizare 11
1.1.3. Materialele principale folosite la execuția instalațiilor de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare din clădiri . 11
1.2. Instalații de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în clădiri de locuit 46
1.2.1. Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare 46
1.2.2. Amplasarea obiectelor sanitare pe planuri și în scheme 46
1.2.3. Amplasarea coloanelor de alimentare cu apă rece, apă caldă de consum, canalizare a apelor uzate menajere și canalizare a apelor meteorice 46
1.2.4. Amplasarea conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane 55
1.2.5. Întocmirea detaliilor pentru grupurile sanitare 58
1.2.6. Amplasarea rețelelor de distribuție a apei reci, a apei calde de consum, canalizare menajeră și canalizare meteorică 59
1.2.7. Întocmirea schemei coloanelor 65
1.3. Instalații de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în clădiri administrative și social-culturale 69
1.3.1. Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare. Amplasarea obiectelor sanitare 69
1.3.2. Întocmirea detaliilor pentru grupurile sanitare 77
1.3.3. Amplasarea rețelelor de distribuție a apei reci, a apei calde de consum, canalizare menajeră și canalizare meteorică 78
1.3.4. Întocmirea schemei coloanelor 78
1.4. Instalații de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în anexele sociale ale clădirilor industriale 79
1.4.1. Amplasarea obiectelor sanitare în anexele sociale ale clădirilor industriale 79
1.4.2. Amplasarea rețelelor de distribuție a apei reci, a apei calde de consum, canalizare menajeră și canalizare meteorică 79

2. Proiectarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer 82

2.1. Elemente generale 82
2.1.1. Necesarurile specifice de apă rece și caldă pentru consum menajer, funcție de destinațiile clădirilor 82
2.1.2. Debite specifice, presiuni normale de utilizare, echivalenți de debit 84
2.1.3. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor 86
2.1.4. Viteze economice (optime) și presiuni disponibile ale apei folosite la dimensionarea conductelor 103

2.2. Calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer 104
2.2.1. Relații generale pentru calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde de consum 104
2.2.2. Stabilirea sarcinii hidrodinamice necesare pentru alimentarea cu apă a instalațiilor din interiorul clădirilor 114
2.2.3. Metodologia de calcul hidraulic a conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer 114

3. Proiectarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor 164

3.1. Elemente generale 164
3.1.1. Prescripții principale de proiectare a instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor, cuprinse în legislația actuală 164
3.1.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor 178
3.2. Instalații cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor 183
3.2.1. Determinarea numărului de hidranți interiori și amplasarea lor în clădiri 183
3.2.2. Debite specifice și debite de calcul necesare dimensionării instalațiilor de alimentare cu apă folosind hidranți interiori pentru combaterea incendiilor 186
3.2.3. Calculul hidraulic al conductelor de alimentare cu apă a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor 188
3.3. Instalații cu sprinklere pentru combaterea incendiilor 197
3.3.1. Caracteristicile hidraulice, geometrice și funcționale ale sprinklerelor 197
3.3.2. Alegerea tipurilor și determinarea numărului de sprinklere și amplasarea lor în clădiri 200
3.3.3. Debitul de calcul necesar dimensionării instalației cu sprinklere 205
3.3.4. Calculul hidraulic al conductelor instalației cu sprinklere 206
3.4. Instalații cu drencere pentru combaterea incendiilor 228
3.4.1. Stabilirea tipului și numărului de drencere și amplasarea lor în clădiri 228
3.4.2. Debite specifice, debite de calcul și calculul hidraulic al conductelor instalației cu drencere 230
3.5. Instalații cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiilor 231
3.5.1. Caracteristicile hidraulice, geometrice și funcționale ale pulverizatoarelor de apă 231
3.5.2. Stabilirea tipurilor, numărului și modului de amplasare a pulverizatoarelor de apă în instalații 234
3.5.3. Calculul hidraulic al conductelor instalației cu pulverizatoare de apă 234

4. Proiectarea instalațiilor interioare de canalizare 245

4.1. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate menajere 245
4.1.1. Debite specifice, echivalenți de debit și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate menajere 245
4.1.2. Calculul hidraulic al conductelor de canalizare a apelor uzate menajere 256
4.2. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate industriale 268
4.2.1. Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate industriale 268
4.2.2. Calculul hidraulic al conductelor de canalizare a apelor uzate industriale 269
4.3. Instalații de canalizare a apelor meteorice 273
4.3.1. Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor meteorice 273
4.3.2. Alegerea tipurilor și determinarea numărului de receptoare de ape meteorice 279
4.3.3. Calculul hidraulic al conductelor de canalizare a apelor meteorice 282

5. Proiectarea rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri 295

5.1. Elemente generale 295
5.1.1. Stabilirea tipurilor și numărului punctelor de consum a apei reci din exteriorul clădirilor 295
5.1.2. Materialele principale utilizate la execuția rețelelor exterioare de distribuție a apei reci din ansambluri de clădiri 298
5.1.3. Tipuri de rețele exterioare de distribuție a apei reci și amplasarea lor în ansambluri de clădiri 300
5.2. Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri 305
5.2.1. Debite specifice 305
5.2.2. Debite de calcul 305
5.3. Calculul hidraulic al conductelor 313
5.3.1. Calculul hidraulic al rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri 313
5.3.2. Calculul hidraulic al conductelor de branșament 320

6. Proiectarea rețelelor exterioare de distribuție și circulație a apei calde de consum 344

6.1. Rețele exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri 344
6.1.1. Amplasarea rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri 344
6.1.2. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri 345
6.1.3. Calculul hidraulic al conductelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri 346
6.2. Rețele de conducte pentru circulația apei calde de consum 346
6.2.1. Elemente generale 346
6.2.2. Calculul hidraulic al conductelor de circulație a apei calde de consum 347

7. Proiectarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri 363

7.1. Elemente generale 363
7.1.1. Încadrarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri în schemele și sistemele de canalizare ale localităților 363
7.1.2. Principalele materiale utilizate la execuția rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri 365
7.1.3. Alegerea traseelor și amplasarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri 366
7.1.4. Construcții accesorii ale rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri 366
7.2. Calculul hidraulic al conductelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri 368
7.2.1. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor 368
7.2.2. Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri 373
7.2.3. Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare 378
7.3. Instalații de pompare a apelor de canalizare 379
7.3.1. Echipamente și instalații pentru pomparea apelor de canalizare 379
7.3.2. Calculul instalațiilor de pompare a apelor de canalizare 381

8. Proiectarea instalațiilor pentru acumularea apei reci 392

8.1. Rezervoare pentru acumularea apei reci 392
8.2. Calculul volumului necesar (capacității) rezervoarelor pentru acumularea apei reci 395
8.2.1. Calculul volumului rezervei de incendiu 396
8.2.2. Calculul volumului rezervei de avarie 400
8.2.3. Calculul volumului de compensare pentru consumul menajer și industrial 400

8.3. Calculul hidraulic al conductelor aferente rezervoarelor de acumulare a apei reci 402
8.3.1. Determinarea diametrului și numărului robinetelor cu plutitor 402
8.3.2. Determinarea timpului de golire a rezervorului și dimensionarea conductei de golire 403

9. Proiectarea instalațiilor de ridicare a presiunii apei 407

9.1. Instalații de pompare 407
9.1.1. Alegerea pompelor 407
9.1.2. Dimensionarea rezervoarelor tampon și a instalațiilor hidraulice anexe 429
9.2. Rezervoare de înălțime 434
9.2.1. Alegerea pompelor de alimentare cu apă a rezervoarelor de înălțime 434
9.2.2. Dimensionarea rezervoarelor de înălțime 436
9.3. Instalații de pompare cu recipiente de hidrofor 436
9.3.1. Calculul volumului necesar și alegerea numărului de recipiente de hidrofor 437
9.3.2. Dimensionarea rezervorului tampon și a instalațiilor hidraulice din instalația de pompare a apei cu recipiente de hidrofor 441
9.3.3. Alegerea pompei pentru instalația de hidrofor 443
9.3.4. Alegerea compresorului de aer 444

10. Proiectarea instalațiilor centrale pentru prepararea apei calde de consum 450

10.1. Elemente de bază pentru adoptarea tipurilor de instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum 450
10.2. Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum folosind aparate cu acumulare 453
10.2.1. Debitul de calcul pentru apa caldă de consum 453
10.2.2. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum 455
10.2.3. Calculul cantității de căldură transmise apei în regim de acumulare a energiei termice 456
10.2.4. Dimensionarea instalației pentru prepararea apei calde de consum cu boilere montate în paralel 456
10.2.5. Dimensionarea instalației pentru prepararea apei calde de consum cu aparate în contracurent și rezervoare (fără serpentine) pentru stocarea energiei termice în apa caldă de consum 457
10.2.6. Dimensionarea instalației pentru prepararea apei calde de consum într-o treaptă racordată la rețeaua de termoficare cu injecție și acumulare 487
10.3. Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum cu schimbătoare de căldură fără acumulare 488

11. Proiectarea instalațiilor de gaze naturale combustibile 493

11.1. Rețele de distribuție și instalații exterioare de gaze naturale combustibile 493
11.1.1. Treptele de presiuni admise în sistemele de alimentare cu gaze naturale combustibile 493
11.1.2. Alegerea traseelor, condiții pentru amplasarea și echiparea conductelor 495
11.1.3. Branșamentele instalațiilor interioare la rețelele exterioare de gaze naturale combustibile 499
11.1.4. Calculul conductelor exterioare de gaze naturale combustibile 502
11.2. Stații și posturi pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile 506
11.2.1. Scheme de principiu pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii gazelor naturale combustibile 506
11.2.2. Regulatoare de presiune 510
11.2.3. Instalații pentru măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile 511
11.2.4. Instalații și dispozitive auxiliare 513
11.2.5. Construcții pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii gazelor naturale combustibile. Montarea echipamentelor în stații și posturi de reglare 513

11.3. Instalații interioare de gaze naturale combustibile 516
11.3.1. Condiții pentru introducerea instalațiilor de gaze naturale combustibile în clădiri 516
11.3.2. Materiale și aparate pentru instalații interioare de gaze naturale combustibile 517
11.3.3. Alegerea traseelor și condiții pentru amplasarea conductelor și instalarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare 518
11.3.4. Asigurarea aerului necesar arderii și evacuarea gazelor arse 521
11.3.5. Calculul conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune 524

12. Proiectarea instalațiilor de gaze petroliere lichefiate 539

12.1. Instalații interioare de gaze petroliere lichefiate 539
12.1.1. Condiții pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate în interiorul clădirilor 539
12.1.2. Materiale, aparate și recipiente pentru instalații de gaze petroliere lichefiate 541
12.1.3. Alegerea traseelor și condiții pentru amplasarea conductelor și armăturilor 542
12.1.4. Asigurarea aerului necesar arderii și evacuarea gazelor de ardere 543
12.1.5. Calculul conductelor de gaze petroliere lichefiate 544
12.2. Stații de distribuție și rețele exterioare pentru gaze petroliere lichefiate 545
12.2.1. Stații de distribuție a gazelor petroliere lichefiate 545
12.2.2. Rețele exterioare pentru transportul și distribuția gazelor petroliere lichefiate 548

Bibliografie 552

1

Elemente de bază necesare proiectării instalațiilor de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în diferite categorii de clădiri

1.1. Elemente generale

1.1.1. Tema de proiectare

Proiectul instalațiilor de alimentare cu apă și canalizare se elaborează pe baza unei teme, avînd anexate planurile de arhitectură ale clădirii și cuprinde, în general, următoarele date:

— destinația și caracteristicile constructive ale clădirii: clădiri de locuit, administrative, social-culturale, industriale sau agrozootehnice; numărul de nivele și destinațiile tuturor încăperilor, inclusiv precizări asupra clădirii: are sau nu subsol tehnic sau numai canale tehnice vizitabile sau nevizitabile etc.; structura elementelor de construcție (stîlpi, grinzi, planșee, pereți despărțitori etc.), inclusiv tipul și structura acoperișului sau terasei, precum și condițiile de rezistență ale clădirii; dimensiunile încăperilor și ale elementelor de construcție, precum și cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale clădirii; date privind caracteristicile proceselor tehnologice (amplasarea utilajelor, puncte obligatorii de alimentare cu apă și de evacuare a apelor uzate etc.); condițiile de confort sau cerințele de estetică ale clădirii; gradul de rezistență la foc, categoria și clasa de pericol de incendiu a construcțiilor și instalațiilor (conform Normelor tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția la acțiunea focului, indicativ P 118—83); caracteristicile terenului de fundare a construcției; clasa de importanță a construcției din punct de vedere seismic (STAS 9165-72);

— numărul total de consumatori și distribuția acestora pe sexe și categorii de vîrstă;

— parametrii apei din conducta publică în punctul de racord al instalației interioare sau la sursele proprii de alimentare cu apă (dacă este cazul) și anume: debitul, sarcina hidrodinamică disponibilă (sau presiunea de serviciu), regimul de furnizare a apei (continuu sau intermitent) și calitatea apei;

— cota radierului, diametrul și poziția (indicată pe planul de situație) conductei exterioare de canalizare la care se racordează instalația interioară de canalizare, precum și sistemul (unitar, separativ sau mixt) căruia îi aparține conducta exterioară de canalizare;

— sursa de căldură și sistemul de preparare a apei calde de consum (cu sau fără stocare); în cazul instalațiilor existente avînd sarcină termică disponibilă pentru prepararea apei calde de consum se va indica poziția (pe planul de situație) punctului termic sau centralei termice respective;

— alte elemente de detaliu care completează tema de proiectare.

În țara noastră, activitatea de proiectare pentru investiții este reglementată în mod unitar prin Legea investițiilor nr. 9/1980.

Documentația tehnico-economică pentru obiectivele de investiții se elaborează conform Legii investițiilor nr. 9/1980, în următoarele faze: notă de comandă (N.C.), proiect de execuție (P.E.), detalii și devize de execuție (D.D.E.).

În general, proiectul instalațiilor interioare de alimentare cu apă și canalizare cuprinde piesele scrise și piesele desenate.

Piesele scrise cuprind:

— memoriu justificativ, în care se prezintă: justificarea tehnico-economică a soluțiilor adoptate; principalii parametri constructivi și funcționali, precum și indicatorii tehnico-economici ai instalației proiectate; elemente fundamentale privind tehnologia de execuție a instalației respective; norme specifice de tehnica securității și protecția muncii, precum și de pază și securitate contra incendiilor, norme ce trebuie aplicate la execuția și exploatarea instalației proiectate; alte date care să intereseze executantul sau beneficiarul instalației respective;

— note de calcul prezentate, de regulă, în mod sintetic sub formă de breviar;

— documentația economică, care cuprinde: antemăsurătoare, devize analitice pe stadii fizice (care înlocuiesc devizele pe categorii de lucrări), extrase de materiale și manoperă, extrase de forțe de muncă, transporturi, productivitate și deviz sintetic pe obiect, norme locale pentru articolele necuprinse în indicatoarele de norme, liste de utilaje etc.

Piesele desenate cuprind:

— planurile tuturor nivelelor clădirii, la scara 1 : 50 sau 1 : 100 cuprinzînd: amplasarea grupurilor sanitare, altor puncte consumatoare de apă, coloane, rețele interioare de distribuție a apei reci, a apei calde de consum, de circulație a apei calde de consum (dacă este cazul), rețelele interioare de canalizare a apelor uzate menajere și respectiv, meteorice, amplasarea receptoarelor de ape meteorice pe planul terasei etc.;

— schema coloanelor, la scara 1 : 50 sau 1 : 100;

— detalii de grupuri sanitare, la scara 1 : 10 sau 1 : 20;

— plan de situație, la scara 1 : 500 sau 1 : 1 000 cuprinzînd rețelele exterioare de alimentare cu apă rece, respectiv, de alimentare cu apă caldă de consum, de circulație a apei calde de consum (dacă este cazul), rețeaua exterioară de canalizare etc., precizîndu-se toate datele necesare în punctele de racord ale instalațiilor interioare la rețelele exterioare respective.

1.1.2. Principii generale de proiectare a instalațiilor interioare de alimentare cu apă și de canalizare

Instalațiile de alimentare cu apă și canalizare se proiectează pe baza unei concepții unitare tehnice, tehnologice și economice, astfel încît să satisfacă următoarele cerințe:

— să funcționeze la parametrii proiectați pe întreaga durată de exploatare a instalației respective;

— să fie economice, adică să fie realizate cu costuri totale specifice minime de investiție și de exploatare;

— să fie realizate cu materiale uzuale, evitîndu-se, pe cît posibil, materialele deficitare, greu de procurat sau cu consumuri specifice mari de energie înglobată;

— să poată fi executate cu tehnologii de mare productivitate, aplicînd metodele tipizării, modulării și prefabricării instalațiilor, reducînd la minimum consumurile specifice de materiale, energie și manoperă la execuție și montaj;

— să aibă fiabilitate mare și să realizeze consumuri specifice minime de energie în timpul exploatării.

Proiectul unei instalații de alimentare cu apă și canalizare se elaborează într-o succesiune logică de operații (etape) și anume:

— studierea datelor cuprinse în tema de proiectare, inclusiv a planurilor de arhitectură ale clădirii și a planului de situație, formulîndu-se soluțiile ce pot fi adoptate, efectuînd (dacă este cazul) anumite calcule tehnico-economice pentru adoptarea soluțiilor optime;

— amplasarea instalațiilor pe planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme;

— calculul hidraulic de dimensionare a rețelelor de conducte de alimentare cu apă și de canalizare;

— calculul economic;

— definitivarea pieselor desenate: planuri, secțiuni, scheme și detalii;

— întocmirea memoriului justificativ.

Pe întreaga durată de elaborare a proiectului instalațiilor de alimentare cu apă și de canalizare, este necesară o permanentă colaborare și coordonare cu toți specialiștii care contribuie la realizarea obiectivului respectiv și anume: arhitecți, ingineri constructori care proiectează structura de rezistență a clădirii, proiectanții celorlalte tipuri de instalații (de încălziri centrale, ventilații, electrice și automatizări etc.), proiectanții de drumuri etc., astfel încît instalațiile proiectate să se încadreze funcțional și economic în ansamblul respectiv.

1.1.3. Materialele principale folosite la execuția instalațiilor de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare din clădiri

Țevi din oțel. Acestea sînt de mai multe feluri.

— țevi din oțel sudate longitudinal, pentru instalații, STAS 7656-80 (tabel 1.1), care pot fi zincate sau nezincate, filetate sau nefiletate (netede). Se execută în seria medie M și seria ușoară I (UI). Țevile cu diametrul nominal de 10 mm se livrează numai nezincate;

Tabelul 1.1

Țevi din oțel sudate longitudinal pentru instalații (STAS 7656-80)

Diametrul nominal		Diametrul exterior mm			Grosimea peretelui mm	Masa liniară kg/m	
mm	simbol	teoretic	*max*	*min*		Cu capete netede	Cu capete filetate cu mufe
SERIE MEDIE (M)							
10	3/8	17,2	17,5	16,7	2,35	0,852	0,858
15	1/2	21,3	21,8	21,0	2,65	1,220	1,230
20	3/4	26,9	27,3	26,5	2,65	1,580	1,590
25	1	33,7	34,2	33,3	3,25	2,440	2,460
32	1 1/4	42,4	42,9	42,0	3,25	3,140	3,170
40	1 1/2	48,3	48,8	47,9	3,25	3,610	3,630
50	2	60,3	60,8	59,7	3,65	5,100	5,170
65	2 1/2	76,1	76,6	75,3	3,65	6,540	6,630
80	3	88,9	89,5	88,0	4,05	8,470	8,640
100	4	114,3	115,0	113,1	4,50	12,100	12,400
SERIE UȘOARĂ I (UI)							
10	3/8	17,2	17,4	16,7	2,00	0,747	—
15	1/2	21,3	21,7	21,0	2,35	1,10	1,11
20	3/4	26,9	27,4	26,4	2,35	1,41	1,42
25	1	33,7	34,0	33,2	2,90	2,21	2,23
32	1 1/4	42,4	42,7	41,9	2,90	2,84	2,87
40	1 1/2	48,4	48,6	47,8	2,90	3,26	3,30
50	2	60,3	60,7	59,6	3,25	4,56	4,63
65	2 1/2	76,1	76,3	75,2	3,25	5,81	5,93
80	3	88,9	89,4	87,9	3,65	7,65	7,82
100	4	114,3	114,9	113,0	4,05	11,00	11,30

— țevi din oțel sudate longitudinal, pentru construcții, STAS 7657-80 (tabel 1.2), care se livrează cu capetele netede;

— țevi din oțel fără sudură, laminate la cald, pentru construcții, STAS 404/2-80 (tabel 1.3).

Tabelul 1.2

Țevi din oțel sudate longitudinal, pentru construcții (STAS 7657-80)

| Diametrul exterior D mm | Abateri limită la diametrul exterior mm | Grosimea peretelui, mm | | | | | | |

Țevi din oțel fără suduri, laminate la

Diametrul exterior mm	Grosimea peretelui,										
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7	8	9
	Masa teoretică,										
25	1,39	1,63	1,86	2,07	2,28	2,47	2,64	2,81	3,11	—	
28	1,57	1,85	2,11	2,37	2,61	2,84	3,05	3,26	3,63	3,84	—
30	1,70	2,00	2,29	2,56	2,83	3,08	3,32	3,55	3,97	4,34	—
32	1,76	2,15	2,46	2,76	3,05	3,33	3,59	3,85	4,32	4,74	—
34	—	2,29	2,63	2,96	3,27	3,58	3,87	4,14	4,66	5,13	—
38	—	2,59	2,98	3,35	3,72	4,07	4,41	4,74	5,35	5,92	6,44
42	—	2,89	3,32	3,75	4,16	4,56	4,95	5,33	6,04	6,71	7,32
44,5	—	3,07	3,60	4,02	4,42	4,87	5,29	5,68	6,49	7,17	7,87
48	—	3,33	3,84	4,34	4,82	5,30	5,76	6,21	7,07	7,80	8,65
51	—	3,55	4,08	4,68	5,25	5,70	6,19	6,63	7,71	8,53	9,31
54	—	3,77	4,36	4,93	5,49	6,04	6,58	7,10	8,11	9,08	9,99
57	—	4,00	4,62	5,23	5,83	6,41	6,99	7,55	8,63	9,67	10,65
60	—	—	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	7,99	9,15	10,20	11,32
63,5	—	—	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	8,51	9,75	10,95	12,10
70	—	—	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	9,47	10,88	12,23	13,54
73	—	—	6,00	6,81	7,60	8,38	9,16	9,91	11,39	12,84	14,21
76	—	—	6,26	7,10	7,93	8,75	9,50	10,36	11,91	13,42	14,87
83	—	—	6,86	7,79	8,71	9,62	10,51	11,39	13,12	14,80	16,42
89	—	—	7,38	8,38	9,38	10,36	11,33	11,39	14,16	15,98	17,76
95	—	—	7,90	8,98	10,04	11,10	12,14	12,28	15,19	17,16	19,09
102	—	—	8,50	9,67	10,82	11,96	13,09	13,17	16,40	18,57	20,64
108	—	—	—	10,28	11,49	12,70	13,90	15,09	17,46	19,73	21,97
114	—	—	—	10,85	12,13	13,44	14,72	15,98	18,47	20,91	23,31
121	—	—	—	11,54	12,93	14,30	15,67	17,02	19,68	22,28	24,86
127	—	—	—	12,13	13,59	15,04	16,48	17,90	20,72	23,48	26,19
133	—	—	—	12,73	14,26	15,78	17,29	18,79	21,75	24,66	27,32
140	—	—	—	—	15,04	16,65	18,24	19,83	22,96	26,04	29,08
146	—	—	—	—	15,04	17,39	19,06	20,72	24,00	27,23	30,41
152	—	—	—	—	16,37	18,13	19,87	21,60	25,03	28,41	31,74
(159)	—	—	—	—	17,45	18,99	20,82	22,64	26,24	29,79	33,29
168	—	—	—	—	—	20,10	22,04	23,97	27,79	31,57	35,29
178	—	—	—	—	—	21,33	23,37	25,44	29,52	33,54	37,08
194	—	—	—	—	—	23,81	25,60	27,82	31,28	36,70	41,06
129	—	—	—	—	—	—	—	31,52	36,60	41,63	46,64
245	—	—	—	—	—	—	—	—	41,09	46,76	52,38
273	—	—	—	—	—	—	—	—	45,92	52,28	58,60
299	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,41	64,37
324	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62,34	69,91
(356)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68,65	77,01
(368)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79,70
377	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81,68
406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88,11

Tabelul 1.3

cald, pentru construcții (STAS 404/2-80)

mm												
10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	26
kg/m												
—												
7,88	—											
8,51	—											
9,37	—											
10,11	10,85	11,54	—									
10,85	11,67	12,43	—									
11,59	12,48	13,32	—									
12,33	13,29	14,21	15,88	—	—							
13,19	14,24	15,24	17,09	—	—							
14,80	16,01	17,16	19,33	21,33	—							
15,54	16,82	18,05	20,37	22,49	24,41	—						
16,28	17,63	18,94	21,41	23,68	25,75	—						
18,00	19,53	21,01	23,82	26,44	28,85	—						
19,48	21,16	22,79	25,89	28,80	31,52	34,03	36,35	—				
20,96	22,79	24,56	27,97	31,17	34,18	36,90	39,61	—				
22,69	24,69	26,63	30,38	33,93	37,29	40,44	43,40	—				
24,17	26,31	28,41	32,45	36,30	39,95	43,40	46,66	51,17	55,24	—		
25,65	27,94	30,19	34,53	38,67	42,62	46,36	49,91	54,87	59,38	—	—	
27,37	29,84	32,26	36,94	41,43	45,72	49,82	53,71	59,19	64,22	—	—	
28,85	31,47	34,03	39,01	43,80	48,39	52,78	56,97	62,85	68,36	—	—	
30,33	33,10	35,81	41,00	46,17	51,65	55,73	60,22	66,50	72,50	79,71	—	
32,06	34,99	37,88	43,50	48,93	54,16	59,19	64,02	70,90	77,34	85,23	92,33	
33,54	36,62	39,66	45,57	51,30	56,82	62,15	64,28	74,60	81,48	89,97	97,66	
35,02	38,25	41,33	47,65	53,66	59,48	65,11	71,59	78,80	85,62	94,70	102	
36,75	40,15	43,50	50,16	56,43	62,59	68,56	74,33	82,62	90,48	100	109	
38,97	42,50	46,17	53,17	59,96	66,50	73,00	79,21	88,16	96,47	107	117	
41,43	45,30	49,23	59,62	62,92	71,02	77,93	84,63	94,91	104	116	126	
45,38	49,64	53,86	62,15	70,24	78,31	85,28	93,32	104	115	128	140	
51,54	56,43	61,26	70,76	80,10	89,23	98,15	106	119	131	147	162	
57,95	63,48	68,95	79,76	90,36	100	110	120	135	149	168	185	
64,86	71,07	77,24	89,42	101	113	124	136	152	169	190	210	
71,27	78,13	84,93	98,40	111	124	137	150	169	187	210	233	
77,10	84,90	94,42	107	113	135	150	163	184	204	230	255	
85,32	93,58	101	118	131	150	165	181	204	226	255	284	
88,36	96,84	105	122	139	155	172	188	212	234	265	294	
90,51	99,29	106	125	142	159	176	192	217	240	272	302	
97,65	107	116	136	153	172	190	208	234	261	295	328	

Țevi din policlorură de vinil neplastifiată, STAS 6675/2-80. Țevile din policlorură de vinil suspensie, fără plastifiant și fără material de umplutură sînt folosite pentru transportul apei potabile, al apelor de canalizare, în instalații tehnologice, pentru transportul lichidelor necorosive față de PVC. Se execută în două variante constructive: simple (tabel 1.4) și mufate.

Tabelul 1.4

Țevi din policlorură de vinil, neplastifiată (STAS 6675/2-80)

Diametrul nominal, d_n mm	Tipul 1		2		3		4	
	Grosimea nominală a peretelui, g_0 mm	Masa informativă kg/m	Grosimea nominală a peretelui, g_0 mm	Masa informativă kg/m	Grosimea nominală a peretelui, g_0 mm	Masa informativă kg/m	Grosimea nominală a peretelui, g_0 mm	Masa informativă kg/m
12	1,0	0,035	—	—	1,0	0,035	1,0	0,035
16	1,0	0,075	—	—	1,1	0,081	1,2	0,087
20	1,1	0,105	—	—	1,3	0,123	1,5	0,135
25	1,3	0,148	—	—	1,5	0,172	1,9	0,212
32	1,6	0,239	—	—	1,8	0,264	2,4	0,339
40	1,8	0,334	—	—	2,0	0,366	3,0	0,525
50	1,8	0,422	—	—	2,4	0,517	3,7	0,805
63	1,8	0,536	—	—	3,0	0,854	4,7	1,280
75	1,8	0,642	2,2	0,766	3,6	1,210	5,6	1,810
90	1,8	0,774	2,7	1,120	4,3	1,740	6,7	2,600
110	2,2	1,140	3,2	1,620	5,3	2,600	8,2	3,880
125	2,5	1,470	3,7	2,120	6,0	3,340	—	—
140	2,8	1,840	4,1	2,620	6,7	4,160	—	—
(150)	—	—	—	—	(7,5)	(5,260)	—	—
160	3,2	2,380	—	—	7,7	5,400	—	—
(170)	—	—	—	—	(8,3)	(6,594)	—	—
(185)	—	—	—	—	(9,0)	(7,766)	—	—
(210)	—	—	—	—	(10,0)	(9,808)	—	—
250	4,9	5,650	—	—	—	—	—	—
280	5,5	7,080	—	—	—	—	—	—

Țevi din plumb, STAS 671—78. Acestea sînt:

— țevile din plumb de presiune (tabel 1.5), care se folosesc la conductele de apă, pentru executarea legăturilor scurte dintre țevile de oțel și armăturile obiectelor sanitare;

Tabelul 1.5

Țevi din plumb de presiune (STAS 671-78)

Diametrul, mm		Grosimea pereților, mm	Presiunea de regim, at
interior	exterior		
10	18	4	20
13	21	4	15
15	23	4	13
20	28	4	10
	30	5	12
25	33	4	8
	35	5	10
30	40	5	14

— țevile din plumb pentru scurgere (tabel 1.6), care se folosesc pentru executarea legăturilor de scurgere dintre obiectele sanitare și coloanele instalației de canalizare.

Tabelul 1.6

Țevi din plumb pentru scurgere (STAS 671-78)

Diametrul, mm		Grosimea pereților mm	Presiunea de regim at
interior	exterior		
30	34	2	3
40	44	2	3
50	54	2	2
100	105	2,5	0,5

Tuburi și piese de legătură pentru canalizări. Acestea sînt de mai multe feluri:

— tuburi și piese de legătură din fontă pentru canalizări „seria M", STAS 9392-73. Aceste tuburi (fig. 1.1; tabel 1.7) se pot îmbina prin ștemuire sau cu ajutorul garniturilor din cauciuc. Coturile se execută în 6 variante: 15°; 30°; 45°; 70°; 80° și 87°. Ramificațiile se execută în trei variante: la 45°; 70° și 87°;

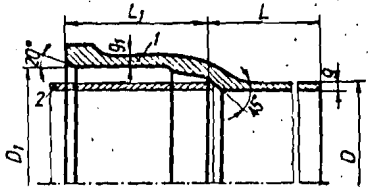


Fig. 1.1. Tuburi din fontă pentru canalizări:
1 — mufă; *2* — tub.

Tabelul 1.7

Tuburi din fontă pentru canalizări (STAS 9392-73)

Diametrul nominal, D_n mm	Tub						Mufă			
	D mm	Abaterea limită la D	g (mm)		Abaterea la g		D_1 mm	Abaterea limită la D_1	L_1+5 mm	g_1 mm
			$L<500$	$L\geq500$	$L<500$	$L>500$				
50	60	0 −3	3,4	3,5	0 −0,4	0 −0,5	72	+2 0	55	4,75
70	80	0 −3	3,4	3,5	0 −0,4	0 −0,5	92	+2 0	55	4,75
100	112	0 −3	3,8	4,0	0 −0,5	0 −0,6	124	+2 0	60	5,50
125	137	0 −4	3,8	4,0	0 −0,5	0 −0,6	151	+2,5 0	65	6,00
150	162	0 −4	4,7	5,6	0 −0,7	0 −0,8	176	+2,5 0	70	6,50
200	212	0 −4	6,0	6,0	0 −0,9	0 −0,9	226	+2,5 0	80	7,50

— tuburi din fontă pentru canalizări (fig. 1.2; tabel 1.8), STAS 1515/2-76. Aceste tuburi se pot îmbina prin ştemuire şi cu tuburile din fontă cu mufă. STAS 9392-73;

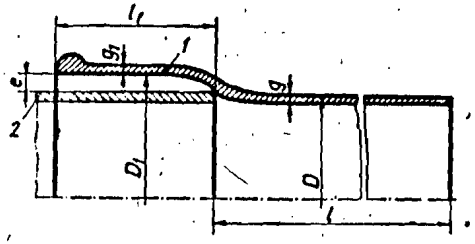


Fig. 1.2. Tuburi din fontă pentru canalizări:
1 — mufă; 2 — tub

Tabelul 1.8

Tuburi din fontă pentru canalizări (STAS 1515/2-76)

Diametrul nominal, D_n mm	Mufă				Tub		
	D_1 mm	g_1 mm	e mm	$l_1 \pm 5$ mm	D mm	g mm	L mm
50	73	4,5	8	60	57	3,5	150
75	99	4,5	8	65	83	3,5	250
100	126	5	8,5	70	109	4	500
125	152	5	8,5	70	135	4	750
150	179	6	9	75	161	5	1000
200	230	6	9	75	212	5	1250
							1500
							1750
							2000
							2250
							2500
							2750
							3000

— mufe duble din fontă pentru canalizări, STAS 1515/3-76 (fig. 1.3; tabel 1.9);

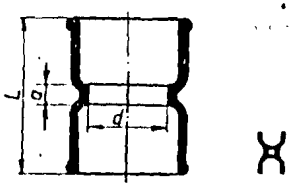


Fig. 1.3. Mufă dublă din fontă pentru canalizări.

Tabelul 1.9

Mufe duble din fontă pentru canalizări (STAS 1515/3-76)

D_n mm	d mm	L^{+16}_{-10} mm	a mm	Masa informativă, în kg, pentru execuţie	
				precisă	uzuală
50	50	140	10	1,6	2,1
75	76	150	10	2,3	3,3
100	101	160	10	3,4	4,5
125	127	160	10	5,0	6,5
150	151	170	10	6,4	7,8
200	202	175	15	10,0	11,4

— reducţii din fontă pentru canalizări, STAS 1515/4-76 (fig. 1.4; tabel 1.10);

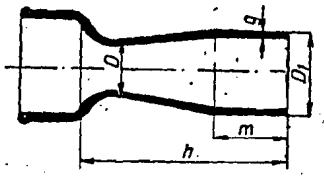


Fig. 1.4. Reducţii din fontă pentru canalizări.

Tabelul 1.10

Reducţii din fontă pentru canalizări (STAS 1515/4-76)

Diametre nominale mm	D mm	D_1 mm	h mm	m mm	g mm	Masa informativă, în kg, pentru execuţie	
						precisă	uzuală
50× 75	57	83	200	70	3,5	1,9	2,45
50× 100	57	109	200	70	4,0	2,4	2,70
75× 100	83	109	200	70	4,0	2,9	3,5
100× 125	109	135	200	70	5,0	4,75	4,9
100× 150	109	161	200	70	5,0	4,8	6,10
125× 150	135	161	200	70	5,0	6,6	7,10
125× 200	135	212	200	70	5,0	7,8	9,50
150× 200	161	212	200	70	5,0	8,0	10,29

— tuburi din fontă cu gură de curăţire, STAS 1515/5-76 (fig. 1.5; tabel 1.11);

— sifoane din fontă pentru canalizări, STAS 1515/6-76 (fig. 1.6; tabel 1.12).

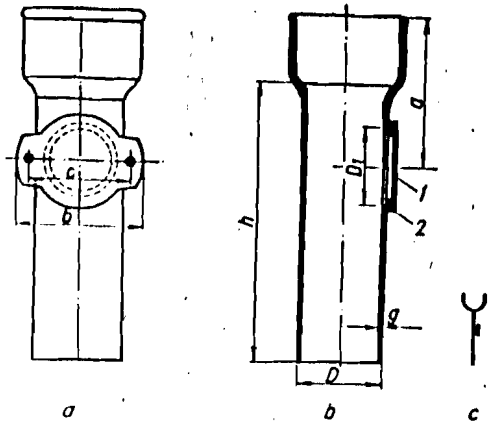
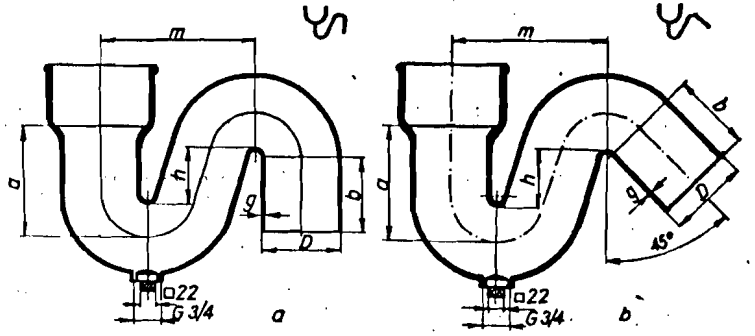


Fig. 1.5. Tuburi din fontă cu guri de curățire:
a — vedere; b — secțiune; c — semne convenționale
1 — capac; 2 — garnitură.



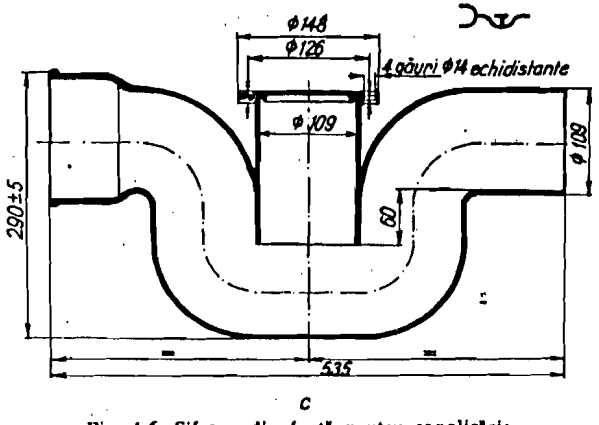


Fig. 1.6. Sifoane din fontă pentru canalizări:
a — varianta S; b — varianta P; c — varianta U.

Tabelul 1.11

Tuburi din fontă cu gură de curățire (STAS 1515/5-76)

D_n mm	D mm	b mm	a mm	c mm	h mm	D_1 mm	g mm	Șuruburi STAS 7000-71	Masa informativă, în kg
50	57	105	130	79	270	57	3,5	M10×35	3,5
75	83	129	145	100	280	77	3,5	M10×35	5,2
100	109	152	165	129	300	102	4	M10×35	8,1
125	135	190	180	160	315	128	4	M12×40	9,8
150	161	215	210	185	350	152	5	M12×40	14,9
200	212	265	225	235	370	203	5	M12×40	19,0

Tabelul 1.12

Sifoane din fontă pentru canalizări (STAS 1515/6-76)

D_n mm	D mm	a mm	b mm	h mm	m mm	g mm	Masa informativă, în kg	
							varianta S	varianta P
50	57	92	70	40	110	3,5	2,4	2,3
75	83	120	80	60	160	3,5	5,4	5,2

Obiecte sanitare ceramice:

— lavoare, STAS 1540-79, (fig. 1.7; tabel 1.13), care se fabrică din porțelan sau semiporțelan sanitar și se glazurează cu glazură opacă, albă sau colorată;

— vase de closet pentru adulți, STAS 2066/1-79 (fig. 1.8; tabel 1.14), care se fabrică din porțelan sau semiporțelan sanitar și se execută în 6 tipuri: CPL; CIV; CIL; COL; COVE și COVI. Vasele tip CPL se folosesc, în special, în instalații cu rezervor de spălare montat la semiînălțime; celelalte tipuri de vase se folosesc în instalații cu rezervoare de spălare montate la înălțime sau la semiînălțime;

— pisoare, STAS 2383-73 (fig. 1.9), care se execută din porțelan sau semiporțelan sanitar și se montează pe pereți, în grupurile sanitare ale clădirilor;

— bideuri, STAS 2422-78 (fig. 1.10), care se execută în două tipuri: cu duș și fără duș.

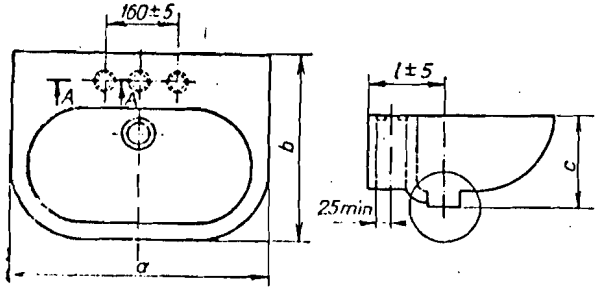


Fig. 1.7. Lavoare.

Tabelul 1.13

Lavoare din porțelan sau semiporțelan sanitar (STAS 1540-79)

Mărimea	*a* ± 3% mm	*b* mm	*c* ± 5 mm	*l* mm
37	370	250 ... 290	150	80 ... 110
40	400	310 ... 365	160	150 ... 180
45	450	260 ... 300	160	80 ... 110
50	500	380 ... 450	180	185 ... 220
55	550	420 ... 500	200	185 ... 220
60	600	420 ... 550	210	185 ... 220
65	650	500 ... 590	220	185 ... 220
70	700	500 ... 640	230	185 ... 220

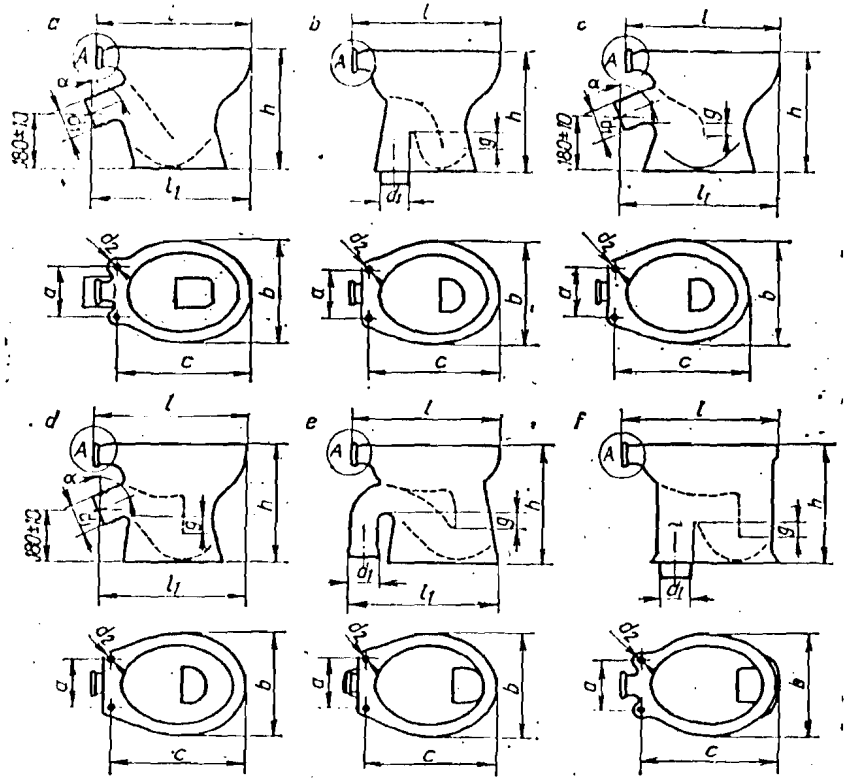


Fig. 1.8. Vase de closet pentru adulți:
a — cu pilnie și evacuare laterală (C.P.L.); *b* — cu plan înclinat și evacuare verticală (C.I.V.); *c* — cu plan înclinat și evacuare laterală (C.I.L.); *d* — cu oglindă și evacuare laterală (C.O.L.); *e* — cu oglindă și evacuare verticală exterioară (C.O.V.E.); *f* — cu oglindă și evacuare verticală interioară (C.O.V.I.).

Tabelul 1.14

Vase de closet din porțelan sau semiporțelan sanitar pentru adulți (STAS 2066/1-79)

l mm	l_1 mm	*h* mm	*a* mm	*b* mm	*c* mm	d_1 mm	d_2 mm	*g* mm	α
max 500	*max.* 510	400±10	160±5	*max* 370	435±10	105±5	16±1	60±10	67°±2°

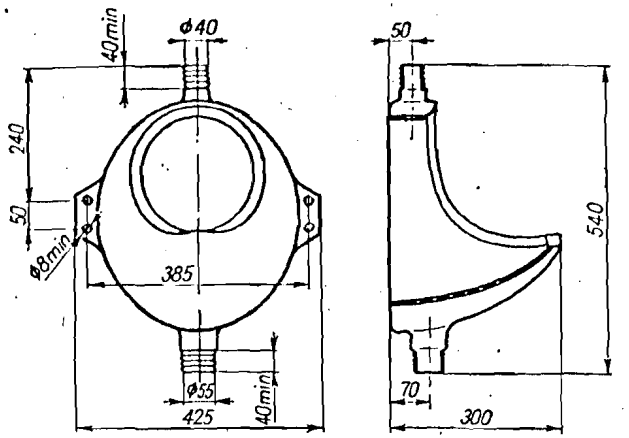


Fig. 1.9. Pisoar.

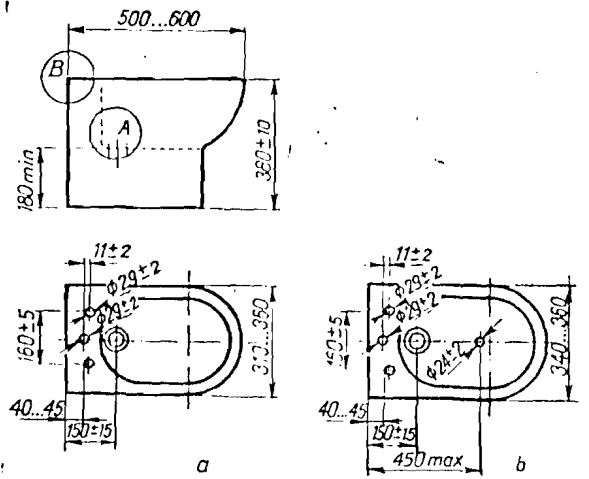


Fig. 1.10. Bideuri:
a — fără duș; *b* — cu duș;

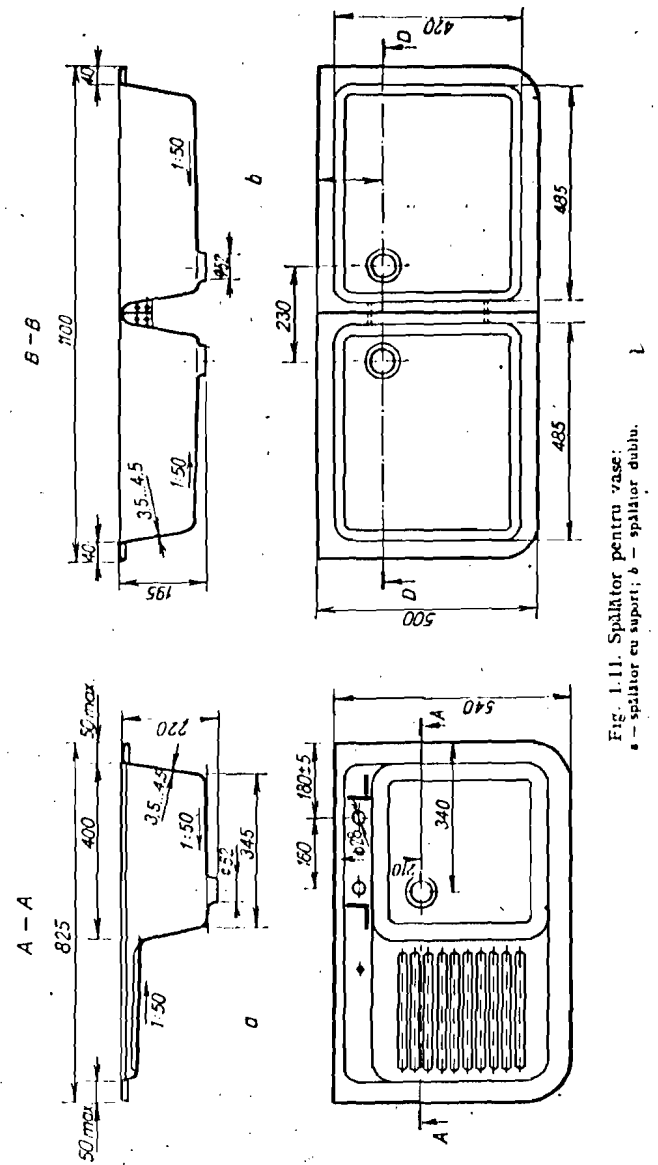


Fig. 1.11. Spălător pentru vase:
a – spălător cu suport; *b* – spălător dublu.

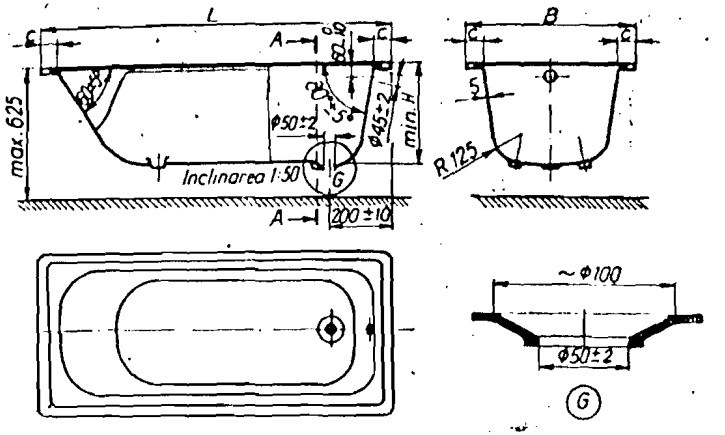


Fig. 1.12. Cadă de baie.

Tabelul 1.15

Căzi de baie din fontă, emailate, pentru adulți (STAS 2757-80)

Mărimea	*L* ⊥ 6 mm	*B* ⊥ 6 mm	*c* mm	*H* mm	Capacitatea utilă pînă la preaplin (informativă) *l*	Masa informativă (fără picioare) kg
1 200/420	1 200	700	50 ... 85	420	175	78
1 500/420	1 500	720	50 ... 85	420	198	92,5
1 700/420	1 700	750	50 ... 85	420	215	122

Obiecte sanitare din fontă:

— spălătoare pentru vase, STAS 2759-79, care se fabrică în trei tipuri: spălător cu suport (fig. 1.11, *a*); spălător simplu; spălător dublu (fig. 1.11, *b*);

— căzi de baie, STAS 2757-80. Căzile de baie din fontă pot fi montate înzidit sau liber. Se fabrică în două variante constructive: pentru adulți (fig. 1.12, tabel 1.15) și pentru copii;

chiuvete, STAS 2758-80 (fig. 1.13);

— vas pentru closet cu tălpi, STAS 2879-80 (fig. 1.14);

— cadă pentru duș, STAS 6110-80 (fig. 1.15);

— rezervor de spălare pentru closet, STAS 2756-80 (fig. 1.16).

Obiecte sanitare executate din tablă emailată, PAS și mase plastice (Normativ 19–82):

— spălătoare cu picurător, căzi de baie și cuve de duș din tablă emailată, care vor fi utilizate la clădirile de locuit, social-culturale și industriale;

— cuve din PAS pentru duș, care se vor utiliza la clădirile social-culturale și industriale;

— rezervoare de closet din mase plastice, care se vor utiliza în locul rezervoarelor din fontă.

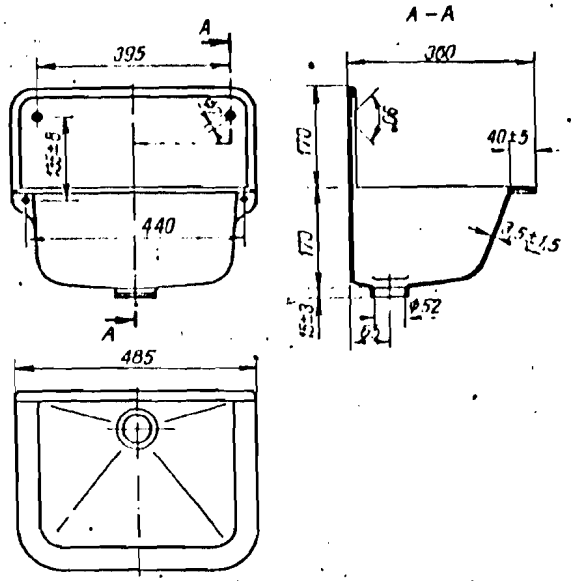


Fig. 1.13. Chiuvetă din fontă.

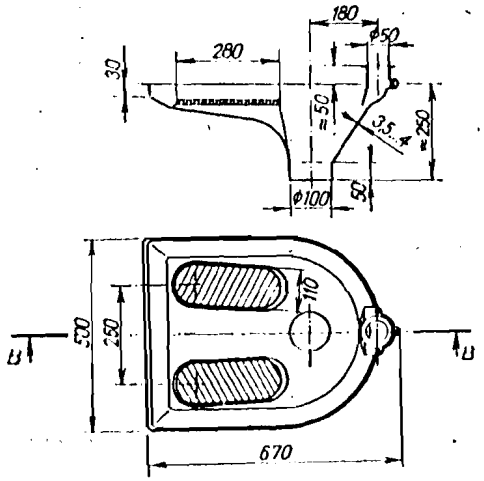
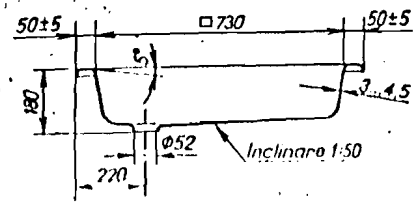


Fig. 1.14. Vas pentru closet cu tălpi.



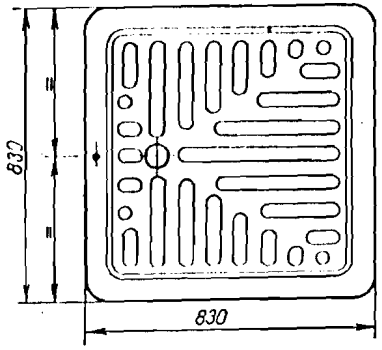


Fig. 1.15. Cadă pentru duș.

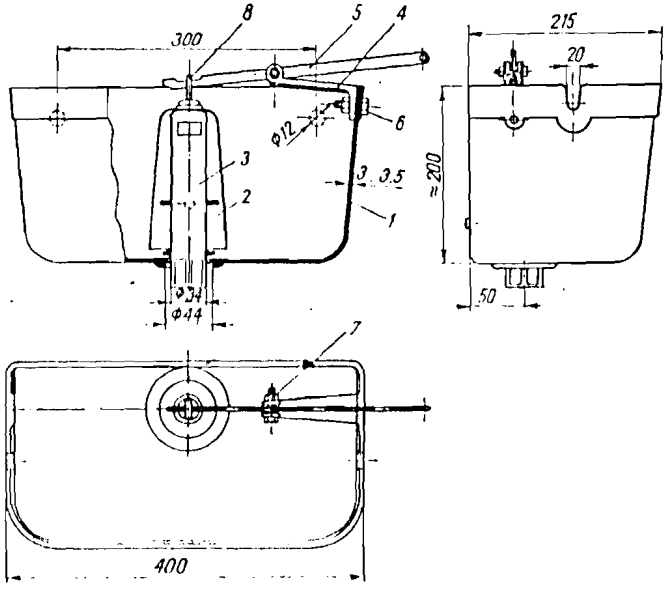


Fig. 1.16. Rezervor de spălare pentru closet:
1 — corpul rezervorului; *2* — clopot; *3* — supapă; *4* — consolă; *5* — bară; *6*, *7* — șuruburi cu cap hexagonal; *8* — urechi pentru susținerea clopotului.

Sifoane de pardoseală:

— sifoane de pardoseală din fontă emailată, STAS 3690-80, care se fabrică în trei tipuri: tip I, sifoane cu ieşire verticală (fig. 1.17, *a*; tabel 1.16); tip II, sifoane combinate, cu ieşire verticală (fig. 1.17, *b*); tip III, sifoane combinate cu ieşire laterală (fig. 1.17, *c*);

— sifoane de plintă din PVC, STAS 8874-80 (fig. 1.18), care sînt executate din policlorură de vinil neplastifiată şi se montează la plinta camerelor de baie.

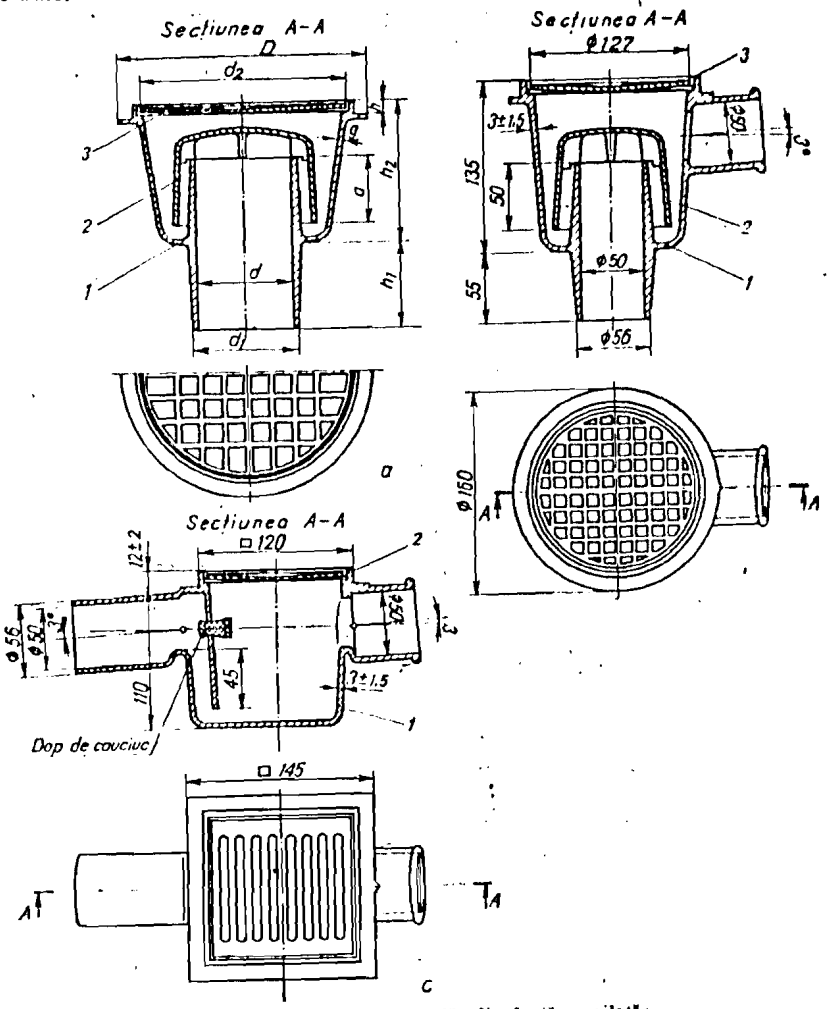


Fig. 1.17. Sifoane de pardoseală, din fontă emailată:

a — sifoane simple cu ieşire verticală, tip I; *b* — sifoane combinate cu ieşire verticală, tip II; *c* — sifoane combinate cu ieşire laterală, tip III.

Tabelul 1.16

Sifoane de pardoseală, din fontă, simple, cu ieşire verticală tip I (STAS 3690-80)

d mm	d_1 mm	*D* mm	d_2 mm	*a* mm	h_2 mm	*h* mm	h_1 mm	*g* ± 1,5 mm	Masa informativă kg
50	56	160	127	50	110	10	55	3	5,50
100	108	245	206	55	116	12	70	3,5	12,50

Accesorii pentru obiectele sanitare:

— sifoane pentru racordarea obiectelor sanitare la coloanele de canalizare, care sînt din alamă, din PVC, din plumb.

Sifoanele din alamă (fig. 1.19; tabel 1.17) se execută cu suprafeţele exterioare şlefuite şi cromate şi se montează cu un ventil de scurgere (simplu sau reglabil) fără racord.

Sifoanele din PVC (fig. 1.20; tabel 1.18 şi 1.19) se execută, conform norme interne MICIA 3061, cu cap de racordare în două variante: varianta R, pentru racordare la conductă din plumb şi varianta F pentru racordare la conductă din PVC.

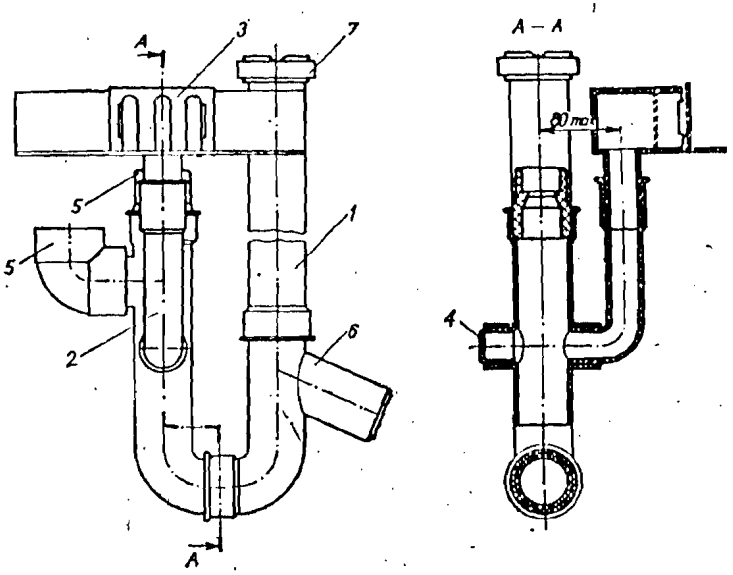


Fig. 1.18. Sifoane de plintă din PVC:

1 — corpul sifonului; *2* — piesă de racordare la plintă; *3* — grătar plintă; *4* — dop; *5* — ramură de colectare; *6* — ramură de evacuare la coloana de canalizare; *7* — capac de curăţire.

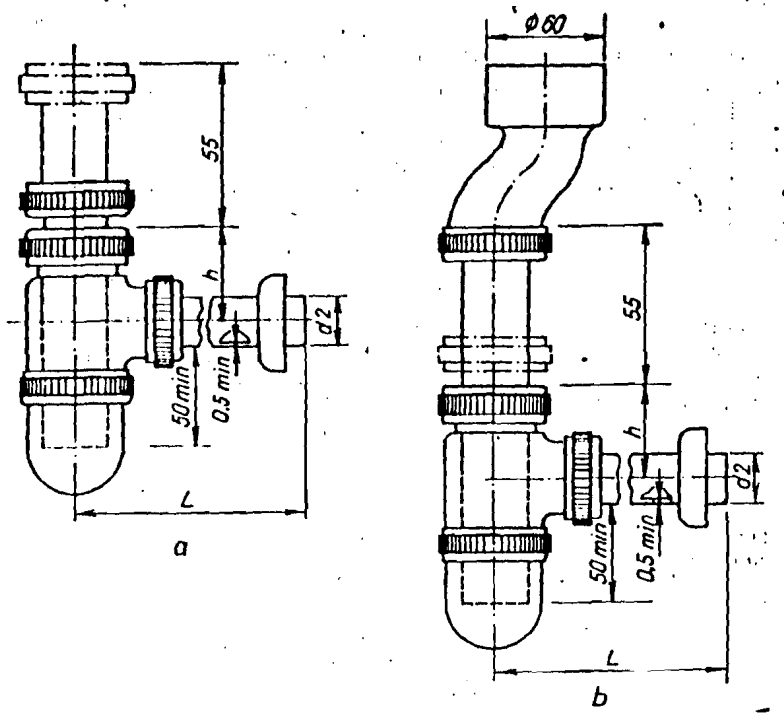


Fig. 1.19. Sifoane din alamă, tip butelie:
a — sifon pentru uz general; *b* — sifon pentru pisoar.

Sifoanele din plumb, conform norme interne MICM 46, se execută în două tipuri (fig. 1.21; tabel 1.20): tip S, folosit pentru conductă de scurgere verticală, tip P, folosit pentru conductă de scurgere înclinată.

Tabelul 1.17

Sifoane tip butelie, din alamă. Dimensiuni principale

D_n mm	Filet pentru piuliță	L mm	d_2 mm	h_{min} mm
25	GIH	190	25	35
32	G1 1/4H	230	32	40
40	G1 1/2H	260	38	40
50	G2H	260	48	45

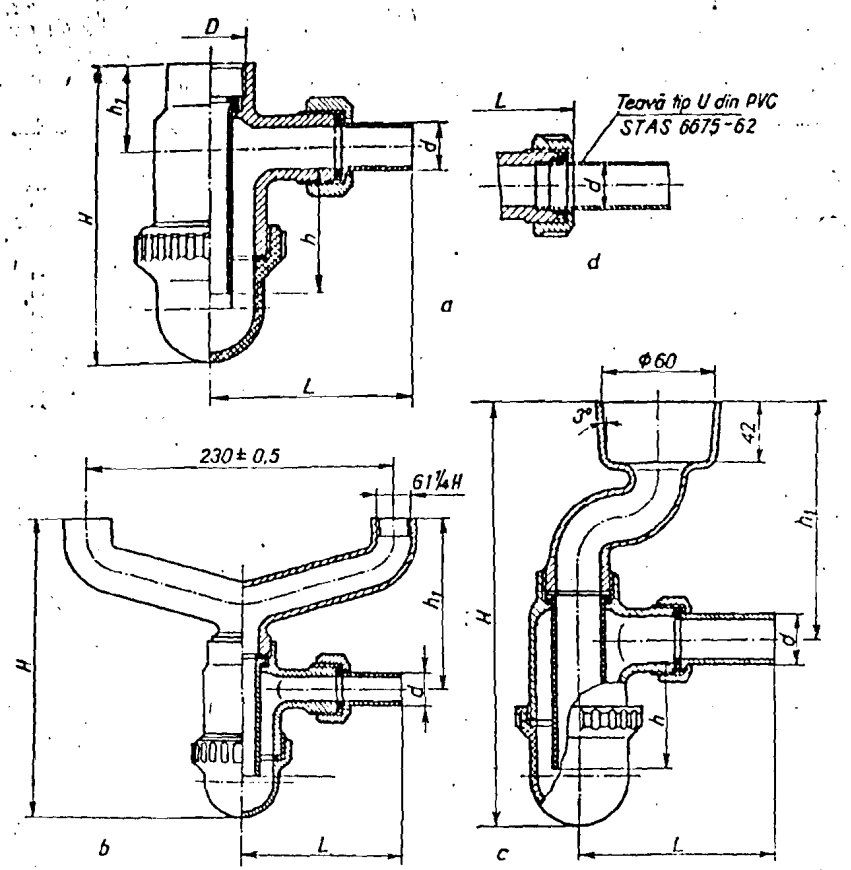


Fig. 1.20. Sifoane executate din PVC, cu cap de racordare:
a — sifon tip 1, varianta R; *b* — sifon tip 2, varianta R; *c* — sifon tip 3, varianta R; *d* — detaliu cap de racordare la țeavă

— ventile de scurgere, conform norme interne MICM 2332 și 2336, executate cu sau fără racord (fig. 1.22);

portprosop, care se execută din alamă nichelată sau din bachelită;

etajeră, care se execută din porțelan sanitar sau semicristal pe console nichelate;

oglindă sanitară, care se execută din semicristal, cu marginile șlefuite în două dimensiuni: 400 × 500 mm sau 500 × 600 mm.

Armături. Acestea sînt de mai multe feluri:

— robinete finale cu ventil, STAS 2581-80, pentru P_n 6 și P_n 10, cu D_n 10; 15; 20 și 25 mm, care sînt folosite în instalațiile sanitare de distribuție, pentru alimentarea punctelor de consum cu apă la temperatura maximă de 80°C. După utilizare, robinetele finale se execută în trei tipuri: tip I, robinete

Tabelul 1.18

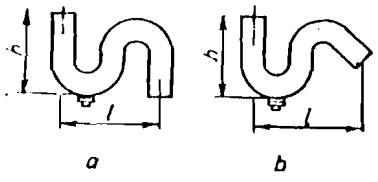
Sifoane din PVC, cu cap de recordare. Dimensiuni principale

Sifon tip		D_n mm	Dimensiuni principale D mm	L mm	H mm	h_1 mm	d mm	h_{min} mm
1	R	25	G1 H	88	143	39	30	50
	F	25	G1 H	55	143	39	32	50
	R	32	G1 1/4 H	110	154	42	40	50
	F	32	G1 1/4 F	70	154	42	40	50
	R	40	G1 1/2 H	120	170	49	40	50
	F	40	G1 1/2 H	76	170	49	40	50
2	R	40	—	120	276	154	40	50
	F	40	—	76	276	154	40	50
3	R	25	—	88	244	140	30	50
	F	25		55	244	140	32	50

Tabelul 1.19.

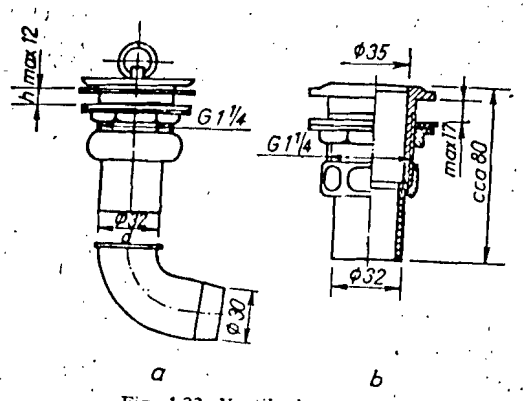
Sifoane din PVC, cu cap de racordare Domeniu de utilizare

Tipul sifonului	D_n mm	Fig. 1.20	Utilizarea obişnuită la
	25		Lavoare STAS 1540-79
1	32	*a*	Spălătoare simple STAS 2759-79
	40		Spălătoare cu suport pt. vase STAS 2759-79; Chiuvete STAS 2758-80
2	40	*b*	Spălătoare duble de vase STAS 2759-79
3	25	*c*	Pisoare STAS 2383-73



a *b*

Fig. 1.21. Sifoane din plumb:
a — tip S; *b* — tip P.



a *b*

Fig. 1.22. Ventile de scurgere:
a — pentru cada de baie; *b* — pentru rezervor de spălare a closetului.

Tabelul 1.20

Sifoane din plumb

Forma	Diametrul interior mm	Diametrul exterior mm	Înălţimea h(mm)	Lăţimea l(mm)	Grosimea peretelui (mm)	Greutatea teoretică kg/buc
S	30	33	160	125	1,5	0,500
S	40	44	165	165	2,0	0,800
S	50	54	170	200	2,0	1,110
P	30	33	145	180	1,5	0,400
P	40	44	155	190	2,0	0,600
P	50	54	165	200	2,0	0,850

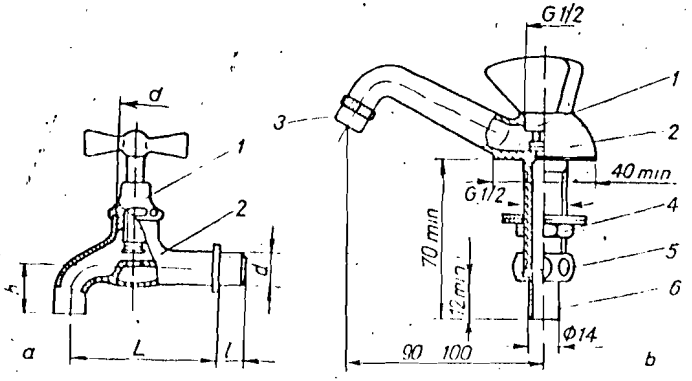


Fig. 1.23. Robinete de serviciu simplu:
a — tip I, pentru montare la perete, cu scurgere fixă cu jet liber; *b* — tip I, pentru montare pe obiecte sanitare, cu scurgere fixă, cu jet perlat;
1 — cap de armătură; *2* — corp; *3* — ajutaj perlator; *4* — piuliţă de fixare; *5* — piuliţă de racordare; *6* — racord.

de serviciu simplu (fig. 1.23; tabel 1.21); tip II, robinete de serviciu dublu (fig. 1.24; tabel 1.22); tip. III, robinete pentru duș, prevăzute cu duș;

— robinete cu ventil, drept, din fontă, cu mufe, STAS 6480-80, P_n 10. Sînt folosite la instalațiile de apă rece și caldă cu temperatura maximă de 80°C. Robinetul (fig. 1.25; tabel 1.23) se execută în două variante: varianta A, fără dop de golire; varianta B, cu dop de golire;

— robinete cu ventil, de colț, din fontă, pentru presiunea nominală P_n 10, STAS 2378-79. Sînt folosite la instalațiile de apă rece și caldă cu temperatura maximă de 80°C. După construcția ventilului se execută în două variante: varianta A, cu ventil din material plastic (fig. 1.26, *a*); varianta B, cu ventil metalic și garnitură de cauciuc (fig. 1.26, *b*; tabel 1.24);

Tabelul 1.21

Robinete de serviciu simple, tip I (STAS 2581-80). Dimensiuni principale

Diametrul nominal, D_n mm	Filet d	l_{min} mm	L ±5 mm	h ±5 mm
10	G 3/8	10	70	28
15	G 1/2	12	80	31
20	G 3/4	14	90	35
25	G 1	16	105	40

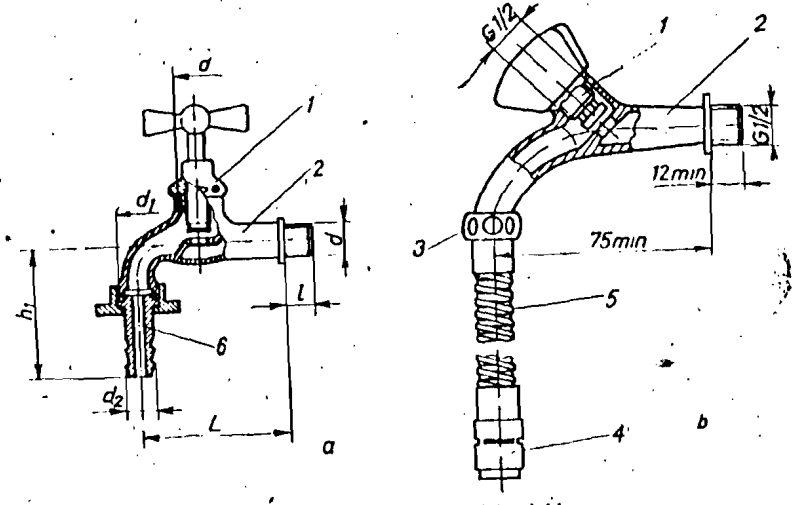


Fig. 1.24. Robinete de serviciu dublu:
a — tip I, pentru montare pe perete, cu scurgere fixă, cu racord pentru furtun de cauciuc; *b* — tip II, pentru montare pe perete, cu scurgere fixă, cu tub flexibil; *1* — cap de armătură; *2* — corp; *3* — piuliță olandeză; *4* — ajutaj perlator; *5* — tub flexibil; *6* — portfurtun.

Tabelul 1.22

Robinet de serviciu dublu, tip II (STAS 2581-80). Dimensiuni principale

Diametrul nominal, D_n mm	Filet d	l_{min} mm	d_1	L ±5 mm	h_1 ±5 mm	d_2 mm
10	G 3/8	10	G 1/2	70	63	11,5
15	G 1/2	12	G 3/4	80	73	14,5
20	G 3/4	14	G 1	90	83	21
25	G 1	16	G 1/4	105	95	30

— robinete cu ventil, acționate cu plutitor, pentru P_n 6, STAS 2377-75, folosite pentru alimentarea cu apă a rezervoarelor de spălare pentru closete (fig. 1.27; tabel 1.25);

— robinete de reglare cu ventil, din fontă, acționate cu plutitor, pentru presiunea nominală P_n 10, STAS 7623-80, utilizate la recipiente sau rezervoare în scopul controlării automate a alimentării cu apă, avînd temperatura maximă de lucru 70°C. După materialul plutitorului, robinetele cu ventil se execută

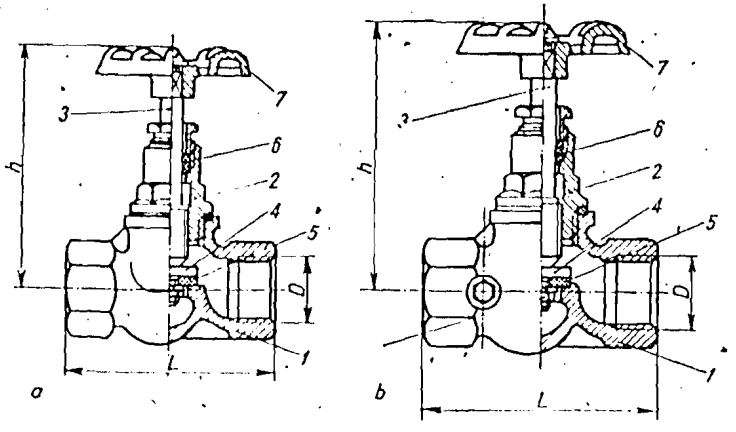


Fig. 1.25. Robinet cu ventil drept, din fontă, cu mufe:
a — varianta A, fără dop de golire; *b* — varianta B, cu dop de golire; *1* — corp; *2* — capac; *3* — tijă; *4* — ventil; *5* — garnitura ventilului; *6* — garnitura tijei; *7* — roată de manevră

Tabelul 1.23

Robinete cu ventil drept, din fontă, cu mufe, P_n 10 (STAS 6480-80)

Diametrul nominal, D_n mm	D Filet STAS 8130-68	L mm	h^* mm
10	G 3/8 H	60	77
15	G 1/2 H	68	84
20	G 3/4 H	80	93
25	H 1 H	95	105
32	G 1 1/4 H	112	126
40	G 1 1/2 H	127	138
50	G 2 H	150	160
65	G 2 1/2 H	186	218
80	G 3 H	220	248
100	G 4 H	270	301

* Cota h corespunde robinetului deschis și este informativă

Tabelul 1.24

Robinete cu ventil, de colț, din fontă, P_n 10 (STAS 2378-79)

Diametrul nominal, D_n mm	Filet d	Filet l	L mm	l_1 mm	d_1 mm
10	G 3/8 B	10	50	17	12
15	G 1/2 B	12	51	22	14

Tabelul 1.25

Robinete cu ventil, acționate cu plutitor, P_n10 (STAS 2377-75)

Mărimea	L ±3 mm	Destinația: Rezervor de spălare pentru closet, conform
I	340	STAS 2756-67 (mărimea I)
II	365	STAS 2756-67 (mărimea II)
III	430	STAS 9441-74

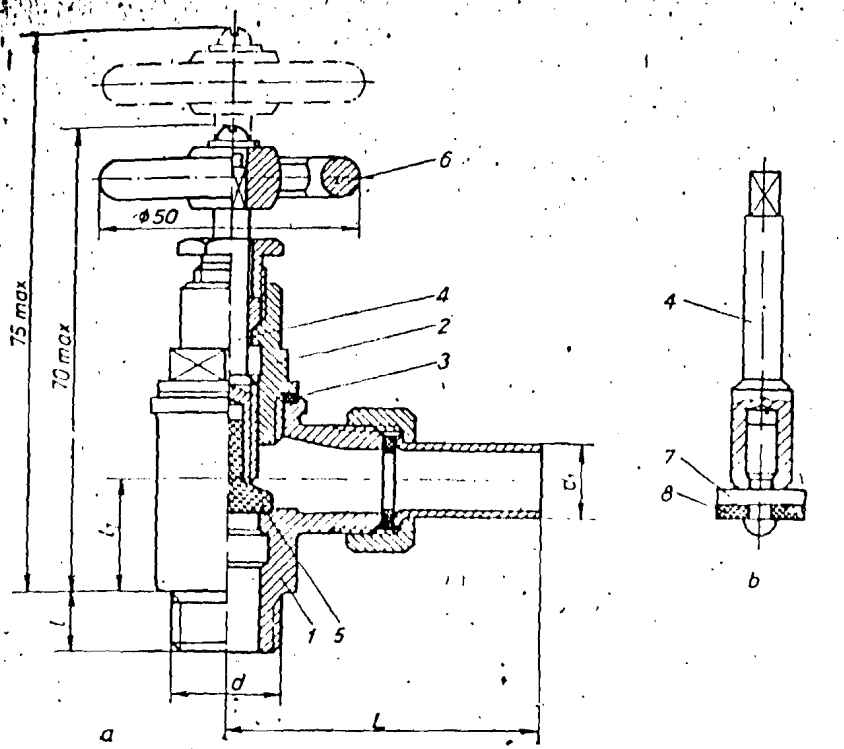


Fig. 1.26. Robinete cu ventil, de colț, din fontă:
a — varianta A, cu ventil din material plastic; *b* — varianta B, cu ventil metalic și garnitură de cauciuc; *1* — corp; *2* — capac; *3* — garnitură; *4* — tijă; *5* — ventil; *6* — roată de manevră; *7* — suport; *8* — garnitură.

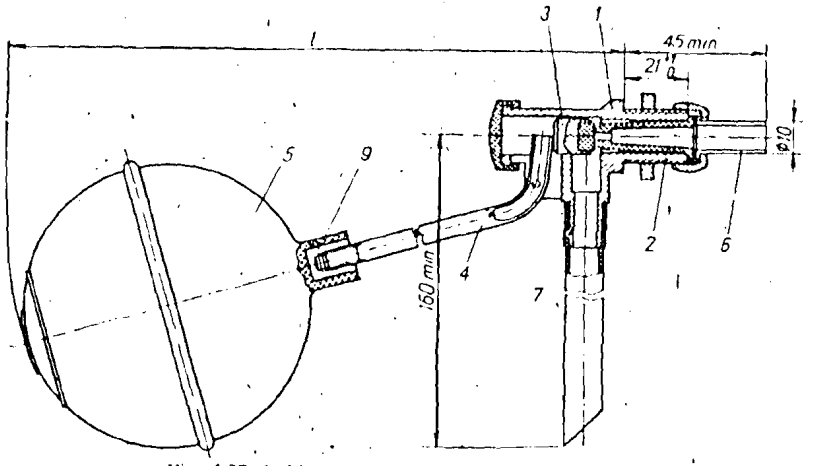


Fig. 1.27. Robinete cu ventil acționate cu plutitor:
1 — corpul robinetului; *2* — scaunul ventilului; *3* — ventil; *4* — pârghia plutitorului; *5* — plutitor; *6* — racord; *7* — tub de umplere.

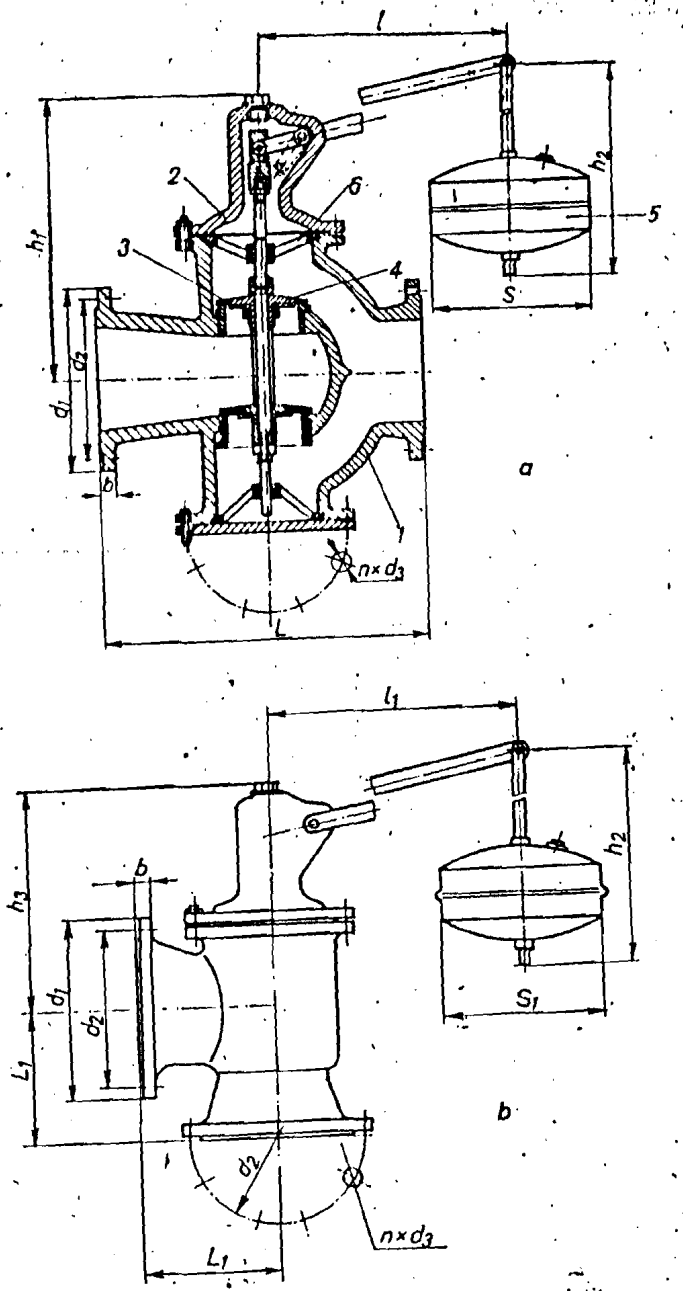


Fig. 1.28. Robinete de reglare, cu ventil, acționate cu plutitor:
a — tip I, drept; *b* — tip II, de colț;
1 — corp; *2* — capac; *3* — tijă; *4* — ventil; *5* — plutitor; *6* — ghidaj.

Tabelul 1.26

Robinete de reglare cu ventil, din fontă, acționate cu plutitor, P_n 10 (STAS 7623-80)

D_n mm	Dimensiuni de gabarit, mm									Flanșe, mm				
	L	l_1	h_1	h_2	h_3	l	l_1	S	S_1	b	d_1	d_2	$n \times d_3$	Filetul șuruburilor
20	160	—	160	1000	—	440	—	—	—	16	105	75	4×14	M 12
40	200	—	200	1000	—	440	—	—	—	18	150	110	4×18	M 16
50	230	130	225	1000	180	520	480	306	350	20	165	125	4×18	M 16
80	310	155	280	1000	230	650	600	356	332	22	200	160	8×18	M 16
100	350	175	315	1000	260	650	600	406	390	22	220	180	8×18	M 16
150	480	—	480	1500	—	845	—	450	—	24	285	240	8×22	M 20
200	600	—	570	1800	—	1040	—	500	—	26	340	295	8×22	M 20

OBSERVAȚII:

1. Valorile cotelor *s* și h_3 sînt informative.

2. Dacă este necesar, pentru asigurarea asamblării cu instalațiile existente, robinetele cu diametrul nominal D_n 80 se pot executa și cu flanșe cu 4 găuri.

3. Pentru robinetele cu diametrul nominal D_n 20 și D_n 40, valorile cotei *s* se vor stabili prin documentația de execuție.

Tabelul 1.27

Robinete cu sertar pană și corp oval (STAS 1518-80)

P_n at	D_n mm
10	40... 600
6	800... 1000

în două variante: cu plutitor din alamă-simbol A; cu plutitor din tablă zincată-simbol Z. După forma constructivă, robinetele cu ventil se execută în două tipuri: tip I, drept; tip II, de colț (fig. 1.28; tabel 1.26);

— robinete cu sertar și corp oval, din fontă, STAS 1518-80. Sînt utilizate pentru fluidele cu presiuni nominale indicate în tabelul 1.27. După forma sertarului, robinetele se execută în două tipuri: cu sertar pană; cu sertar paralel. După forma tijei, robinetele se execută în două variante: varianta A, cu tijă ascendentă; varianta N, cu tijă neascendentă (fig. 1.29; tabel 1.28);

— robinete de reținere cu ventil din fontă, pentru presiunea nominală P_n 16, STAS 1516-80 (fig. 1.30; tabel 1.29), care sînt folosite pentru fluide cu temperatura maximă de lucru de 225°C. După construcția corpului, robinetele de reținere se execută în trei tipuri: drepte, simbol D; de colț, simbol C; înclinate, simbol I. După felul cursei ventilului, robinetele de reținere se execută în două variante: varianta F, cu cursă fixă; varianta R, cu cursă reglabilă. După forma suprafeței de etanșare a ventilului, robinetele se execută în trei forme: forma 1, cu ventil plan; forma 2, cu ventil conic; forma 3, cu ventil sferic. După modul de închidere a ventilului, robinetele de reținere se execută: cu arc (simbol A); fără arc (fără simbol);

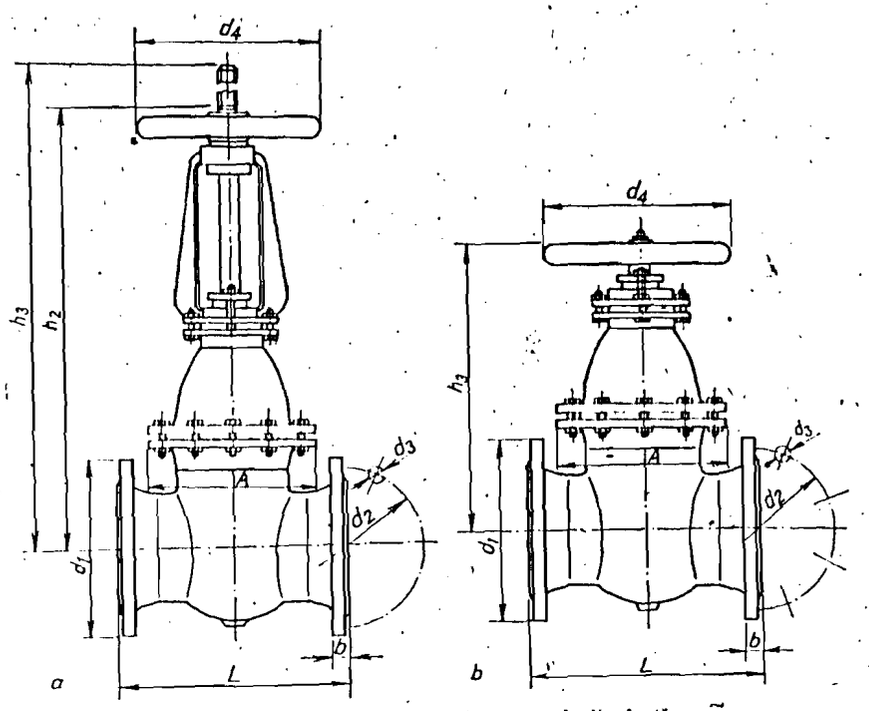


Fig. 1.29. Robinete cu sertar și corp oval, din fontă:
a — varianta A, cu tijă ascendentă; *b* — varianta N, cu tija neascendentă;

— sorburi simple cu flanșă, STAS 2231-80. Sorburile simple (fig. 1.31; tabel 1.30), din fontă, cu flanșe, sînt folosite la instalațiile de pompare, la capătul conductei de aspirație a apei, pentru presiunea nominală P_n 10;

— sorburi cu ventil de reținere, din fontă, STAS 2309-80, folosite la instalațiile de pompe, la capătul conductei verticale de aspirație a apei, cu temperatura maximă de lucru 50°C, pentru presiunea nominală P_n 1 ... P_n 4 (fig. 1.32; tabel 1.31);

— bateriile amestecătoare, cu ventil, STAS 8732-80, pentru presiunea nominală P_n 6 și diametrul nominal D_n 15. Sînt folosite în instalațiile sanitare de distribuție, pentru alimentarea punctelor de consum cu apă rece, apă caldă sau amestec de apă rece cu apă caldă, la temperatura maximă de 80°C. După utilizare, bateriile amestecătoare se execută în patru tipuri (fig. 1.33): tip I cu piesă de scurgere, pentru lavoar sau spălător; tip II cu duș, pentru duș; tip III cu piesă de scurgere și duș, pentru baie; tip IV cu duș ascendent și sistem de umplere directă a vasului bideu, pentru bideu.

Tabelul 1.28

Robinete cu sertar până și corp oval, din fontă (STAS 1515-80)

Diametrul nominal, D_n mm	Dimensiuni de gabarit, mm					Flanșe de legătură la conductă				Roată de manevră d_4, mm
	L	h_1	h_2	h_3	A	d_1 mm	d_2 mm	$n \times d_3$ mm	b mm	Filetul șurubului	
40	240	250	390	440	170	145	110	4 × 18	18	M.16	180
50	250	275	410	470	186	160	125	4 × 18	20	M.16	180
65	270	340	460	550	225	180	145	4 × 18	20	M.16	225
80	280	345	480	585	240	195	160	4 × 18	22	M.16	225
100	300	385	570	690	276	215	180	8 × 18	22	M.16	250
150	350	490	740	920	362	280	240	8 × 22	24	M.20	280
200	400	600	930	1 155	440	335	295	8 × 22	26	M.20	320
250	450	710	1 115	1 400	500	390	350	12 × 22	28	M.20	360
300	500	805	1 200	1 540	580	440	400	12 × 22	28	M.20	400
350	550	890	1 340	1 720	632	500	460	16 × 22	30	M.20	400
400	600	1 045	1 580	2 020	720	565	515	16 × 26	32	M.24	450
500	700	1 250	1 850	2 400	830	670	620	20 × 26	34	M.24	500
600	800	1 360	2 140	2 790	960	780	725	20 × 30	36	M.27	580
800	1 000	1 780	2 800	3 650	1 300	1 010	950	24 × 33	44	M.30	640
900	1 100	1 960	3 080	4 030	1 385	1 110	1 050	28 × 33	46	M.30	720
1 000	1 200	2 150	3 300	4 450	1 540	1 230	1 160	28 × 36	50	M.33	800

OBSERVAȚII:

1. Valorile cotelor h_1, h_2, h_3 și A au caracter informativ, servind la stabilirea gabaritului în vederea montării.
2. Cota A reprezintă axa mare a flanșei de legătură la capac.
3. n reprezintă numărul găurilor pentru șuruburi.
4. Valorile diametrului d_4 al roții de manevră sînt informative.

Tabelul 1.

Robinete de reținere cu ventil, din fontă, P_n 16 (STAS 1516-80)

Diametrul nominal, D_n mm	Dimensiuni de gabarit, mm									Flanșe de legătură la conductă				Filetul șuruburilor	Diametrul roții de manevră d_4 mm	Robinetu de oscilare, D_n mm
	L	L_1	L_2	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	d_1 mm	d_2 mm	$n \times d_3$	b mm			
15	130	90	90	65	175	115	180	40	150	95	65	4×14	14	M.12	125	–
20	150	95	90	80	210	120	215	50	180	105	75	4×14	16	M.12	125	–
25	160	100	100	85	215	125	220	55	185	115	86	4×14	16	M.12	140	–
40	200	115	105	110	260	155	250	75	225	145	110	4×18	18	M.16	160	–
50	230	125	110	120	280	160	280	80	240	160	125	4×18	20	M.16	160	–
65	290	145	130	140	320	195	350	90	270	180	145	4×18	20	M.16	200	–
80	310	155	170	150	380	220	405	95	325	195	160	8×18	22	M.16	220	–
100	350	175	180	170	425	235	425	110	360	245	180	8×18	24	M.16	250	–
150	480	225	200	210	560	310	560	125	475	280	240	8×22	26	M.20	360	–
200	600	275	210	270	670	370	650	170	570	335	295	12×22	30	M.20	400	25
250	730	325	220	320	810	425	780	195	685	405	355	12×26	32	M.24	450	25
300	850	375	270	360	950	500	920	210	800	460	410	12×26	32	M.24	500	25

OBSERVAȚII:

1. Cotele d_4, h_1, h_2 și h_3 sînt informative.
2. Cotele L_2, h_3, h_5 și h_6 corespund robinetului complet deschis și sînt informative.
3. n reprezintă numărul găurilor pentru șuruburi.

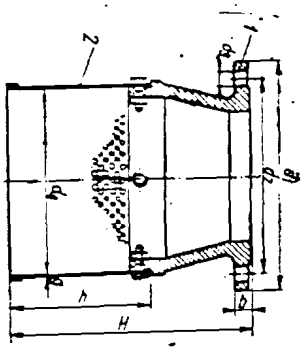


Fig. 1.31. Sorb simplu cu flanșa din fontă:
1 – corp; *2* – sită.

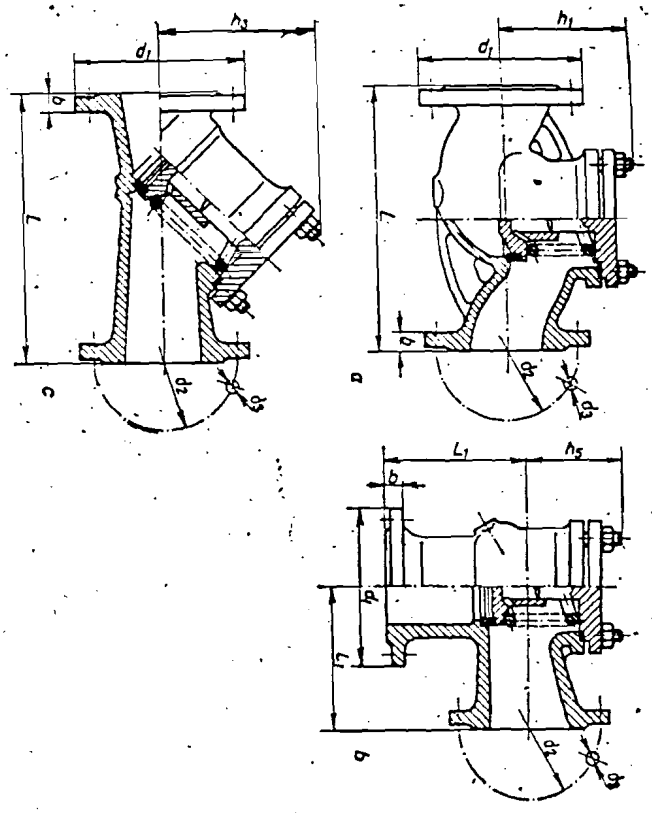


Fig. 1.30. Robinete de reținere cu ventil, din fontă:
a – robinete drepte, simbol D; *b* – robinete de colț, simbol C *c* – robinete înclinate, simbol I.

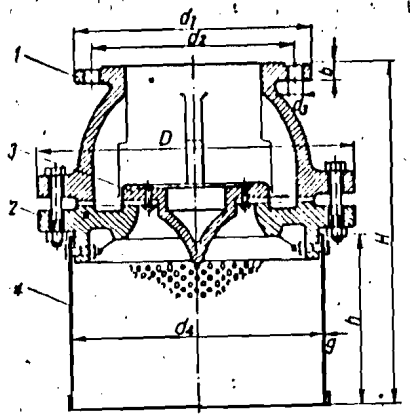
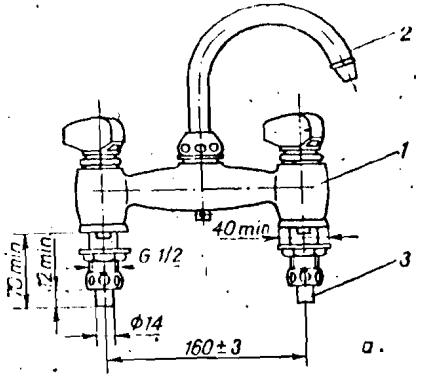


Fig. 1.32. Sorb cu ventil de reţinere, din fontă:
1 — corp superior; *2* — corp inferior; *3* — ventil; *4* — sită.



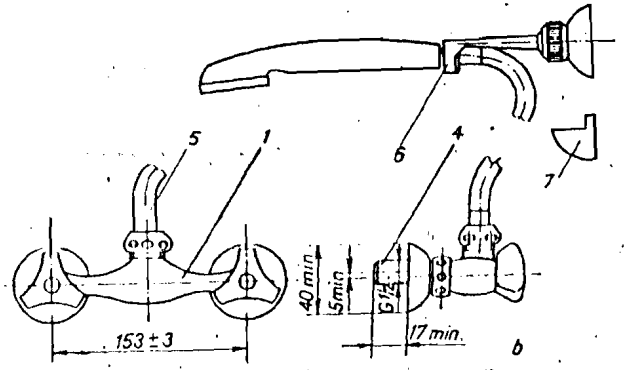


Fig. 1.33. Baterii amestecătoare, cu ventil:
a — tip I, cu plesă de scurgere (pentru lavoar sau spălător); *b* — tip II cu duş (pentru duş);
1 — corp (cameră amestec); *2* — plesă scurgere; *3* — racord; *4* — racord excentric; *5* — tub flexibil pentru duş; *6* — suport reglabil pentru duş; *7* — suport fix pentru duş; *8* — duş.

Tabelul 1.30

Sorb simplu cu flanşă (STAS 2231-80)

Diametrul nominal, D_n	H	Flanşă (poz. 1)					Sita (poz. 2).			
		d_1	d_2	b	$n \times d_2$	Filetul şuruburilor	d_4	h	găuri rotunde	găuri ovale
mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	g	
40	140	150	110	16	4×18	M 16	84	95		
50	155	165	125	16	4×18	M 16	95	107		
(65)	180	185	145	16	4×18	M 16	120	120	5	
80	185	200	160	18	4×18	M 16	130	127		
100	210	220	180	18	8×18	M 16	160	142		
150	275	285	240	20	8×22	M 20	220	188		
200	320	340	295	22	8×22	M 20	285	208	7	1,6
250	385	395	350	24	12×22	M 20	330	255		
300	430	445	400	24	12×22	M 20	415	293		
(350)	495	505	460	26	16×22	M 20	475	344		
400	540	565	515	28	16×26	M 24	540	371		
500	652	670	620	30	20×26	M 24	670	412	8	
600	760	780	725	30	20×30	M 27	800	510		

OBSERVAŢII:

1. Dimensiunile din paranteză se vor evita, pe cît posibil.
2. La cererea beneficiarului, sorburile se pot livra cu flanşe negăurite.
3. Dispunerea, forma şi dimensiunile găurilor tablelor perforate, conform STAS 10948-77.
4. Se admite executarea sitei din tablă expandată avînd grosimea de 1,5 mm.

Tabelul 1.31

Sorb cu ventil de reţinere (STAS 2309-80)

Presiunea nominală P_n at	Diametrul nominal D_n mm	H mm	D mm	Flanşă d_1 mm	Flanşă d_2 mm	Flanşă b mm	Flanşă $n \times d_2$	Filetul şuruburilor	Sită d_4 mm	Sită h mm	Găuri rotunde g	Găuri ovale g
	40	190	165	150	110	16	4×18	M 16	95	100		
	50	225	180	165	125	16	4×18	M 16	110	120		
4	65	270	220	185	145	16	4×18	M 16	150	142	5	
	80	290	240	200	160	18	4×18	M 16	170	164		
	100	330	290	220	180	18	8×18	M 16	220	187		
	150	410	390	285	240	20	8×23	M 20	300	228		1,6
2,5	200	515	460	340	295	22	8×23	M 20	370	305	7	
	250	575	525	395	350	24	12×23	M 20	435	340		
	300	650	600	445	400	24	12×23	M 20	510	388		
1	350	700	660	505	460	26	16×23	M 20	560	400	8	
	400	750	705	565	515	28	16×27	M 24	590	410		

1.2. Instalații de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în clădiri de locuit

1.2.1. Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare

Echiparea cu obiecte sanitare și accesorii a clădirilor se va face conform prevederilor din STAS 1478-84, a Decretului 68/1975 cu modificările ulterioare și Decretului 447/1976 anexa nr. 4, precum și a Decretului 418/1980 anexa 2 *a* și 2 *b*.

Pentru clădirile de locuit, conform Decretului nr. 68/1975, se prevede următoarea dotare:

— la apartamentele cu 1 cameră, 2 camere și la cele cu 3 camere cu suprafața locuibilă de 32—34 m², se prevede o singură cameră de baie;

— la apartamentele cu 3 camere cu suprafața locuibilă de 38—40 m² și la cele cu 4 camere cu suprafața locuibilă de 42—44 m² se prevede, în afara camerei de baie, un grup sanitar dotat cu closet și lavoar;

— la apartamentele cu 4 camere cu suprafața locuibilă de 46—48 m², în grupul sanitar se prevăd: un closet, un lavoar și un duș;

— la apartamentele cu 5 camere se prevăd două camere de baie, echipate complet;

— la clădirile de locuit se prevăd uscătorii și spălătorii.

Numărul și tipul obiectelor sanitare cu care se dotează clădirile de locuit sînt indicate în tabelul 1.32 și în tabelul 1.33.

În clădirile de locuit, dotarea minimă cu obiecte sanitare (conform STAS 1478-84) este următoarea: în camere de baie: lavoar, closet și cadă de baie sau duș; în bucătării: spălător cu platformă.

Conform STAS 1478-84, în camerele de colectare a gunoiului se prevede cîte o chiuvetă cu robinete dublu serviciu pentru apă rece și apă caldă, la 4—5 nivele.

1.2.2. Amplasarea obiectelor sanitare pe planuri și în scheme

Obiectele sanitare se reprezintă pe planuri și în scheme prin semne convenționale (tabel 1.34), avînd dimensiunile principale de gabarit ale obiectului respectiv reduse la scara desenului (de regulă 1 : 50).

Obiectele sanitare se amplasează pe planurile de arhitectură ale clădirii la scara desenului respectiv. Cotele de montaj ale obiectelor sanitare precum și distanțele minime pe orizontală între obiectele sanitare și între acestea și elementele de construcție sînt indicate conform STAS 1504-85, în tabelul 1.35.

1.2.3. Amplasarea coloanelor de alimentare cu apă rece, apă caldă de consum, canalizare a apelor uzate menajere și canalizare a apelor meteorice

Pozițiile coloanelor de alimentare cu apă și canalizare se stabilesc pe planurile de arhitectură, practic, concomitent cu amplasarea obiectelor sanitare.

Tabelul 1.32

Dotarea apartamentelor cu obiecte sanitare (conform prevederilor Decret nr. 68/1975)

Obiecte și aparate sanitare	Simbol normă deviz	Numărul de obiecte sau aparate — Tipul apartamentului				
		1 cameră	2 camere	3 camere	4 camere	5 camere
1	2	3	4	5	6	7
Cadă de baie pentru înzidit din fontă emailată cu fund plan, avînd picioare din fontă și preaplin din PVC	SC01B					
a) L = 1 200 mm		—	—	—	—	—
b) L = 1 500—1 700 mm		1	1	1	1	2
Cadă pentru duș din fontă emailată pătrată, varianta I	SC03A	—	—	—	1	—
Lavoar din porțelan sanitar montat pe console avînd:	SC07A					
a) 500 mm console 350 mm		—	—	1	1	—
b) 550 mm console 420 mm		1	1	1	1	2
Spălător pentru vase din fontă emailată, cu suport avînd 835 mm, montat pe pereți din beton	SC10A	1	1	1	1	1
Vas pentru closet din porțelan sanitar tip CIL cu sifon interior tip „P"	SC13B	1	1	2	2	2
Rezervor de apă pentru vasul de closet cu țeavă de spălare din PVC tip V, capacitatea rezervorului de 12 l	SC17A	1	1	2	2	2
Ramă pentru vas de closet din polietilenă albă	SC18A	1	1	2	2	2
Sifon pentru lavoare de porțelan sanitar din alamă nichelată tip butelie Ø 1" simbol 441	SC19B	1	1	2	2	2
Portprosop din alamă nichelată tip V 450 simplu	SC24B	1	1	1	1	2
Etajeră montată pe pereți de beton, din semicristal, pe console, nichelate, avînd:	SC25B					
a) 500×130 mm		—	—	1	1	—
b) 600×150 mm		1	1	1	1	2
Oglindă sanitară din semicristal cu margini șlefuite, montată pe pereți de beton avînd:	SC26A	—	—	1	1	—
a) 400×500 mm		1	1	1	1	2
b) 500×600 mm						
Cuier pentru rufărie din aminoplast cu 2 cîrlige	SC29A	1	1	2	2	2
Suport pentru hîrtie din porțelan sanitar, tip 1	SC30A	1	1	2	2	2
Ventil de scurgere fără racord cu dop și lanț avînd:	SC31A					
a) D_n 1" simbol 414 pentru lavoar		1	1	2	2	2
b) D_n 11/4" din fontă pentru spălare		1	1	1	1	1
Baterie amestecătoare cu duș flexibil pentru baie, avînd Ø 1/2" simbol 351	SD03A	1	1	1	1	2
Baterie amestecătoare stativă pentru lavoar Ø 1/2" din alamă cromată cu perlator simbol 322	SD06A	1	1	2	2	2

Tabelul 1.32 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7
Baterie amestecătoare stativă pentru spălător Ø 1/2" din alamă nichelată simbol 317	SD08A	1	1	1	1	1
Sifon de pardoseală colector confecționat din tablă de plumb de 3 mm grosime, având Ø 150 mm și înălțimea de 150 mm cu capac din alamă șlefuită	SB12A	—	—	— (sau plintă)	1	—
Sifon din PVC pentru plintă cu receptor	SB13A	1	1	1	1	1

Tabelul 1.33

Dotarea spălătorilor din clădirile de locuit cu obiecte sanitare (conform Decretului nr. 68/1975)

Obiecte și aparate sanitare	Simbol normă deviz	Numărul de obiecte sau aparate
Cadă de baie pentru înzidit, din fontă emailată cu fund plan, având picioare de fontă și preaplin din PVC L = 1 200 mm	SC01B	1
Chiuvetă din fontă emailată cu tăblie fixă, având orificiu cu scurgere sită, de 25 mm cu sifon tip butelie	SC09B	1
Ventil de scurgere fără racord, cu dop și lanț, având: D_n 1 1/4" din fontă pentru spălător	SC31A	1
Robinet de serviciu cu SD2a racord, tip B, având Ø 1/2"	SDQ2A	1
Baterie amestecătoare de perete pentru spălător, având Ø 1/2" simbol 315	SD08A	1
Robinet cu braț basculant Ø 1/2" simbol 221 (cazan spălătorie)	SD09A	1 (la cazan fiert rufe)
Albie din tablă zincată pentru spălat rufe, cu 2 compărtimente de 1 600 × 700 mm	SE38A (asimilat)	1
Cazan pentru fiert rufe, din tablă de oțel cositorit în interior, având 100 l capacitate, așezat pe soba cu focar și cenușar	SE41A	1
Sifon de pardoseală colector confecționat din tablă de plumb de 3 mm grosime, având Ø 150 mm și înălțimea de 150 mm cu capac din alamă șlefuită	SB12A	1

La amplasarea coloanelor se va ține seama de următoarele recomandări:

— se va urmări gruparea coloanelor de alimentare cu apă împreună cu cele de canalizare;

— stabilirea numărului de coloane și poziția acestora se va face astfel încît legăturile la obiectele sanitare să fie cît mai scurte, iar poziția și unghiurile de racordare să nu favorizeze înfundarea instalației (fig. 1.34);

— soluția aleasă să fie cît mai economică, amplasîndu-se coloanele, pe cît posibil, în centrul de greutate al grupului de obiecte racordate la acestea;

— se va da prioritate amplasării coloanelor de scurgere, întrucît legăturile dintre obiectele sanitare și coloane se realizează cu piese de dimensiuni mari, limitate ca tipuri constructive;

— se va evita amplasarea coloanelor în încăperi de locuit sau pe pereții dinspre acestea;

Tabelul 1.34

Semne convenționale pentru instalații de alimentare cu apă și canalizare

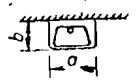
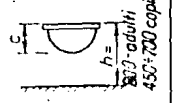
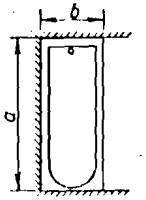
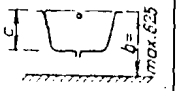
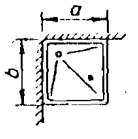
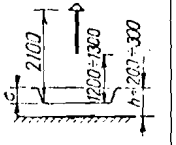
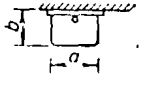
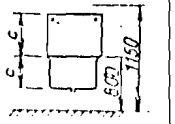
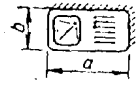
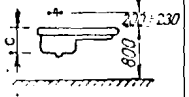
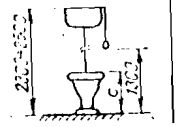
Fitinguri și piese fasonate	Schemă	Armături	Schemă
Reducție (cu mufă)		Robinet cu cep (conă) drept	
Cot sau curbă cu flanșe cu $0 < \alpha < 90$		Robinet cu cep (conă) drept cu dispozitiv de golire	
Curbă de etaj cu mufă		Robinet de reglare cu clapetă	
Teu cu flanșe		Robinet cu ventil, de colț, de siguranță cu contragreutate	
Cruce cu flanșe		Reductor de presiune	
Ramificație simplă cu mufă și flanșe, $0 < \alpha < 90$		Robinet de reținere - cu ventil	
Ramificație dublă cu mufă $0 < \alpha < 90$		- cu clapă	
Capac (căciuli) la conducte		Sorb simplu	
Piese de curățire		Sorb cu clapă	
Sifon tip U - în plan		Sorb cu ventil	
- în schemă		Modul de acționare a armăturii	Schemă
Căciulă de protecție contra ploii		Acționare manuală (obișnuit nu se indică)	
Susțineri pentru conducte	Schemă	Acționare cu contragreutate	
Suport simplu		Acționare cu arc	
Suport simplu pentru montajul mobil al conductei		Acționare cu plutitor	
Punct fix		Modul de îmbinare a armăturii	Schemă
Compensatoare de dilatație	Schemă	Îmbinare cu mufă	
Compensator tip U		Îmbinare cu filet	
Compensator bră		Îmbinare prin sudură (lipire)	
Compensator telescopic		Îmbinare cu flanșe	
Armături	Schemă	Agregate și aparate	Schemă
Robinet cu ventil, drept		Pompă centrifugă	
Robinet cu ventil, drept cu dispozitiv de golire		Pompă manuală	
Robinet cu ventil, de colț		Compresor de aer	
Robinet cu ventil, cu 3 căi		Schimbător de căldură prin suprafață fără acumulare tip bloc	
Robinet cu sertar (vană)		Schimbător de căldură prin suprafață cu acumulare, tip bloc	

Tabelul 1.34 *(continuare)*

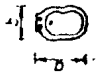
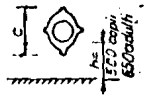
Obiecte sanitare	Plan	Schemă	Conducte	În planuri de construcție	În planuri de situație și acoperișuri
Lavoar			Conductă apă rece potabilă		AR
Chiuvetă			Conductă apă caldă		AC
Spălător dublu			Conductă de circulație apă caldă		ACC
Spălător cu platformă			Canale sau conducte canalizare ape pluviale		CP
Cadă de baie dreptunghiulară			Canale sau conducte de canalizare menajeră unitară		CM / CU
Cadă de duș			Conducte apă pentru combaterea incendiilor		
Cazan de baie cu duș			Conducte	Culori convenționale	
Cazan de baie cu vas de rupere a presiunii			Apă rece	Albastru	
Bideu			Apă caldă	Roșu	
Pisoar			Canalizare	Cafeniu	
Vas de closet			Incendiu	Roșu aprins	
Vas de closet cu tălpi			Indicații de prezentare a conductelor	Schemă	
Rezervor de closet			Sensul de circulație a fluidului		
Mașină de gătit pentru apartament			Panta conductei		
Armături de serviciu	Plan	Schemă	Încrucișare de conducte fără legătură		
Robinet cu ventil simplu serviciu			Ramificații de conducte în planuri orizontale diferite	≥0,70 / ≥0,50 / ≥0,30	
Robinet cu ventil dublu serviciu			Ramificații de conducte în același plan orizontal	≥0,50 / ≥0,50 / ≥0,50	
Baterie de amestec			Schimbare de nivele pe traseu rectiliniu	≥0,50 / ≥0,40	
Baterie de amestec de baie cu duș și lira fixă			Îmbinări de conducte	Schemă	
Baterie de amestec de baie cu duș și lira flexibilă			Îmbinare cu mufă		
Armături pt combaterea incendiilor și stropitul spațiilor verzi	Plan	Schemă	Îmbinare cu flanșe la conducte		
Sprinkler			Îmbinare cu filet la conductele la schimbări de diametre		
Drencer			Îmbinare cu sudură la conducte la schimbări de diametre		
Hidrant subteran de incendiu			Fitinguri și piese fasonate	Schemă	
Robinet de incendiu interior			Mufă dublă		
Hidrant de grădină			Mufa de trecut pe tub		

Tabelul 1.35

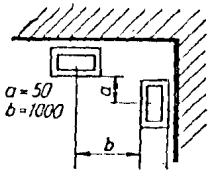
Amplasarea obiectelor sanitare (STAS 1504-85)

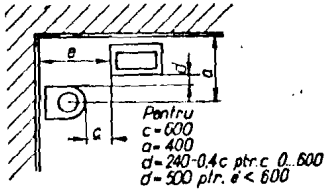
Denumirea obiectului	Reprezentarea în plan	Vedere frontală și înălțimea de montare	Dimensiuni curente de fabricație		
1	2	3	4	5	6
Lavoare			a 400 500 550 600	b 320 400 450 500	c 160 180 200 210
Cadă pentru baie			a 1 200 1 500 1 700	b 700 720 750	c 420 420 420
Căzi pentru duș			a 830	b 830	c 180
Chiuvete			a 485	b 360	c 180
Spălător vase locuințe			a 825	b. 540	c 195
Vasul de closet			a 370	b 500	c 400

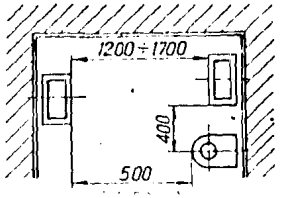
Tabelul 1.35 (continuare)

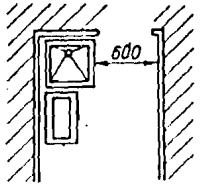
1	2	3	4	5	6
Vas de closet cu tălpi (turcesc)			*a* 670	*b* 500	*c* 250
Bideu			*a* 500—600	*b* 310—360	*c* 380
Pisoare			*a* 425	*b* 540	

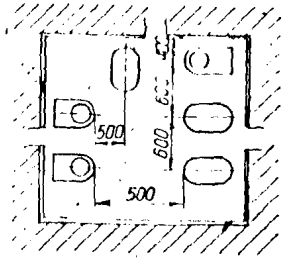
Distanțe pe orizontală între obiectele sanitare și pereți

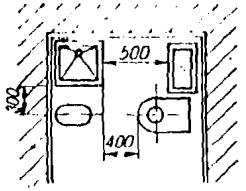






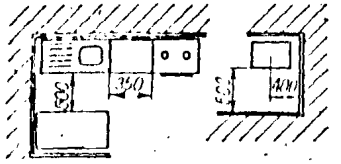


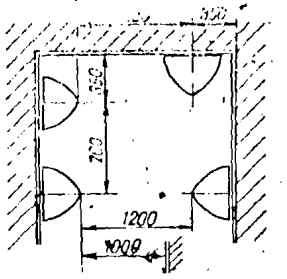




Tabelul 1.35 (continuare)

Distanțe pe orizontală între obiectele sanitare și pereți





— soluția aleasă nu trebuie să dăuneze aspectului incăperii (de exemplu: cînd coloanele sînt proiectate pentru montaj aparent, vor fi amplasate în colțurile incăperilor de serviciu, oficii, băi, closete etc.);

— coloanele care în mod accidental pot fi expuse loviturilor vor fi protejate cu rabiț, măști etc., iar acolo unde există pericol de îngheț vor fi izolate termic (tabel 1.36);

— în cazul clădirilor înalte — cu înălțimea peste 40 m — se recomandă prevederea unor deplasări (salturi) ale axei coloanelor de canalizare la maximum 8 etaje una de alta, pentru reducerea vitezei apei; salturile se realizează cu curbe — etaj sau curbe obișnuite (fig. 1.35).

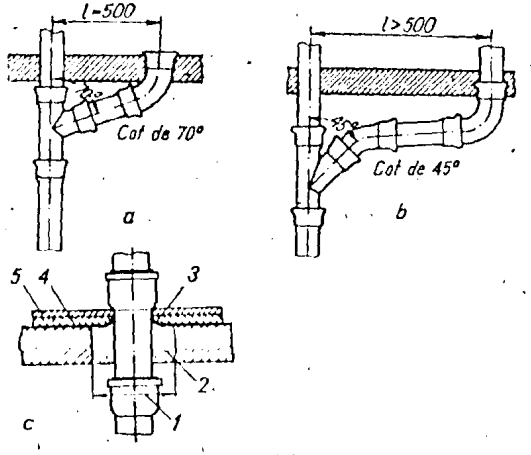


Fig. 1.34. Montarea ramificației pentru vasul de closet cu scurgere verticală:

a — pentru $l = 0{,}5$ m; *b* — pentru $l > 0{,}5$ m; *c* — detaliu de execuție pentru trecerea conductei din fontă prin planșee; *1* — gol trecere; *2* — înzidire; *3* — izolație hidrofugă; *4* — mortar; *5* — pardoseală.

Tabelul 1.36

Protecția anticorosivă și izolarea termică a conductelor instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă

Tipul protecției	Conducte pentru alimentare cu apă rece						Conducte pentru alimentare cu apă caldă		Observații
	Conducte din oțel zincat			Conducte din PVC			Conducte din oțel zincat		
	Montate aparent	Montate îngropat în zidărie	Montate în ghenă	Montate aparent	Montate îngropat în zidărie	Montate în ghenă	Montate aparent	Montate în ghenă	
Curățare, grunduire	••• ••	• ••	• ••				• ••	• ••	
Vopsire cu vopsea de ulei sau email alchidic	• ••			• ••					
Curățare și înfășurare cu bete de postav	• ••	• ••	• ••				•		
Înfășurare cu carton ondulat					• ••	• ••	•		sau orice alt material elastic și moale
Izolare termică cu: — saltele din vată de sticlă; — saltele din vată minerală; — cochilii din polistiren spumă; — cochilii din vată minerală							• ••	• ••	

Coloanele de alimentare cu apă și canalizare pot fi montate aparent, pe pereți, în nișe zidite sau în nișe acoperite cu rabiț sau plăci demontabile.

Pozițiile și distanțele de montaj uzuale pentru coloanele de alimentare cu apă și canalizare sînt prezentate în figura 1.36.

După definitivarea soluțiilor de amplasare a coloanelor pe planurile de arhitectură, se numerotează fiecare grup de coloane de apă rece, apă caldă și canalizare (menajeră, respectiv meteorică) închise în aceeași mască sau montate aparent și grupate în același loc, precum și coloanele independente.

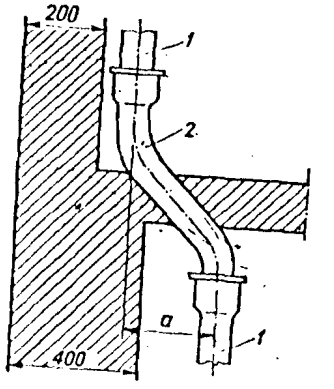


Fig. 1.35. Devierea coloanelor de canalizare:
1 — coloană; *2* — curbă etaj având $a = 65$; 130 sau 200 mm.

Pentru numerotare se înseamnă coloanele cu litere, care arată natura consumului de apă și cifre, care arată numărul coloanei (de exemplu: $M_1 \dots M_n$ pentru coloanele de ape menajere, $P_1 \dots P_n$ pentru coloanele de ape meteorice).

1.2.4. Amplasarea conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane

Legăturile de la coloanele de alimentare cu apă rece și caldă la armăturile obiectelor sanitare pot fi amplasate de-a lungul peretelui, aparente, îngropate sau mascate și vor avea robinete de închidere amplasate sub sau lateral obiectelor sanitare. Armăturile de închidere montate pe aceste conducte pot fi prevăzute pentru fiecare obiect sanitar în parte sau pentru grupuri de obiecte sanitare (baie, lavoar).

În cazul prevederii unor coloane comune de alimentare cu apă rece, respectiv caldă, pentru băile adiacente de la două apartamente vor fi duse legături separate pe care vor fi montate armăturile de închidere.

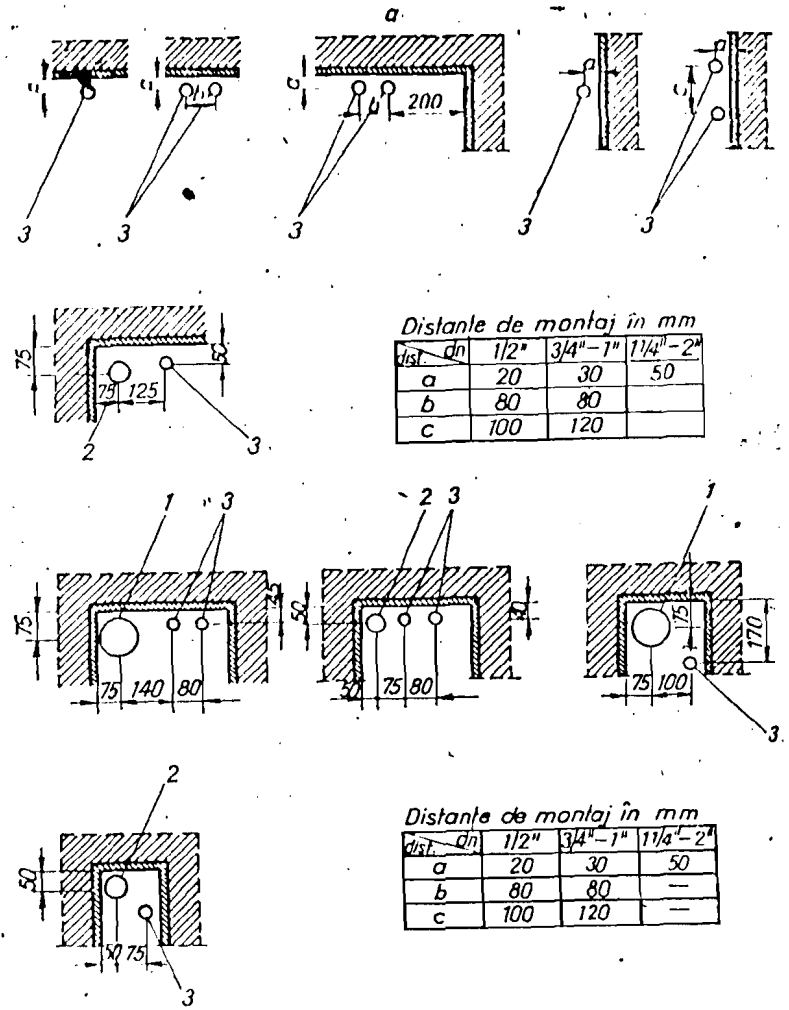
Legăturile de scurgere ale obiectelor sanitare la coloane pot fi amplasate:

— de-a lungul peretelui pe care sînt montate obiectele sanitare, aparente, îngropate sau mascate, după cum sistemul constructiv sau gradul de confort permite;

— la plafonul nivelului inferior, aparente sau mascate cu grindă sau plafon fals din rabiț;

— îngropate în grosimea pardoselii (numai la camere de baie prevăzute cu sifon de pardoseală colector din plumb).

Diametrele conductelor de legătură pentru alimentarea cu apă rece și caldă la armăturile obiectelor sanitare și pentru scurgerea apelor uzate de la obiectele sanitare la coloane sînt indicate în tabelul 1.37. Conductele de legătură vor fi protejate conform tabelului 1.36.



Distanțe de montaj în mm

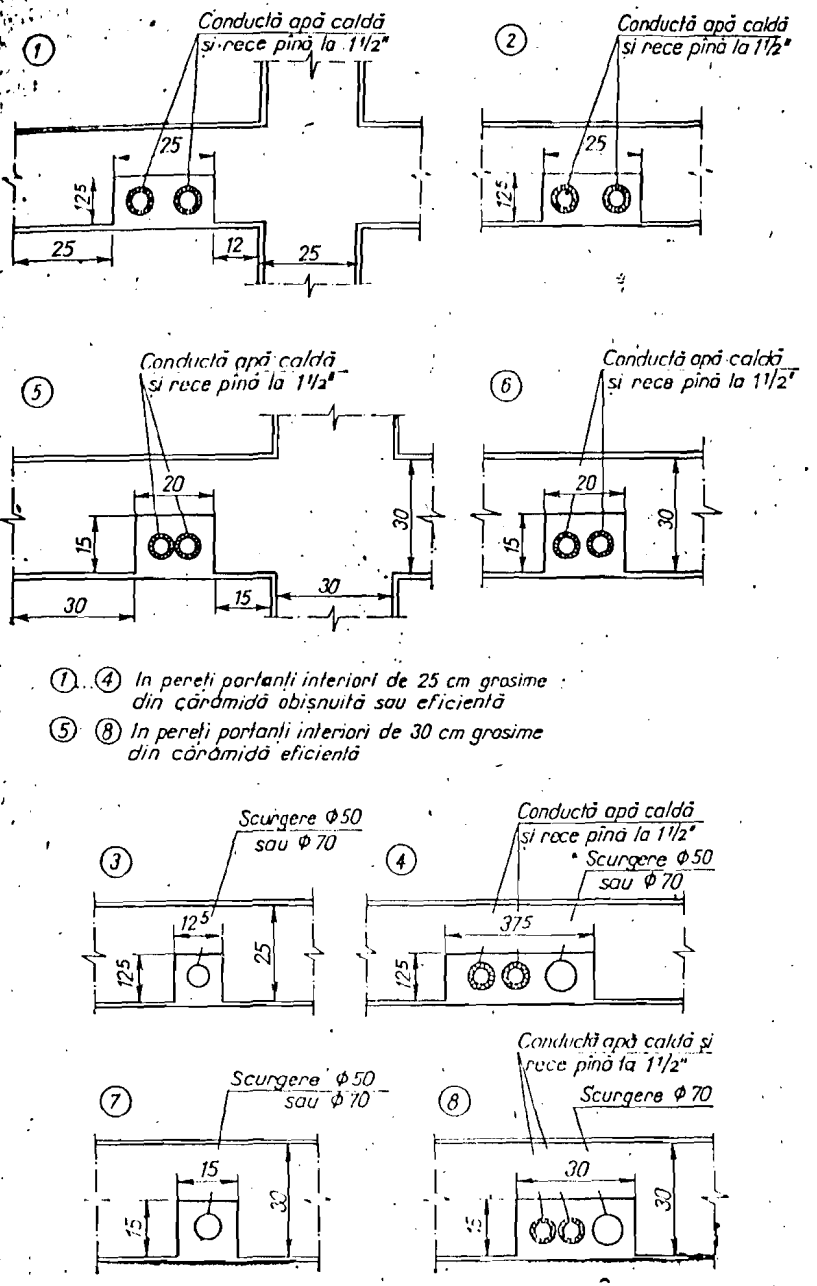
dist. / dn	1/2"	3/4"–1"	1¼"–2"
a	20	30	50
b	80	80	
c	100	120	

Distanțe de montaj în mm

dist. / dn	1/2"	3/4"–1"	1¼"–2"
a	20	30	50
b	80	80	—
c	100	120	—

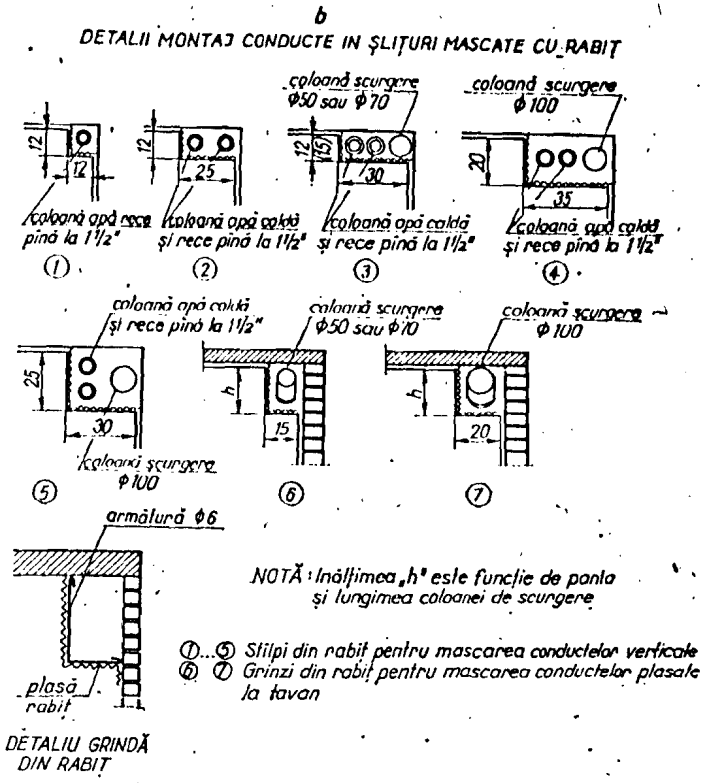
Fig. 1.36. Poziții și distanțe de montaj pentru coloanele de alimentare cu apă și canalizare:
a — montaj aparent al conductelor; b — montaj în șlițuri mascate cu rabiț;
1 — conductă de canalizare Ø 100; 2 — conductă de canalizare Ø 50, 3 — conducte pentru alimentarea cu apă.

MONTARE IN ȘLITURI VERTICALE



① ... ④ *In pereți portanți interiori de 25 cm grosime din cărămidă obișnuită sau eficientă*

⑤ ⑧ *In pereți portanți interiori de 30 cm grosime din cărămidă eficientă*



1.2.5. Întocmirea detaliilor pentru grupurile sanitare

Pentru toate grupurile sanitare dintr-o clădire se întocmesc detalii de montaj la scara 1 : 20 sau 1: 10. Întocmirea detaliilor de execuţie presupune următoarea ordine de lucru:

— se desenează la scara 1 : 10 sau 1 : 20 planul grupului sanitar, cu obiectele sanitare avînd dimensiuni şi cote de montaj conform indicaţiilor din cap. 1.2.2.

— se desenează coloanele de alimentare cu apă rece, apă caldă şi canalizare;

— se desenează legăturile de alimentare cu apă şi canalizare de la obiectele sanitare la coloane;

— se stabilesc secţiunile în plan vertical şi orizontal necesare pentru prezentarea tuturor elementelor şi cotelor de montaj.

Pe baza detaliilor de grupuri sanitare tipizate se realizează execuţia industrializată a instalaţiilor, în ateliere de prefabricare.

Detaliile pentru grupurile sanitare se întocmesc conform proiect directiv IPCT 84/002 din 1983 şi proiect tip IPCT 927-93 din 1973.

Tabelul 1.37

Diametrele conductelor de legătură pentru alimentarea cu apă rece, apă caldă şi canalizare a obiectelor sanitare (STAS 1478-84; STAS 1795-86)

Denumirea punctului de consum	Diametrul conductelor de legătură	
	Alimentare cu apă, ţoli	Canalizare mm
Spălător	1/2	50
Spălător	3/4	50
Chiuvetă	1/2	50
Cazan de baie	1/2	—
Baie la prepararea centrală a apei calde	1/2	40
Baie pentru tratamente	3/4	50
Duş	1/2	50
Albie de spălat rufe	1/2	50
Baie de picioare	1/2	30
Lavoar	1/2	30
Spălător circular	1/2	50
Cazan de fiert rufe	1/2	70
Marmită	1/2	100
Rezervor de pisoar	1/2	—
Pisoar individual	3/8	30
Bideu	1/2	30
Rezervor de closet	3/8	100
Spălarea closetului sub presiune	1/2	—
Hidrant de stropit	3/4	—
Hidrant de stropit	1	—
Robinet dublu sau simplu serviciu	3/8	—
Idem	1/2	—
Idem	3/4	—
Idem	1	—
Pisoar cu spălare permanentă	—	30
Pisoar cu spălare intermitentă	—	50
Baie pentru picioare	—	30
Albie de limpiat rufe	—	50
Cadă de baie pentru copii	—	30
Fîntînă pentru băut apă	1/2	30
Scuipătoare cu spălare	1/2	40
Sifon de pardoseală la:		
— maşină de spălat farfurii	—	100
— maşină de curăţat zarzavat	—	100
— maşină de spălat rufe	—	100

1.2.6. Amplasarea reţelelor de distribuţie a apei reci, a apei calde de consum; canalizare menajeră şi canalizare meteorică

Pentru amplasarea reţelelor de distribuţie a apei reci şi calde şi a colectoarelor de canalizare din clădiri este necesar să se cunoască:

— poziţiile de montaj pentru toate coloanele de alimentare cu apă şi canalizare reprezentate pe planurile de arhitectură ale clădirii (subsol, parter, etaj curent etc.);

— sistemul de distribuţie pentru alimentarea cu apă rece şi caldă de consum, care poate fi: cu distribuţie inferioară, superioară sau mixtă;

— punctele de racord la rețelele exterioare de alimentare cu apă și canalizare.

Amplasarea rețelelor de distribuție a apei reci și apei calde de consum. În clădirile de locuit proiectate cu subsol tehnic, din considerente economice și funcționale sistemul de alimentare cu apă rece și caldă de consum este cu distribuție inferioară ramificată.

Rețelele de apă rece și caldă se trasează pe planul subsol al clădirii, pornind de la baza coloanei celei mai îndepărtate pînă la punctul de racord, pe drumul cel mai scurt, paralel cu elementele de construcție. La stabilirea traseelor acestor conducte se va ține seama de următoarele recomandări:

— conductele vor fi montate aparent, pe cît posibil în plase de conducte (împreună cu cele ale instalației de încălzire centrală etc.), astfel încît să se poată folosi suporturi (reazeme) comune; distanțele de montare pentru conducte și armături față de elementele de construcție sînt indicate în tabelul 1.38;

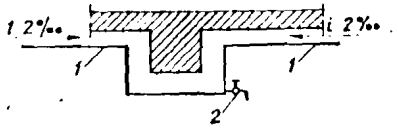


Fig. 1.37. Montarea robinetului de golire pe conducte de alimentare cu apă la ocolirea unei grinzi:
1 — conductă; *2* — robinet.

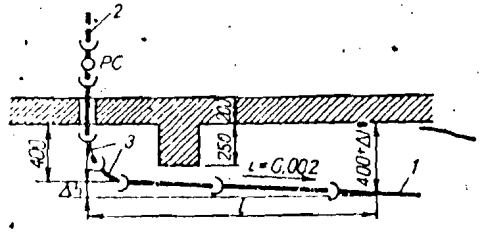


Fig. 1.38. Montarea coloanelor de canalizare în subsolul clădirii:
1 — colector; *2* — coloană; *3* — curbă; *PC* — piesă de curățire.

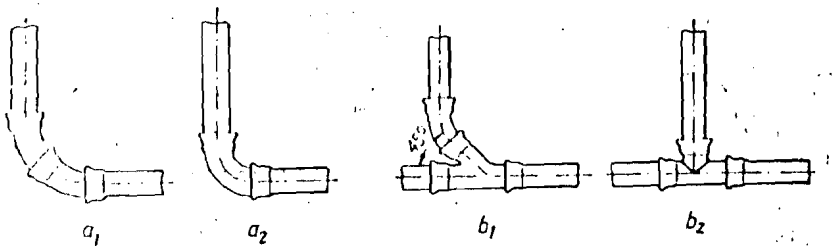
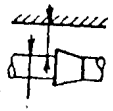
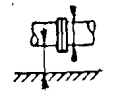
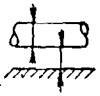
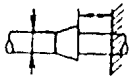


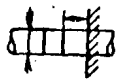
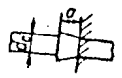
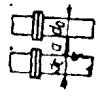
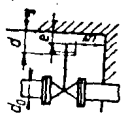
Fig. 1.39. Racordarea coloanelor la conducta colectoare:
a_1 — coloană terminală ape uzate cu suspensii; a_2 — coloană terminală ape uzate fără suspensii; b_1 — coloană intermediară ape uzate cu suspensii; b_2 — coloană intermediară ape uzate fără suspensii.

Tabelul 1.38

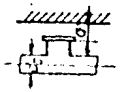
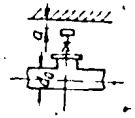
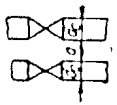
Montarea conductelor și armăturilor față de elementele de construcție

Denumirea	Schema pentru amplasarea conductelor sau armăturii	Diametrul nominal d_0 mm	Distanța *a* mm
1	2	3	4
Distanța *a* de la suprafața exterioară a conductei de fontă pînă la perete sau tavan în cazul îmbinării cu mufă		50 și 75 100—250 300—400 450—500 peste 500	200 300 400 500 600
Idem cînd există o îmbinare cu flanșă		50 și 75 100—200 300—400 400—500 peste 500	200 300 400 500 600
Idem, în cazul îmbinării prin manșon		pînă la 400 500 și >	500 700
Idem, în conducte fără îmbinări		200 și >	200
Distanța *a* de la fund pînă la partea de jos a conductei în cazul unei îmbinări cu flanșă sau cu mufă		50 și 75 100—250 300—400 500—600 peste 600	150 200 250 300 400
Idem, în cazul unei îmbinări		pînă la 600	500 600
Idem, cînd nu există nici un fel de îmbinare		200 și peste	200
Distanța *a* de la marginea mufei ștemuite pînă la peretele interior		Întotdeauna	350

Tabelul 1.38 (continuare)

1	2	3	4
, de la axul flanşei		pînă la 500 peste 500	150 200
în cazul unei îmbinări manşon		pînă la 500 peste 500	500 600
ţa de la marginea mu-emuite pînă la pere-terior		întotdeauna	Poate fi la acelaşi nivel cu peretele adică *a* să fie 0
ţa între conducte în-cu flanşe sau mufe		pînă la 400 peste 400	500 700
în cazul unei îmbinări yon		pînă la 400 peste 400	600 700
cle *d*, *e*, *m* de la vo-şi tija vanei măsu-e verticală şi orizon-în cazul unei mane-manuale		peste 100	*d* = 500 *e* = 100 *m* = 500* * În cazul absenţei trecerii *m* = 200 mm
le *d*, *e* şi *m* de la ctorimente ale sca-ului pînă la partea ă a tavanului şi perete		peste 100	*d* = 500 *e* = 100 *m* = 500
e *a* şi *m* de la roata vră, cînd există o mecanică cu o contră		peste 100	*a* = 500 *m* = 500

Tabelul 1.38 (continuare)

1	2	3	4
Distanţa *a* de la marginea flanşei teului pînă în tavan		peste 600	700
Distanţa de la partea superioară a ventuzei pînă la tavan		peste 100	150
Distanţa între conducte în cazul în care vanele sînt aşezate una lîngă alta		pînă la 400 500 600 800	500 700 800 1 000
Distanţa de la axul tijei hidrantului pînă la marginea interioară a gurii de acces			150—180

— pe traseele orizontale, conductele de apă caldă se montează deasupra celor de apă rece, lăsîndu-se o distanţă de 8—12 cm între pereţii exteriori ai celor două conducte; fac excepţie conductele din PVC tip G utilizate pentru alimentare cu apă rece, care se vor monta deasupra conductelor de apă caldă;

— între conductele paralele de apă şi de canalizare montate aparent, nu se impune o distanţă minimă de protecţie; de regulă, conductele de apă se montează în acelaşi plan sau deasupra celor de canalizare, fără ca aceasta să constituie o obligaţie pentru orice situaţie;

— la montarea paralelă a conductelor de apă şi a cablurilor instalaţiei electrice, conductele de apă se vor amplasa mai jos cu 30 cm;

— la intersectarea cu conducte de gaze, conductele de apă se montează la 15 cm sub acestea;

— pentru a asigura posibilitatea de golire a conductelor, acestea se vor monta cu o pantă de minimum 0,002 mm/m în sensul contrar de curgere al apei; în punctele cele mai coborîte ale instalaţiei se prevăd robinete de golire;

— pe traseul conductelor se va evita formarea sacilor de aer sau de apă în caz de golire a instalaţiei; acolo unde nu este posibil acest lucru (ocoliri de grinzi sau goluri etc.), se prevede un robinet de golire cu panta conductelor spre robinet (fig. 1.37);

— pentru asigurarea unei bune exploatări a instalaţiei, pe conducta de distribuţie se prevăd robinete de închidere care să permită scoaterea din funcţiune, în caz de defecţiune, numai a unor sectoare de instalaţie;

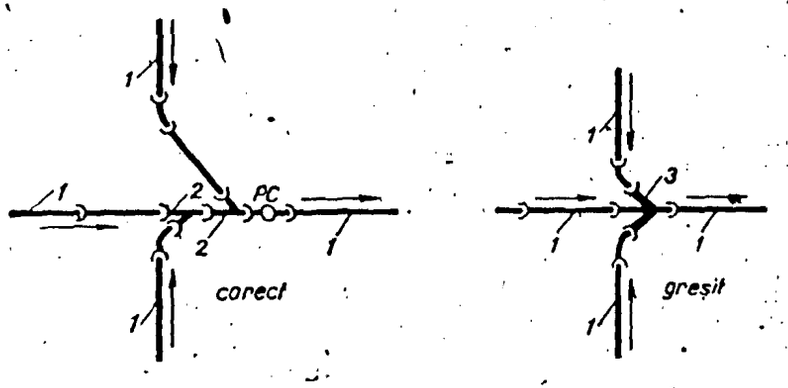


Fig. 1.40. Racordarea ramificațiilor la conducta colectoare de ape uzate cu suspensii:
1 — colector; 2 — ramificație simplă la 45°; 3 — ramificație dublă la 45°; P C — piesă de curățire.

— la baza coloanelor de apă rece și caldă se montează robinete de închidere cu descărcare, sau un robinet de închidere și un robinet (sau teu) de golire montat înaintea acestuia, pentru a fi asigurată izolarea și golirea coloanei în caz de defecțiuni;

— la intrarea în subsolul clădirii, pe conductele de distribuție de apă rece și caldă de consum se montează robinete de închidere;

— conductele de distribuție a apei reci și calde montate în subsol se izolează conform indicațiilor din tabelul 1.36.

Amplasarea colectoarelor de canalizare menajeră și canalizare meteorică. În interiorul clădirii, apele uzate menajere, respectiv meteorice, sînt colectate prin instalații de canalizare independente pînă la căminul de racord exterior.

Pentru clădirile de locuit care sînt proiectate cu subsol tehnic, colectoarele de canalizare se trasează pe planul subsol, paralel cu elementele de construcție, pornind de la baza coloanei celei mai îndepărtate pînă la căminul de racord, pe drumul cel mai scurt, preferîndu-se trasee rectilinii. La trasarea colectoarelor de canalizare se va ține seama de următoarele recomandări:

— colectoarele amplasate în subsolul clădirii se montează aparent, sub plafonul subsolului sau pe pereții acestuia, la o distanță de plafon impusă de grinzile cele mai înalte și de panta geometrică de montaj a conductei calculată în funcție de lungimea l și înălțimea Δh (v. fig. 1.38);

— racordarea coloanelor cu conducta colectoare se realizează cu curbe la 45° (fig. 1.39); se admite racordarea prin coturi la 90° numai în cazul apelor meteorice (ape fără suspensii);

— se evită montarea de ramificații duble pe conducte de colectare, deoarece nu se poate asigura panta corectă pe ambele ramuri ale ramificației, fiind favorizată și înfundarea colectorului în punctul respectiv (fig. 1.40);

— considerînd sensul de curgere al apei, pe colectorul de canalizare se prevăd piese de curățire după schimbări de direcție, după ramificații și pe trasee rectilinii lungi, la distanțele indicate în tabelul 1.39;

— trecerile prin fundațiile zidurilor interioare și ieșirea din clădire se execută perpendicular pe frontul acestora.

Tabelul 1.39

Distanțe de montare a pieselor de curățire la conductele orizontale de canalizare a apelor uzate, menajere, industriale și meteorice

Diametrul conductei mm	Distanțe între piesele de curățire, *m*		
	la ape industriale convențional curate și meteorice	la ape menajere	la ape foarte impurificate și cu suspensii mari și grele
50—70	15	6	5
100	20	12	8
125—200	20	20	15

1.2.7. Întocmirea schemei coloanelor

Schema coloanelor instalației interioare de alimentare cu apă și canalizare prezintă elementele necesare montării acestora pe verticală, precum și a legăturilor la acestea. Succesiunea operațiilor pentru întocmirea schemei coloanelor este următoarea:

— se reprezintă, la scara 1:50 pe verticală, nivelele clădirii, pe care se notează cotele față de cea a nivelului de referință (în general, cota ±0.00 la pardoseala parterului);

— se reprezintă desfășurat coloanele de canalizare și de alimentare cu apă; coloanele identice se desenează o singură dată și se notează deasupra coloanei respective elemente de identificare (numărul coloanelor pe care le reprezintă);

— în cadrul fiecărui nivel se reprezintă obiectele sanitare prin semne convenționale conform tabelului 1.34, la cotele verticale de montaj, conform tabelului 1.35;

— se reprezintă legăturile între obiectele sanitare și coloane, ținînd seama de soluțiile stabilite în detaliile grupurilor sanitare;

— pe coloanele de canalizare se reprezintă piesele de curățire, care se amplasează în mod obligatoriu la ultimul nivel, la parterul clădirii și la fiecare două nivele; piesele de curățire se montează la o înălțime de 0,6—0,8 m, măsurată de la nivelul pardoselii finite pînă la centrul capacului; pe coloanele care își schimbă poziția se vor prevedea piese de curățire la fiecare etaj la care coloana își schimbă poziția (fig. 1.41);

— se reprezintă coloanele de ventilare a rețelei de canalizare, care, în cazul clădirilor de locuit, sînt coloane de ventilare principală realizate prin

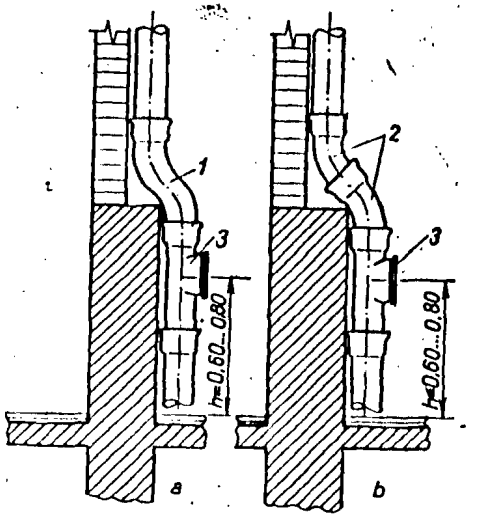


Fig. 1.41. Montarea piesei de curățire la schimbarea poziției coloanei de canalizare:
a — racordare cu o curbă etaj; *b* — idem, cu două curbe; *1* — curbă etaj; *2* — curbă; *3* — piesă de curățire.

prelungirea peste nivelul învelitorii clădirii a tuturor coloanelor de scurgere cu minimum 0,5 m; cotele de montare a conductelor de ventilare deasupra teraselor în vecinătatea ferestrelor sau a altor deschideri sînt indicate în tabelul 1.40;

Tabelul 1.40

Cotele de montare a conductelor de ventilare deasupra teraselor, în vecinătatea deschiderilor

Distanța orizontală a coloanei față de deschidere	Înălțimea minimă a gurii de aerisire deasupra deschiderii
pînă la 1 m	1,50 m
de la 1—2 m	1,30 m
2—3 m	1,00 m
3—4 m	0,70 m
peste 4 m	0,50 m

Este admisă legarea mai multor coloane de ventilare într-una singură

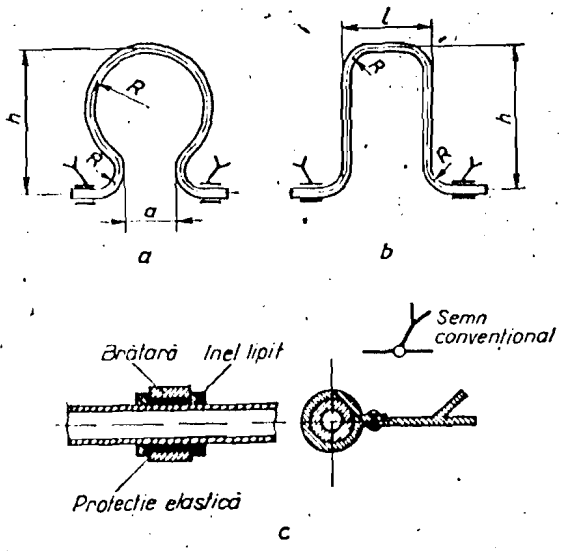


Fig. 1.42. Compensatoare de dilatare și puncte fixe montate pe coloanele din PVC de alimentare cu apă rece, respectiv canalizare:
a — compensator tip liră; *b* — compensator tip U; *c* — detaliu punct fix.

— se amplasează compensatoarele de dilatație și punctele fixe necesare pe coloanele de alimentare cu apă rece, respectiv de canalizare prevăzute a se executa din PVC. Tipurile și dimensiunile compensatoarelor de dilatare sînt redate în figura 1.42 și tabelul 1.41; modul de amplasare este indicat în figura 1.43 (normativ I. 1-72).

Tabelul 1.41

Compensatoare de dilatare din PVC. Dimensiuni

Diametrul exterior al țevii mm	Dimensiunile compensatoarelor liră, mm			Dimensiunile compensatoarelor U mm		
	R	*a*	*h*	*R*	*h*	*l*
12	50	40	200	50	200	170
16	50	40	220	65	220	200
20	60	40	260	80	260	230
25	75	50	280	100	280	250
32	100	64	320	130	320	300
40	120	80	400	160	400	370
50	150	100	500	200	500	460
63	190	130	630	250	630	580
75	225	150	750	300	750	700
90	270	180	900	360	900	840
110	330	320	1 140	450	1 250	1 140

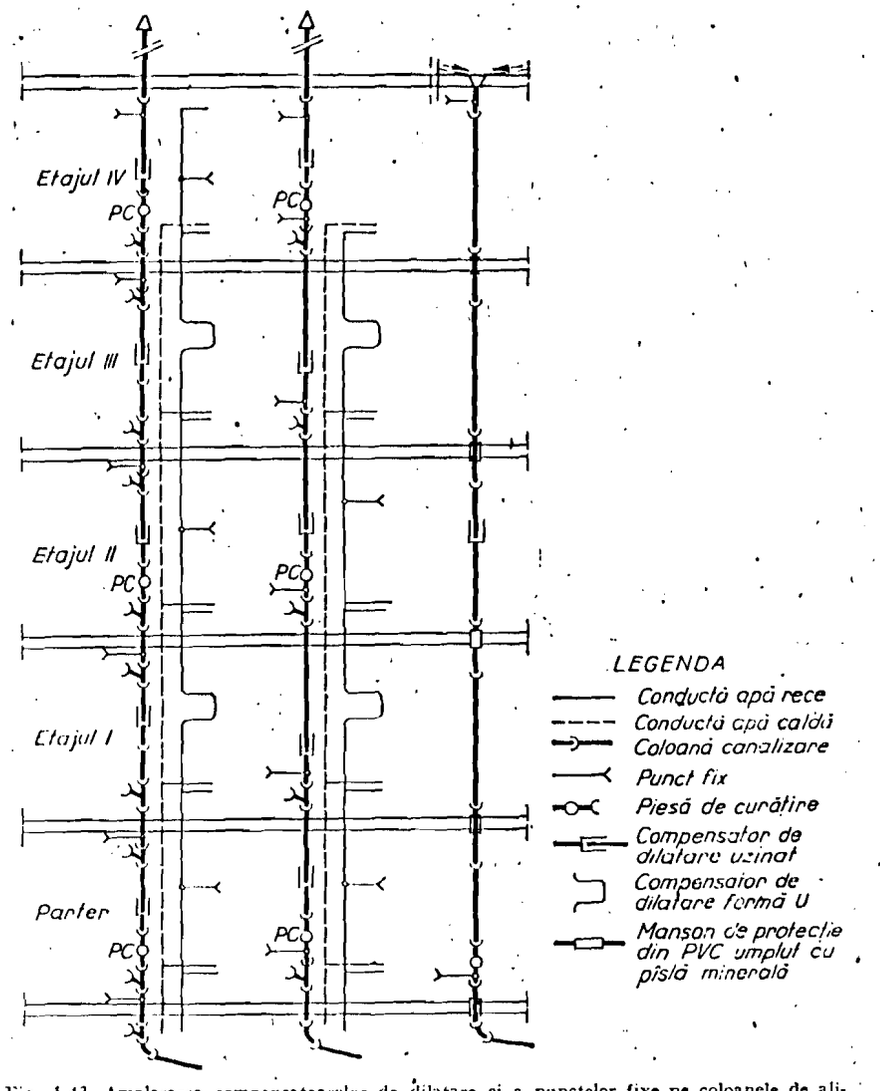


Fig. 1.43. Amplasarea compensatoarelor de dilatare şi a punctelor fixe pe coloanele de alimentare cu apă rece şi canalizare executate din PVC.

1.3. Instalaţii de alimentare cu apă rece şi caldă pentru consum menajer şi de canalizare în clădiri administrative şi social-culturale

1.3.1. Stabilirea tipurilor şi numărului obiectelor sanitare. Amplasarea obiectelor sanitare

În conformitate cu prevederile STAS 1478-84, în clădirile administrative şi social-culturale se prevăd grupuri sanitare separate pe sexe; în clădiri în care lucrează *max.* 15 persoane, se va prevedea un singur grup sanitar, comun pentru bărbaţi şi femei, prevăzut cu un lavoar, un closet şi un duş.

Amplasarea şi gruparea punctelor de consum al apei se vor face astfel încît să fie asigurate accesul şi folosirea uşoară, distanţa maximă admisibilă de parcurs pînă la grupurile sanitare fiind de 75 m, fără a se depăşi 4 m pe verticală. Grupurile sanitare vor fi amplasate, de regulă, la fiecare nivel al clădirii; în funcţie de numărul persoanelor care lucrează pe nivelul respectiv, se admite la clădiri administrative amplasarea grupurilor sanitare între două nivele.

Stabilirea felului şi numărului obiectelor sanitare se va face în funcţie de destinaţia clădirii, gradul de confort al acesteia şi de numărul n de persoane care le folosesc (tabel 1.42).

Conform STAS 1478-84, $n = b + f$, în care: b este numărul bărbaţilor; f — numărul femeilor.

Cantine şi restaurante. Se prevăd obiecte sanitare pentru personal şi pentru consumatori, amplasate în grupuri sanitare separate. Numărul şi tipul obiectelor sanitare necesare se stabilesc conform tabelului 1.42.

Grupurile sanitare pentru personal vor fi separate pe sexe, în cazul în care sînt mai mult de 15 persoane; în aceste grupuri se prevăd closete, pisoare, lavoare şi duşuri. Repartiţia pe sexe se consideră de 75% femei şi 25% bărbaţi. În grupul sanitar pentru femei se va prevedea o chiuvetă pentru curăţenie. Duşurile se pot amplasa lîngă vestiare, separat de grupurile sanitare, în care caz vor fi prevăzute cu un lavoar şi un closet pentru fiecare grup de 10 duşuri.

Pe lîngă obiectele necesare proceselor tehnologice din bucătării, grupuri de preparare, laboratoare de cofetărie etc., este necesar ca pentru asigurarea condiţiilor de igienă, în bucătării, laboratoare de cofetărie şi la distribuţia alimentelor să se găsească un lavoar pentru spălatul pe mîini. În bucătării, în încăperile de pregătire a alimentelor şi în încăperile de spălare a veselei şi tacîmurilor este obligatorie prevederea unui robinet dublu serviciu pentru racordarea unui furtun necesar la spălarea pardoselii.

Pentru consumatori se prevăd grupuri sanitare separate pe sexe, amplasate în general între intrare şi sala de mese. Se preferă ca accesul în grupurile sanitare să se facă din holuri şi nu direct din sala de mese.

Cămine pentru cazare. În această categorie sînt cuprinse: căminele studenţeşti sau pentru elevi, cazărmile militare, căminele muncitoreşti pentru nefamilişti etc.

Tabelul 1.42

Tipul și numărul obiectelor sanitare la diverse categorii de clădiri (STAS 1478-54)

Destinația clădirii	Closete		Pisoare	Căzi de baie	Fintini de băut apă	Băi pentru picioare		Lavoare		Dușuri		Repartiția pe sexe, %		Observații
	bărbați	femei				bărbați	femei	bărbați	femei	bărbați	femei	bărbați	femei	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Clădiri pentru birouri	$\frac{b}{90}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{b}{45}$	—	—	—	—	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	—	—	—	—	Repartiția pe sexe se stabilește prin nota de comandă
Cluburi cu săli de spectacole, teatre: — pentru spectatori	$\frac{b}{100}$	$\frac{f}{35}$	$\frac{b}{50}$	—	—	—	—	$\frac{b}{100}$	$\frac{f}{100}$	—	—	45	55	
— pentru artiști	$\frac{b}{60}$	$\frac{f}{20}$	$\frac{b}{30}$	—	—	—	—	$\frac{b}{20}$	$\frac{f}{20}$	$\frac{b}{5}$ sau $\frac{b}{10}$	$\frac{f}{5}$ sau $\frac{f}{10}$	50	50	Pentru dușuri cu cabine separate, cu dezbrăcare la fiecare duș se ia în calcul valoarea 5; pentru dușuri fără cabine separate, se ia în calcul valoarea 10
Cinematografe cu un număr de locuri de maximum:														
— 250	2	2	2	—	—	—	—	1	1	—	—			
— 500	2	3	2	—	—	—	—	1	1	—	—			
— 750	2	4	3	—	—	—	—	2	2	—	—	50	50	
— 1 000	3	5	3	—	—	—	—	2	2	—	—			
— 1 500	4	7	4	—	—	—	—	3	3	—	—			

Tabelul 1.42 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cantine restaurante: — pentru consumatori	$\frac{b}{180}$	$\frac{f}{60}$	$\frac{b}{90}$	—	$\frac{n}{250}$ dar *min* 1	—	—	$\frac{b}{30}$	$\frac{f}{30}$	—	—	50	50	*b*, *f* și *n* se referă la numărul de locuri la mese
— pentru personal	$\frac{b}{90}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{b}{45}$	—	—	—	—	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	25	75	
Clădiri pentru cazare:														
— cămine și internate având obiectele sanitare în grupuri sanitare	$\frac{b}{15}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{b}{20}$	—	—	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	$\frac{b}{7}$	$\frac{f}{7}$	$\frac{b}{15}$	$\frac{f}{15}$	—	—	
— cămine și internate cu lavoare în fiecare cameră	$\frac{b}{15}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{b}{20}$	—	—	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	$\frac{b}{30}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{b}{15}$	$\frac{f}{15}$	—	—	
— cămine și internate cu grupuri sanitare în cameră	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	—	—	—	—	—	$\frac{b}{6}$	$\frac{f}{6}$	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	—	—	
— hoteluri cu grupuri sanitare pe nivele și lavoare în camere	$\frac{b}{35}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{b}{20}$	—	—	—	—	$\frac{b}{30}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{b}{20}$	$\frac{f}{20}$	—	—	
	În afara camerelor de baie aferente camerelor de cazare, la fiecare nivel se prevede cîte un grup sanitar cu closet, lavoar și chiuvetă cu respectarea condițiilor de la pct. 1.3.1., separat pentru bărbați și femei													

Tabelul 1.42 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Grădinițe — pentru un nr. de copii de *max*:														Grupurile sanitare sînt comune pentru copii de ambele sexe
— 25	3		—	—	—	—	—	3		2		—	—	Cifrele se referă la un nivel al clădirii
— 50	5		—	—	—	—	—	5		4		—	—	Bateriile pentru duș trebuie să fie cu tub flexibil
— 75	8		—	—	—	—	—	8		6		—	—	La oficiu se prevede un spălător
— 100	10		—	—	—	—	—	10		8		—	—	La cabinetul medical se prevede un lavoar
— 150	15		—	—	—	—	—	15		11		—	—	
— 200	20		—	—	—	—	—	20		15		—	—	
— 250	22		—	—	—	—	—	22		17		—	—	
— 300	25	$\frac{f}{40}$	—	—	—	—	—	25	$\frac{f}{40}$	20	$\frac{f}{40}$	—	—	
— pentru personal	—		—	—	—	—	—	—		—		—	—	
Spitale: — pentru personal	$\frac{b}{90}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{b}{45}$	—	—	—	—	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	—	—	Pentru medici se prevede cîte un grup sanitar dotat cu closet, lavoar și duș, separat pentru bărbați și femei, la fiecare nivel. Repartiția pe sexe se stabilește prin nota de comandă
— pentru bolnavi	Dotarea cu obiecte sanitare se face prin nota de comandă													
Creșe: — pentru personal	—	$\frac{f}{40}$	—	—	—	—	—	—	$\frac{f}{40}$	—	$\frac{f}{10}$	—	—	
— pentru copii	Dotarea cu obiecte sanitare se face prin nota de comandă													
Băi publice: — pentru public	$\frac{b}{100}$	$\frac{f}{35}$	$\frac{b}{50}$	—	—	—	—	$\frac{b}{50}$	$\frac{f}{50}$	—	—	—	—	Numărul căzilor de baie și al dușurilor, precum și repartiția pe sexe se fixează prin nota de comandă
— pentru personal	$\frac{b}{90}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{b}{45}$	—	—	—	—	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	—	—	—	—	

Tabelul 1.42 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Institute de învățămînt superior, școli: — pentru un număr de elevi de *max*:														Valorile înscrise sînt valabile pentru elevi de același sex, pentru același grup sanitar
— 50	2	5	3	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	
— 100	3	8	5	—	2	—	—	2	2	—	—	—	—	
— 200	4	13	9	—	3	—	—	3	3	—	—	—	—	
— 400	6	20	14	—	4	—	—	4	4	—	—	—	—	
— 600	8	25	17	—	5	—	—	5	5	—	—	—	—	
— 1 000	10	30	20	—	6	—	—	6	6	—	—	—	—	
— săli de gimnastică și ateliere de școală	$\frac{b}{60}$	$\frac{f}{20}$	$\frac{b}{30}$	—	$\frac{n}{50}$	—	—	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	—	—	
— pentru cadre didactice și personal administrativ	$\frac{b}{60}$	$\frac{f}{20}$	$\frac{b}{30}$	—	—	—	—	$\frac{b}{25}$	$\frac{f}{25}$	—	—	—	—	Repartiția pe sexe se stabilește prin nota de comandă
Săli și terenuri de sport, stadioane: — pentru un număr de locuri de *max*:														La stabilirea numărului de dușuri se ține seama de felulactivității sportive, durata de efectuare a dușului, precum și de felul cabinelor de dezbrăcare (individuale sau comune)
— 1 000	4	2	6	—	3	—	—	2	2	—	—	70	30	
— 5 000	10	3	24	—	9	—	—	3	3	—	—	70	30	
— 20 000	30	10	83	—	27	—	—	9	8	—	—	70	30	
— 60 000	75	25	180	—	66	—	—	21	15	—	—	70	30	
— 80 000	90	30	220	—	80	—	—	24	18	—	—	70	30	
— pentru sportivi	$\frac{b}{70}$	$\frac{f}{25}$	$\frac{b}{30}$	—	$\frac{n}{50}$	$\frac{b}{40}$	$\frac{f}{40}$	$\frac{b}{10}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{b}{5 \ldots 12}$	$\frac{f}{5 \ldots 12}$	55	45	
Gări (la traficul zilnic de călători)	$\frac{b}{900}$	$\frac{f}{300}$	$\frac{b}{450}$	—	$\frac{n}{1\,500}$	—	—	$\frac{b}{800}$	$\frac{f}{800}$	—	—	50	50	

Tabelul 1.42 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fabrici, ateliere, unităţi de prestaţie: — pentru un număr de muncitori într-un schimb de *max*:														Cifrele se referă la numărul muncitorilor de acelaşi sex, pentru un grup sanitar
— 25	1	2	1	—	1	—	—					—	—	
— — — 50	2	3	2	—	1	—	—					—	—	
— — — 75	3	4	2	—	2	—	—					—	—	
— — — 100	4	5	3	—	2	—	—					—	—	
— — — 150	5	6	5	—	3	—	—					—	—	
— — — 200	6	8	5	—	4	—	—					—	—	
— — — 300	8	10	7	—	5	—	—					—	—	
— — — 400	9	12	8	—	6	—	—					—	—	
— — — 500	11	14	9	—	7	—	—					—	—	
— — — 650	13	16	10	—	8	—	—					—	—	
— — — 800	14	18	12	—	10	—	—					—	—	
— — — 1 000	16	20	13	—	11	—	—					—	—	

Conform tabelului 1.43

OBSERVAŢII:

1. Pentru clădiri cu destinaţie specială, neasimilabile uneia din categoriile din tabelul 1.42 determinarea felului şi numărului obiectelor sanitare se face pe baza indicaţiilor din nota de comandă.

2. Prin nota de comandă se poate stabili o altă repartiţie pe sexe a persoanelor, în funcţie de specificul funcţional al clădirii.

3. Pentru un număr intermediar de persoane, numărul obiectelor sanitare se calculează prin interpolare liniară.

4. Pentru un număr mai mare de persoane, numărul obiectelor sanitare se determină prin extrapolare, păstrîndu-se proporţionalitatea corespunzătoare celui mai mare număr de persoane înscris în tabelul 1.42.

5. Pentru un număr mai mic de persoane, numărul obiectelor sanitare se determină prin extrapolare, păstrîndu-se proporţionalitatea corespunzătoare celui mai mic număr de persoane înscris în tabelul 1.42, numărul minim de obiecte fiind 1.

6. În cazurile în care grupurile de duşuri sînt montate separat de closete, se prevede în plus cîte un closet la fiecare 10 duşuri.

7. În cazurile în care grupurile de closete sînt montate separat de grupurile de lavoare, se prevede suplimentar cîte un lavoar pentru fiecare 10 closete, dar minimum 1 lavoar, la un grup de closete.

8. La fiecare nivel al clădirilor — cu excepţia celor de locuit — se prevede o chiuvetă care se amplasează în grupul sanitar sau într-o încăpere destinată materialului gospodăresc. La clădiri de locuit se recomandă să se prevadă chiuvete cu apă rece şi caldă — cîte o chiuvetă la 4 sau 5 nivele — pentru întreţinerea părţilor comune.

9. În camerele de colectare a gunoiului se prevede cîte o chiuvetă cu robinete dublu serviciu pentru apă rece şi caldă.

10. În întreprinderi cu peste 100 femei pe schimb, se amplasează la vestiare încăperi destinate igienei intime a femeii. Aceste încăperi se prevăd cu instalaţii de spălare cu jet ascendent sau duş mobil, cu apă rece şi caldă; de la 500 femei în sus, o astfel de instalaţie completată cu cîte un lavoar şi un closet se prevede la fiecare 300 femei.

Numărul şi tipul obiectelor sanitare necesare se stabilesc conform tabelului 1.42. Obiectele sanitare se pot amplasa:

— într-un grup sanitar cuprinzînd lavoar, closet şi baie, pe lîngă fiecare cameră (în locul băii se poate prevedea un duş);

— într-un grup sanitar comun pentru două sau mai multe camere de cazare.

În căminele pentru studenţi se pot prevedea lavoare fie în fiecare cameră (dotare superioară), fie cîte un lavoar pentru 30 persoane, amplasat într-un grup sanitar comun.

Cînd camerele de baie din căminele de cazare pentru nefamilişti sînt prevăzute numai cu duş, se prevede şi cîte o spălătorie la fiecare nivel sau la 2 nivele, dotată cu cadă şi cazan cu cotlon pentru fiert rufe.

În grupurile sanitare comune ale căminelor se prevăd şi băiţe de picioare (uneori, acestea se înlocuiesc cu o rigolă ridicată cu 30—40 cm de la pardoseală, prevăzută cu baterii amestecătoare de apă rece şi caldă şi cu un sifon comun).

Hoteluri. Acestea pot avea încăperi cu diferite grade de dotare, astfel că grupul sanitar de la fiecare nivel se va dota în funcţie de numărul de paturi din încăperile fără camere de baie.

Grupurile sanitare se pot amplasa pe nivele sau pe lîngă fiecare cameră. Numărul şi tipurile obiectelor sanitare se determină conform tabelului 1.42.

În hotelurile cu un grad de confort sporit, lîngă fiecare cameră de cazare sau apartament se prevede o cameră de baie dotată cu closet, lavoar, cadă de baie şi bideu (de preferat cu jet ascendent); de asemenea, la fiecare nivel se va prevedea cîte un grup sanitar dotat cu closet, lavoar şi chiuvetă pentru curăţenie, cu condiţia ca distanţa maximă pînă la acest grup să nu depăşească 75 m.

Grupurile sanitare pe nivele se dotează cu closete, pisoare, lavoare, duşuri şi căzi de baie. Pe fiecare nivel se va prevedea şi cîte o cameră de curăţenie, dotată cu o chiuvetă.

Cămine şi creşe pentru copii. Grupurile sanitare comune pentru copiii de ambele sexe vor fi prevăzute cu closete, lavoare şi căzi de baie.

În grupul sanitar de la creşe este necesar să se prevadă un vidoar pentru golit şi spălat oliţele şi o chiuvetă pentru curăţenie.

Pentru căminele de copii cu program normal sau redus nu vor fi prevăzute cu căzi de baie.

Pentru personalul creşelor sau căminelor săptămînale se va prevedea la vestiar un grup sanitar dotat cu duş, lavoar şi closet. Duşul poate lipsi de la căminele cu program normal sau redus.

Camerele de consultare sau cabinetele medicale se vor prevedea cu un lavoar.

Numărul şi felul obiectelor sanitare se stabilesc conform tabelului 1.42.

Şcoli. Determinarea tipurilor şi numărului obiectelor sanitare se va face pentru fiecare corp de clădire separat şi chiar pentru fiecare dintre părţile aceleiaşi clădiri care nu comunică direct între ele şi nu pentru un întreg ansamblu, pentru a se evita subdimensionările.

Pentru grupurile sanitare de pe lîngă sălile de gimnastică și ateliere este obligatorie alimentarea cu apă caldă menajeră, deci obiectele sanitare destinate igienei se vor prevedea cu baterii de apă rece și caldă.

Numărul și tipul obiectelor sanitare se stabilesc conform tabelului 1.42.

Pentru determinarea corectă a numărului și tipurilor obiectelor sanitare se va ține seama pentru fiecare tip de școală de proporția între sexe.

În grupurile sanitare se vor prevedea chiuvete pentru curățenie, fie în camerele de materiale pentru curățenie (cazul școlilor numai pentru elevi), fie în grupurile sanitare pentru eleve sau profesoare.

Clădiri pentru birouri. În acest caz se consideră o repartiție pe sexe de 50%, iar grupurile sanitare cuprind closete, pisoare și lavoare.

Numărul și felul obiectelor sanitare se determină conform tabelului 1.42.

Cluburi cu săli de spectacole și teatre. Se prevăd grupuri sanitare pentru spectatori (cu closete, pisoare și lavoare) și grupuri sanitare pentru artiști (cu closete, pisoare, lavoare și dușuri).

Grupurile sanitare pentru artiști pot fi prevăzute fie cu closet, lavoar și duș în cazul unui confort sporit, fie numai cu lavoar.

Dușurile pentru cabinele de actori sau sălile de repetiție se vor prevedea fie cu cabine individuale, în care se face și dezbrăcarea, fie cu o încăpere comună de dezbrăcare; în primul caz se vor considera maximum cinci persoane pentru un duș, iar în cel de al doilea, maximum 10 persoane. Soluția cu cabine individuale se va aplica pentru grupul de dușuri de pe lîngă cabinele de actori, iar aceea cu încăperi comune, pentru sălile de repetiție, de dans, de cor etc.

La cluburile cu săli de spectacole prevăzute cu bufete, acestea vor fi asigurate cu spălător dublu cu uscător și chiuvete pentru curățenie; atît spălătorul cît și chiuveta vor avea baterii amestecătoare de apă rece și caldă.

În cazul cluburilor cu peste 600 locuri prevăzute cu cabină de proiecție, la acestea se va prevedea un closet, un lavoar și eventual un duș. Dacă pe același nivel cu cabina de proiecție nu se amplasează un grup sanitar, chiar în cazul cluburilor cu mai puțin de 800 de locuri se va prevedea un grup sanitar cu closet și lavoar.

În încăperea tampon de la camera de acumulatoare se va prevedea o chiuvetă.

Numărul și felul obiectelor sanitare se determină conform tabelului 1.42.

Cinematografe. Pentru public se vor prevedea grupuri sanitare separate, pe sexe, cuprinzînd closete, pisoare și lavoare.

Pentru cinematografe cu mai mult de 750 locuri, avînd două nivele, se vor prevedea grupuri sanitare la fiecare nivel. În grupul sanitar pentru femei se va prevedea și o chiuvetă pentru curățenie.

Bufetul va fi prevăzut cu un spălător cu uscător și o chiuvetă pentru curățenie în cazul în care distanța la grupul sanitar pentru spectatori, prevăzut cu chiuvetă, este mai mare decît 25 m.

Numărul și felul obiectelor sanitare se vor stabili conform tabelului 1.42.

Spitale. Dotarea cu obiecte sanitare a camerelor pentru bolnavi se va face conform temei de proiectare.

În cele ce urmează nu se analizează problema dotării spitalelor cu obiecte sanitare necesare pentru sălile de operații, de tratamente, laboratoare etc.,

ci numai dotarea cu obiecte sanitare legate de nevoile fiziologice și igienice normale.

Pe fiecare nivel se va prevedea cîte o cameră cu materiale de curățenie, dotată cu o chiuvetă prevăzută cu baterie cu apă rece și caldă; distanța maximă între două camere de materiale de curățenie nu trebuie să depășească 75 m.

În cazul în care se prevăd oficii de distribuire a mîncărurilor sau pentru alte servicii legate de alimentație, acestea se vor dota cu cîte un spălător dublu cu uscător, precum și cu cele necesare pentru încălzit sau fiert mîncarea.

Numărul și tipurile obiectelor sanitare se vor stabili conform tabelului 1.42.

Băi publice. Se prevăd grupuri sanitare pentru public și pentru personalul de deservire. Numărul și felul obiectelor sanitare se stabilesc conform tabelului 1.42.

Terenuri de sport și stadioane, Grupurile sanitare pentru sportivi se prevăd separat de cele pentru spectatori.

Numărul de obiecte sanitare pentru ambele sexe se stabilește pentru o proporție între sexe de 70% bărbați și 30% femei.

Numărul de dușuri pentru sportivi trebuie diferențiat în funcție de felul activității sportive, de modul în care se face dezbrăcarea, în cabine separate sau în comun, și de durata de utilizare a dușurilor, care poate fi de 30—45 min, neadmițîndu-se depășirea acestor limite; în general; durata de 45 min se va adopta pentru cabinele individuale.

Numărul și tipurile obiectelor sanitare se stabilesc conform tabelului 1.42.

Gări de călători. Dotarea cu obiecte sanitare depinde de mărimea traficului de călători în 24 h, considerîndu-se egală ca repartiție pe sexe.

Pentru personalul gărilor, numărul obiectelor sanitare se va stabili prin asimilare cu clădirile pentru birouri; în cazul în care se prevăd apartamente pentru personal, acestea se vor dota cu grupuri sanitare similare cu cele din clădirile de locuit.

Numărul și tipurile obiectelor sanitare se determină conform tabelului 1.42.

La amplasarea obiectelor sanitare vor fi respectate prevederile STAS 1504-85 (tabel 1.35).

Metoda logică de lucru indicată la pct. 1.2 este valabilă și pentru această categorie de clădiri.

1.3.2. Întocmirea detaliilor pentru grupurile sanitare

În cazul clădirilor administrative și social-culturale, planurile de arhitectură pentru diferitele nivele ale construcției nu sînt identice, datorită unei varietăți mari de funcționalități a încăperilor.

Soluțiile de echipare cu obiecte a grupurilor sanitare de la diferite nivele diferă și nu mai este posibilă o tipizare a legăturilor de la obiecte la coloane.

Pentru aceste clădiri, pe planurile fiecărui nivel, la scara 1:50, sînt indicate pozițiile coloanelor, legăturile de alimentare cu apă și canalizare de la obiecte la coloană și armăturile respective. Coloanele vor fi numerotate pentru identificare și vor fi reprezentate pe toate planurile de nivel.

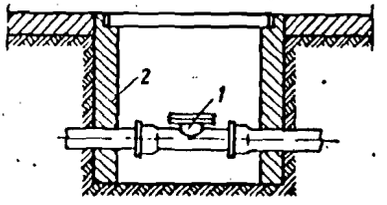


Fig. 1.44. Piesă de curățire montată în cămin de vizitare:
1 — piesă de curățire; 2 — cămin.

La cămine pentru cazare și hoteluri, unde soluțiile de amplasare a grupurilor sanitare respectă condiții identice cu cele pentru clădiri de locuit, se vor întocmi detalii la scara 1: 10 sau 1: 20.

1.3.3. Amplasarea rețelelor de distribuție a apei reci, a apei calde de consum; canalizare menajeră și canalizare meteorică

În funcție de particularitățile constructive, de arhitectură și funcționale, pentru trasarea conductelor de distribuție și a colectoarelor de canalizare există mai multe posibilități și anume:

— în cazul în care clădirea are subsol sau canal tehnic, conductele de poziționează conform indicațiilor de la punctul 1.2;

— în cazul în care clădirea nu are subsol sau canal tehnic, conductele de distribuție pentru apa rece și caldă se amplasează la plafonul parterului mascat în rabiț, grinzi, planșee etc.) sau la un nivel superior, în încăperi care nu impun condiții speciale de ordin estetic: conductele colectoare de canalizare menajeră se amplasează îngropat, sub pardoseala parterului, prevăzîndu-se dopuri de curățire sau piese de curățire amplasate în cămine de vizitare în toate punctele care prezintă pericol de înfundare (fig. 1.44).

Este interzisă montarea îngropată direct în pămînt, sub pardoseala parterului, a conductelor de alimentare cu apă rece și caldă, indiferent de natura terenului de fundare a clădirii. În terenuri de fundare normale, colectoarele de canalizare pot fi montate îngropat direct în pămînt sub clădire. În terenuri sensibile la umezire (macroporice) se interzice montarea îngropată direct în pămînt sub pardoseala parterului a conductelor de canalizare.

1.3.4. Întocmirea schemei coloanelor

Pentru întocmirea schemei coloanelor se procedează conform indicațiilor de la punctul 1.2, cu precizarea că în cazul clădirilor administrative și social-culturale nu mai există coloane caracteristice. Este necesară reprezentarea tuturor coloanelor de alimentare cu apă și canalizare și sistemul de ventilare al instalației de canalizare.

1.4. Instalații de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer și de canalizare în anexele sociale ale clădirilor industriale

Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare din clădirile industriale în care activează un număr mare de persoane se face ținînd seamă de caracteristicile proceselor tehnologice, conform tabelelor 1.42 și 1.43.

1.4.1. Amplasarea obiectelor sanitare în anexele sociale ale clădirilor industriale

Amplasarea punctelor de consum al apei se va face astfel încît să fie asigurate accesul și folosirea ușoară, distanța maximă admisibilă de parcurs pînă la grupurile sanitare fiind de 75 m, fără a depăși 4 m pe verticală. Amplasarea obiectelor sanitare în grupurile sanitare se face respectînd distanțele recomandate în tabelul 1.35.

Ținînd seama că în anexele sociale grupurile sanitare sînt dotate cu un număr mare de obiecte, se fac următoarele precizări:

— în cazurile în care grupurile de dușuri sînt montate separat de closete, se va prevedea în plus cîte un closet la fiecare 10 dușuri;

— în cazurile în care grupurile de closete sînt montate separat de grupurile de lavoare, se va prevedea suplimentar cîte un lavoar la un grup de 10 closete, dar minimum un lavoar la un grup de closete;

— în întreprinderi cu peste 100 de femei pe schimb, se vor amenaja la vestiare încăperi destinate igienei intime a femeilor. Aceste încăperi vor fi prevăzute cu instalații de spălare cu jet ascendent sau duș mobil, cu apă rece și caldă; de la 500 de femei în sus, o astfel de instalație completată cu cîte un lavoar și un closet se va prevedea la fiecare 300 de femei.

1.4.2. Amplasarea rețelelor de distribuție a apei reci, a apei calde de consum, canalizare menajeră și canalizare meteorică

La trasarea rețelelor de alimentare cu apă rece, caldă și de canalizare, ținînd seama de amplasarea coloanelor respective și de poziția rețelelor uzinale de alimentare cu apă și canalizare se stabilesc trasee cît mai scurte. Clădirile anexelor fiind construcții lungi, amplasate de obicei pe una dintre laturile halelor industriale, pot avea mai multe puncte de racord, atît pentru alimentarea cu apă cît și pentru canalizare.

Alimentarea cu apă se poate face și prin racordare la inelele de apă prevăzute în hala industrială.

În general, conductele principale de distribuție se amplasează la plafonul parterului.

Conductele de scurgere se montează în pămînt, sub pardoseala parterului, cu pante spre căminul de racord exterior, în cazul clădirilor amplasate pe terenuri normale.

În cazul amplasării în terenuri macroporice, conductele de canalizare vor fi amplasate în canale executate sub pardoseala parterului, acoperite cu dale demontabile și prevăzute cu cămine de control, conform prevederilor normativului P 7-77.

Tabelul 1.43

Numărul de lavoare sau locuri de spălare a mîinilor şi de duşuri pentru clădiri industriale, în funcţie de categoria procesului tehnologic

Grupa procesului tehnologic	Caracteristica proceselor tehnologice	Numărul de muncitori la un lavoar sau un loc de spălare	Numărul de muncitori la un duş
1	2	3	4
I	Procese tehnologice ce se desfăşoară în condiţii de contact cu praful, dar fără degajare de substanţe chimice, fără contact cu produse iritante asupra pielii:		
a	— care produc murdărirea mîinilor (de ex.: prelucrarea la rece a metalelor, croitorie, tricotaje, asamblare mecanică etc.)	35	40
I b	— care produc murdărirea mîinilor şi corpului (de ex.: lucrări de reparaţii sau întreţinere a maşinilor şi utilajelor etc.)	20	30
II	Procese tehnologice care au loc în condiţii de microclimat nefavorabil:		
II a	— cu temperatură ridicată şi radiaţii calorice (de ex. cuptoare Siemens-Martin, laminoare, forje, tratamente termice)	10	12
II b	— cu temperatură scăzută (de ex.: muncă de exterior, în instalaţiile frigorifice)	10	12
II c	— cu folosirea unei cantităţi de apă în procesul tehnologic (de ex.: procese la ateliere umede, spălătorii)	10	12
III	Procese de muncă ce se desfăşoară în condiţii de degajare de praf, fără alte substanţe chimice sau produse iritante asupra pielii:		
III a	— cu degajare medie şi mare de praf (de ex.: turnătorii, fabricarea materialelor de construcţii, industria inului şi a cînepii, fabrici de ciment etc.)	25	12
III b	— cu degajare intensivă de negru de fum, cu praf de gudron, cu praf de cărbune (de ex.: fabricarea şi manipularea negrului de fum, a gudroanelor, exploatări miniere de cărbune etc.)	25	10
IV	Procese de muncă ce au loc în condiţii de contact cu substanţe toxice:		
IV a	— cu acţiune iritantă asupra pielii prin contact direct (de ex: contact cutanat permanent cu acizi, reactivi, materii corosive, crom etc.)	25	12
IV b	— cu acţiune toxică generală (de ex.: prelucrarea plumbului, mediu de lucru cu nitro şi aminoderivaţi ai hidrocarburilor aromatice, mercur, alte metale grele etc.)	25	10
IV c	— gaze şi vapori care pot produce intoxicaţii acute (de ex.: locuri de muncă avînd risc de intoxicaţie cu clor, acid cianhidric şi compuşi cianici, benzen, gaze iritante respiratorii etc.)	25	10
V	Procese de muncă unde se manipulează sau prelucrează materiale infectate (de ex.: materiale biologice infectate etc.)	10	8
VI	Procese tehnologice care necesită un regim special pentru asigurarea calităţii producţiei:		

Tabelul 1.43 *(continuare)*

1	2	3	4
VI a	— legate de prelucrarea produselor alimentare (de ex.: procese tehnologice din fabricile de pîine, laboratoare de cofetărie, combinate de carne, bucătării etc.)	25	12
VI b	— legate de producţia medicamentelor, produselor biologice şi materialelor sanitare (de ex.: producţia medicamentelor, pansamentelor, serurilor, vaccinurilor etc.)	20	10

OBSERVAŢII

1. Prin numărul muncitorilor la un obiect se înţelege numărul muncitorilor de acelaşi sex dintr-un schimb.
2. Lavoarele sau locurile de spălare aferente vestiarelor se prevăd cu apă rece şi caldă.
3. Duşuri se prevăd numai pentru persoane care lucrează direct în procesul de producţie.
4. Pentru grupa I a procesului tehnologic, necesitatea prevederii duşurilor se stabileşte prin notă de comandă.
5. Lavoare sau locuri de spălare se prevăd pentru toate persoanele care nu folosesc duşurile.
6. Numărul lavoarelor şi duşurilor se stabileşte în raport cu schimbul cu numărul maxim.

2

Proiectarea instalaţiilor interioare de alimentare cu apă rece şi caldă pentru consum menajer

2.1. Elemente generale

2.1.1. Necesarurile specifice de apă rece şi caldă pentru consum menajer, funcţie de destinaţiile clădirilor

Necesarurile specifice de apă rece şi caldă pentru consum menajer, exprimate în l/om-zi, sint normate în STAS 1478-84 şi redate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Necesarurile specifice de apă rece şi caldă în funcţie de destinaţiile clădirilor (STAS 1478-84)

Destinaţia clădirii	Necesar specific, în l		
	Total apă	din care apă caldă	
		de 60°C	de 45°C[1])
1	2	3	4
Clădiri de locuit (pentru o persoană pe zi)			
a) în cazul preparării centrale a apei calde:			
— apartament cu closet, lavoare, cadă de baie şi spălător	280	110	90
apartament cu closet, lavoare, cadă de duş şi spălător	200	80	65
b) în cazul preparării locale a apei calde:			
— în cazane funcţionînd cu lemne, cărbuni sau combustibil lichid	140	55	45
în cazane funcţionînd cu gaze sau în încălzitoare electrice	170	60	50
Clădiri pentru birouri (pentru un funcţionar pe schimb)	20	5	4

Tabelul 2.1 *(continuare)*

1	2	3	4
Cluburi, case de cultură şi teatre			
a) cu prepararea centrală a apei calde:			
— actori (pentru o persoană pe zi)	35	15	12
— spectatori, vizitatori (pentru un loc pe zi)	12	—	
b) fără apă caldă			
— actori (pentru o persoană pe zi)	25	—	
— spectatori, vizitatori (pentru un loc pe zi)	12	—	
Cinematografe (pentru un loc pe zi)	5	—	—
Cantine, restaurante, bufete (pentru o singură masă servită o singură dată, la priuz)			
— bufete	13	6	9
— cantine şi restaurante	22	10	14
— cantine şi restaurante (pentru o persoană trei mese pe zi)	44	20	28
Cămine (pentru un ocupant pe zi)			
— cu obiecte sanitare în grupuri sanitare comune	80	40	33
— cu lavoare în camere	90	50	40
— cu grupuri sanitare în camere	170	60	50
Internate şcolare (pentru un ocupant pe zi)			
— cu obiecte sanitare în grupuri sanitare comune	70	30	25
— cu lavoare în cameră	80	40	33
Hoteluri şi pensiuni (pentru un pasager pe zi)			
— cu duşuri sau căzi de baie în grupuri sanitare comune (hoteluri categoria a II-a)	110	60	50
— cu duşuri în grupuri sanitare în camere (hoteluri categoria I B)	150	80	65
— cu căzi de baie în grupuri sanitare în cameră (hoteluri categoria I A)	200	100	80
Creşe, grădiniţe cu internat (pentru un copil pe zi)	100	50	40
Grădiniţe cu copii externi (pentru un copil pe schimb)	20	8	6
Spitale, sanatorii, case de odihnă (pentru un bolnav pe zi)			
— cu căzi de baie şi duşuri în grupuri sanitare	235	115	95
— cu cadă de baie în fiecare cameră pentru bolnavi	325	165	135
— cu cadă de baie în fiecare cameră pentru tratamente balneologice	425	225	185
Dispensare, policlinici (pentru un bolnav pe zi)	15	3	2,5
Băi publice (pentru o persoană)			
— cu duşuri	60	30	43
— cu căzi de baie	200	100	140
Şcoli (pentru un elev pe program) fără duşuri sau băi	20	5	4
Terenuri de sport, stadioane, pentru o manifestare sportivă			
— pentru un spectator	6	—	—
— pentru un sportiv	50	20	28

Tabelul 2.1 (continuare)

1	2	3	4
Gări (pentru o persoană din traficul zilnic)	5	—	—
Spălătorii (pentru un kilogram de rufe uscate)			
— cu spălare manuală	35	20	28
— cu spălare semimecanizată	45	25	35
— cu spălare mecanizată	55	30	43
Secții de spălare din garaje (pentru un vehicul pe schimb)			
— autoturisme	300	—	—
autocamioane	500	—	—
Întreprinderi industriale (pentru un muncitor pe schimb) cu procese tehnologice din grupa:			
I	50	20	28
II	60	25	35
III a)	60	25	35
b)	75	30	43
IV	75	30	43
V	85	40	57
VI a)	60	25	35
b)	75	30	43

[1] Apa caldă de 45°C este preparată cu ajutorul energiei solare, pentru perioada caldă a anului

Datele din tabelul 2.1 se iau în considerare la calculul necesarului de căldură și de combustibil pentru prepararea apei calde de consum și la stabilirea capacității rezervoarelor de acumulare. Cu privire la datele din tabelul 2.1 se fac următoarele precizări:

— durata efectivă a perioadei de consum, în ore, se stabilește pentru fiecare caz în parte, în funcție de regimul de funcționare a instalațiilor de apă din clădirea respectivă;

— durata maximă de utilizare a dușurilor și lavoarelor în vestiarele întreprinderilor industriale este de 45 min pentru fiecare schimb.

2.1.2. Debite specifice, presiuni normale de utilizare, echivalenți de debit

Debitul specific de calcul al unei armături (punct de consum) care se mai numește și consum specific, este un debit convențional exprimat în l/s și considerat normal pentru o anumită întrebuințare a apei.

Presiunea normală de utilizare este presiunea disponibilă la armătură (punct de consum), care asigură ieșirea apei cu o viteză corespunzătoare debitului specific.

Echivalentul de debit al unei armături pentru un obiect sanitar se definește ca raportul între debitul specific al armăturii respective și un debit specific $q_{sa} = 0{,}20$ l/s, ales convențional ca unitate de măsură

$$e = \frac{q_s}{q_{sa}} = \frac{q_s}{0{,}20}. \qquad (2.1)$$

În tabelul 2.2 sînt date: debitele specifice de apă rece și caldă, echivalenții de debit și presiunile normale de utilizare pentru robinetele și bateriile de alimentare cu apă pentru consum menajer.

Tabelul 2.2

Debitele specifice de apă rece și caldă în scopuri menajere și igienice, diametrele conductelor de legătură, echivalenții de debit și presiunile normale de utilizare la punctele de consum (STAS 1478-84)

Denumirea punctului de consum	Debit specific		Presiunea normală de utilizare H_u, mH$_2$O
	echivalenți	debit specific l/s	
1	2	3	4
a) Baterii pentru:			
spălător *Dn* 15 sau chiuvetă *Dn* 15	1,00	0,20	2
spălător *Dn* 20	1,50	0,30	2
cazane de baie *Dn* 15	1,00	0,20	3
baie *Dn* 15 la prepararea centrală a apei calde	1,00	0,20	3
duș flexibil *Dn* 15	0,50	0,10	3
baie *Dn* 20 (pentru tratamente)	1,50	0,30	3
duș *Dn* 15	1,00	0,20	3
albie de spălat rufe *Dn* 15	1,00	0,20	2
baie de picioare *Dn* 15	0,50	0,10	2
lavoar *Dn* 15	0,35	0,07	2
spălător circular *Dn* 15	0,50	0,10	2
b) Robinete pentru:			
spălător *Dn* 15	1,00	0,20	2
spălător *Dn* 20	1,50	0,30	2
chiuvetă *Dn* 15	1,00	0,20	2
albie de spălat rufe *Dn* 15	1,00	0,20	2
cazan de fiert rufe *Dn* 15	1,00	0,20	2
încălzitor de apă cu gaze *Dn* 15	1,00	0,20	3,5* *min*
marmită *Dn* 15	1,00	0,20	2
rezervor de pisoar *Dn* 15	1,00	0,20	2
pisoar individual *Dn* 10	0,17	0,035	2
spălător circular *Dn* 15	0,35	0,07	2
baie de picioare *Dn* 15	0,35	0,07	2
lavoar *Dn* 15	0,35	0,07	2
bideu *Dn* 15	0,35	0,07	2
rezervor de closet *Dn* 10	0,50	0,10	2
spălarea closetului sub presiune *Dn* 15	6,00	1,20	6
fîntînă de băut apă	0,17	0,035	2
hidrant de stropit *Dn* 20	3,00	0,60	10**
hidrant de stropit *Dn* 25	4,00	0,80	2
robinet dublu sau simplu serviciu *Dn* 10	0,50	0,10	2
robinet dublu sau simplu serviciu *Dn* 15	1,00	0,20	2
robinet dublu sau simplu serviciu *Dn* 20	1,50	0,30	2
robinet dublu sau simplu serviciu *Dn* 25	2,50	0,50	2

* conform datelor din prospectul pentru tipul ales.
** la robinet, pentru stropit.

Se menționează că presiunile normale de utilizare pot fi modificate în funcție de caracteristicile măsurate ale armăturilor respective, cu condiția asigurării debitelor specifice de calcul din tabelul 2.1.

2.1.3. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitele de calcul pentru conductele de distribuție a apei reci și calde pentru scopuri menajere se determină cu relațiile din tabelul 2.3, în care:

q_c este debitul de calcul, în l/s;

E — suma echivalenților punctelor de consum alimentate de conducta respectivă;

Tabelul 2.3

Relații pentru debitele de calcul de apă rece și caldă pentru consum menajer (STAS 1478-84)

Destinația clădirii	Relația de calcul al debitului	Coeficientul c	Domeniu de aplicare
Clădiri de locuit, cămine de nefamiliști	$q_c = b(a \cdot c \cdot \sqrt{E} + 0{,}004E)$	1	$E \geq 1{,}0$
Cămine pentru copii, creșe	$q_c = abc\sqrt{E}$	1,2	$E \geq 1{,}4$
Teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici	$q_c = abc\sqrt{E}$	1,4	$E \geq 1{,}65$
Clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare de pe lîngă hale și ateliere, hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de cazare	$q_c = abc\sqrt{E}$	1,6	$E \geq 2{,}0$
Instituții de învățămînt	$q_c = abc\sqrt{E}$	1,8	$E \geq 3{,}0$
Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete	$q_c = abc\sqrt{E}$	2,0	$E \geq 4{,}0$
Hoteluri cu grupuri sanitare comune	$q_c = abc\sqrt{E}$	2,5	$E \geq 6{,}0$
Cămine de studenți, internate, grupuri sanitare pentru sportivi, artiști, personal de serviciu, stadioane, băi publice	$q_c = abc\sqrt{E}$	3,0	$E \geq 9{,}0$
Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităților de producție *	$q_c = abc\sqrt{E}$	6,0	$E \geq 36{,}0$

* Pentru această categorie de clădiri, coeficientul a are valoarea 0,15.

OBSERVAȚIE:

Pentru toate categoriile de clădiri, la valori ale lui E mai mici decît cele indicate la domeniul de aplicare a relației de calcul, se aplică relația generală:

$$q_c = a\,b\,E$$

a — coeficient determinat în funcție de regimul de furnizare a apei în rețeaua de distribuție, ale cărui valori sînt date în tabelul 2.4;

Tabelul 2.4

Valorile coeficientului a din formulele redate în tabelul 2.3 (STAS 1478-84)

Regimul de furnizare a apei, în h/zi	24	17	14	10
a	0,15	0,17	0,20	0,23

b — coeficient determinat în funcție de felul apei (rece sau caldă), ale cărui valori sînt date în tabelul 2.5;

Tabelul 2.5

Valorile coeficientului b și sumei de echivalenți E, redate în tabelul 2.3 (STAS 1478-84)

Tipul conductelor	E	b
Conducte de apă rece pentru alimentarea conductelor de distribuție a apei reci la punctele de consum și de alimentare cu apă rece a instalațiilor de preparare a apei calde	$E = E_1 + E_2$	1
Conducte de distribuție a apei reci la punctele de consum în cazul în care distribuția apei calde se face: — la temperatura de 60°C — la temperatura de 50°C — la temperatura de 45°C	 $E = 0{,}7E_1 + E_2$ $E = 0{,}9E_1 + E_2$ $E = E_1 + E_2$	 1
Conducte de alimentare cu apă rece a instalațiilor de preparare a apei calde de consum și conducte de distribuție a apei calde la punctele de consum în cazul în care prepararea și distribuția apei calde se face: — la temperatura de 60°C — la temperatura de 50°C — la temperatura de 45°C	$E = E_1$	 0,7 0,9 1,0

OBSERVAȚII

1. În tabelul 2.6 sînt calculate debitele de calcul corespunzătoare pentru $E = 1 \ldots 60000$ pentru clădiri de locuit și în tabelul 2.7 sînt calculate debitele de calcul corespunzătoare pentru $E = 1 \ldots 1\,500$ pentru clădirile social-culturale din tabelul 2.3.

2. Pentru valori intermediare ale lui E, debitul de calcul rezultă prin interpolare liniară.

3. Regimul de livrare zilnică a apei reci și calde se stabilește de către beneficiar prin temă, ținînd seama de implicațiile tehnico-economice ale regimurilor cu număr redus de ore pe zi.

c — coeficient determinat în funcție de destinația clădirii, ale cărui valori sînt date în tabelul 2.3.

Componența termenului E și valoarea coeficientului b sînt cele din tabelul 2.5, în care:

E_1 este suma echivalenților bateriilor amestecătoare de apă rece cu apă caldă;

E_2 — suma echivalenților robinetelor de apă rece, stabilite cu relațiile

$$E_1 = \sum_{j=1}^{n} e_{bj} n_{bj} \qquad (2.2)$$

$$E_2 = \sum_{j=1}^{n} e_{rj} n_{rj} , \qquad (2.3)$$

în care: e_{bj} este echivalentul unei baterii de tip j;
e_{rj} — echivalentul unui robinet de tip j;
n_{bj} — numărul bateriilor de același fel j;
n_{rj} — numărul robinetelor de același fel j.

Componența termenului E și valorile coeficientului b se indică și pe schema de principiu din figura 2.1 a rețelei de alimentare cu apă rece și caldă de consum a unui ansamblu de clădiri.

TRONSONUL	E	θ[°C]	b
1; 2	$E = E_1 + E_2$		1
3; 6; 8; 12	$E = 0{,}7E_1 + E_2$ $E = 0{,}9E_1 + E_2$ $E = E_1 + E_2$	60 50 45	1
4; 5; 7; 9; 16	$E = E_1$	60 50 45	0,7 0,9 1
10; 14	$E = E_2$		1
11; 15	$E = 0{,}7\,E_1$ $E = 0{,}9\,E_1$ $E = E_1$	60 50 45	1

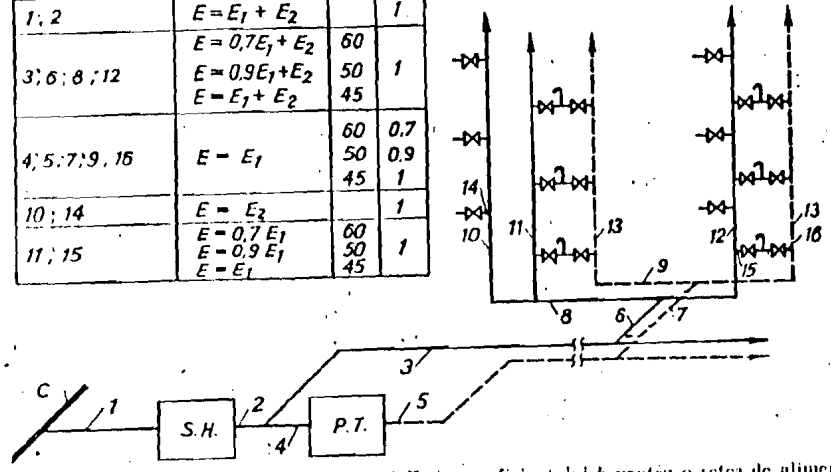


Fig. 2.1. Determinarea sumei de echivalenți E și a coeficientului b pentru o rețea de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer aferentă unui ansamblu de clădiri.

Valorile debitului de calcul în funcție de valoarea lui E, pentru $b = 1$ și diferite ore de funcționare a instalației de alimentare cu apă sînt redate în tabelul 2.6 pentru clădiri de locuit și respectiv în tabelul 2.7 pentru clădiri social culturale.

Tabelul 2.6

Valorile debitului de calcul pentru clădiri de locuit în funcție de suma echivalenților, pentru diferite ore de funcționare ale instalațiilor de alimentare cu apă (STAS 1478-84)

E	24 h	17 h	14 h	10 h
		q_c în l/s		
1	2	3	4	5
0,17	0,03	0,03	0,03	0,04
0,25	0,04	0,04	0,05	0,06
0,35	0,05	0,06	0,07	0,08
0,60	0,09	0,10	0,12	0,14
0,70	0,11	0,12	0,14	0,16
1,00	0,15	0,17	0,20	0,23
1,30	0,17	0,19	0,23	0,26
1,40	0,18	0,20	0,24	0,27
1,65	0,19	0,22	0,26	0,30
1,90	0,21	0,24	0,28	0,32
2,00	0,22	0,24	0,29	0,33
2,35	0,23	0,27	0,31	0,36
2,50	0,24	0,27	0,32	0,37
2,85	0,26	0,29	0,34	0,39
3,00	0,27	0,30	0,35	0,41
3,50	0,29	0,31	0,38	0,44
4,00	0,31	0,35	0,41	0,47
4,50	0,33	0,37	0,44	0,50
5,00	0,35	0,40	0,46	0,53
5,50	0,37	0,42	0,49	0,56
6,00	0,39	0,44	0,51	0,58
7,00	0,42	0,47	0,55	0,63
8,00	0,45	0,51	0,59	0,68
10,00	0,51	0,57	0,67	0,76
11,00	0,54	0,60	0,70	0,80
12,00	0,56	0,63	0,74	0,84
13,00	0,59	0,66	0,77	0,88
14,00	0,61	0,69	0,80	0,91
15,00	0,64	0,71	0,83	0,95
16,00	0,66	0,74	0,86	0,98
17,00	0,68	0,76	0,89	1,01
18,00	0,70	0,79	0,92	1,04
19,00	0,72	0,81	0,94	1,07
20,00	0,75	0,84	0,97	1,10
21,00	0,77	0,86	1,00	1,13
22,00	0,79	0,88	1,02	1,16
23,00	0,81	0,90	1,05	1,19
24,00	0,83	0,92	1,07	1,22
25,00	0,85	0,95	1,10	1,25
26,00	0,86	0,97	1,12	1,27
27,00	0,88	0,99	1,14	1,30
28,00	0,90	1,01	1,17	1,32
29,00	0,92	1,03	1,19	1,35
30,00	0,94	1,05	1,21	1,37
32,00	0,97	1,08	1,25	1,42
34,00	1,01	1,12	1,30	1,47
36,00	1,04	1,16	1,34	1,52
38,00	1,07	1,19	1,38	1,56
40,00	1,10	1,23	1,42	1,61
42,00	1,14	1,26	1,46	1,65
44,00	1,17	1,30	1,50	1,70

Tabelul 2.6 (continuare)

1	2	3	4	5
46,00	1,20	1,33	1,54	1,74
48,00	1,23	1,36	1,57	1,78
50,00	1,26	1,40	1,61	1,82
52,00	1,28	1,43	1,65	1,86
54,00	1,31	1,46	1,68	1,90
56,00	1,34	1,49	1,72	1,94
58,00	1,37	1,52	1,75	1,98
60,00	1,40	1,55	1,78	2,02
62,00	1,42	1,58	1,82	2,05
64,00	1,45	1,61	1,85	2,09
66,00	1,48	1,64	1,88	2,13
68,00	1,50	1,67	1,92	2,16
70,00	1,53	1,70	1,95	2,20
75,00	1,59	1,77	2,03	2,29
80,00	1,66	1,84	2,10	2,37
85,00	1,72	1,90	2,18	2,46
90,00	1,78	1,97	2,25	2,54
95,00	1,84	2,03	2,32	2,62
100,00	1,90	2,10	2,40	2,70
110,00	2,01	2,22	2,53	2,85
120,00	2,12	2,34	2,67	2,99
130,00	2,23	2,45	2,80	3,14
140,00	2,33	2,57	2,92	3,28
150,00	2,43	2,68	3,04	3,41
160,00	2,53	2,79	3,16	3,54
170,00	2,63	2,89	3,28	3,67
180,00	2,73	3,00	3,40	3,80
190,00	2,82	3,10	3,51	3,93
200,00	2,92	3,20	3,62	4,05
220,00	3,10	3,40	3,84	4,29
240,00	3,28	3,59	4,05	4,52
260,00	3,45	3,78	4,26	4,74
280,00	3,62	3,96	4,46	4,96
300,00	3,79	4,14	4,66	5,18
320,00	3,96	4,32	4,85	5,39
340,00	4,12	4,49	5,04	5,60
360,00	4,28	4,66	5,23	5,80
380,00	4,44	4,83	5,41	6,00
400,00	4,60	5,00	5,60	6,20
420,00	4,75	5,16	5,77	6,39
440,00	4,90	5,32	5,95	6,58
460,00	5,05	5,48	6,12	6,77
480,00	5,20	5,64	6,30	6,95
500,00	5,35	5,80	6,47	7,14
520,00	5,50	5,95	6,64	7,32
540,00	5,64	6,11	6,80	7,50
560,00	5,78	6,26	6,97	7,68
580,00	5,93	6,41	7,13	7,85
600,00	6,07	6,56	7,29	8,03
620,00	6,21	6,71	7,45	8,20
640,00	6,35	6,86	7,61	8,37
660,00	6,49	7,00	7,77	8,54
680,00	6,63	7,15	7,93	8,71
700,00	6,76	7,29	8,09	8,88
750,00	7,10	7,65	8,47	9,29
800,00	7,44	8,00	8,85	9,70
850,00	7,77	8,35	9,23	10,10

Tabelul 2.6 (continuare)

1	2	3	4	5
900,00	8,10	8,70	9,60	10,50
950,00	8,42	9,03	9,96	10,88
1 000,00	8,74	9,37	10,32	11,27
1 050,00	9,06	9,70	10,68	11,65
1 100,00	9,37	10,03	11,03	12,02
1 150,00	9,68	10,36	11,38	12,39
1 200,00	9,99	10,68	11,72	12,76
1 250,00	10,30	11,01	12,07	13,13
1 300,00	10,60	11,32	12,41	13,49
1 350,00	10,91	11,64	12,74	13,85
1 400,00	11,21	11,96	13,08	14,20
1 450,00	11,51	12,27	13,41	14,55
1 500,00	11,80	12,58	13,74	14,90
1 600,00	12,40	13,20	14,40	15,60
1 700,00	12,98	13,80	15,04	16,28
1 800,00	13,56	14,41	15,68	16,95
1 900,00	14,13	15,01	16,31	17,62
2 000,00	14,70	15,60	16,94	18,28
2 100,00	15,27	16,19	17,56	18,93
2 200,00	15,83	16,77	18,18	19,58
2 300,00	16,39	17,35	18,79	20,23
2 400,00	16,94	17,92	19,39	20,86
2 500,00	17,50	18,50	20,00	21,50
2 600,00	18,04	19,06	20,59	22,12
2 700,00	18,59	19,63	21,19	22,75
2 800,00	19,13	20,19	21,78	23,37
2 900,00	19,67	20,75	22,37	23,98
3 000,00	20,21	21,31	22,95	24,59
3 100,00	20,75	21,86	23,53	25,20
3 200,00	21,28	22,41	24,11	25,81
3 300,00	21,81	22,96	24,68	26,41
3 400,00	22,34	23,51	25,26	27,01
3 500,00	22,87	24,05	25,83	27,60
3 600,00	23,40	24,60	26,40	28,20
3 700,00	23,92	25,14	26,96	28,79
3 800,00	24,44	25,67	27,52	29,37
3 900,00	24,96	26,21	28,09	29,96
4 000,00	25,48	26,75	28,64	30,54
4 100,00	26,00	27,28	29,20	31,1
4 200,00	26,52	27,81	29,76	31,70
4 300,00	27,03	28,34	30,31	32,28
4 400,00	27,54	28,87	30,86	32,85
4 500,00	28,06	29,40	31,41	33,42
4 600,00	28,57	29,93	31,96	33,99
4 700,00	29,08	30,45	32,51	31,56
4 800,00	29,59	30,97	33,05	35,13
4 900,00	30,10	31,50	33,60	35,70
5 000,00	30,60	32,02	34,14	36,26
5 200,00	31,61	33,05	35,22	37,38
5 400,00	32,62	34,09	36,29	38,50
5 600,00	33,62	35,12	37,36	39,61
5 800,00	34,62	36,14	38,43	40,71
6 000,00	35,61	37,16	39,49	41,81
6 200,00	36,61	38,18	40,54	42,91
6 400,00	37,60	39,20	41,60	44,00
6 600,00	38,58	40,21	42,64	45,08
6 800,00	39,56	41,21	43,69	46,16

Tabelul 2.6 (continuare)

1	2	3	4	5
7 000,00	40,54	42,22	44,73	47,24
7 250,00	41,77	43,47	46,02	48,58
7 500,00	42,99	44,72	47,32	49,91
7 750,00	44,20	45,96	48,60	51,24
8 000,00	45,41	47,20	49,88	52,57
8 250,00	46,62	48,44	51,16	53,89
8 500,00	47,82	49,67	52,43	55,20
8 750,00	49,03	50,90	53,70	56,51
9 000,00	50,23	52,12	54,97	57,81
9 250,00	51,42	53,35	56,23	59,12
9 500,00	52,62	54,56	57,49	60,41
9 750,00	53,81	55,78	58,74	61,71
10 000,00	55,00	57,00	60,00	63,00
10 500,00	57,37	59,41	62,49	65,56
11 000,00	59,73	61,82	64,97	68,12
11 500,00	62,08	64,23	67,44	70,66
12 000,00	64,43	66,62	69,90	73,19
12 500,00	66,77	69,00	72,36	75,71
13 000,00	69,10	71,38	74,80	78,22
13 500,00	71,42	73,75	77,23	80,72
14 000,00	73,74	76,11	79,66	83,21
14 500,00	76,06	78,47	82,08	85,69
15 000,00	78,37	80,82	84,49	88,16
15 500,00	80,67	83,16	86,89	90,63
16 000,00	82,97	85,50	89,29	93,09
16 500,00	85,26	87,83	91,69	95,54
17 000,00	87,55	90,16	94,07	97,98
17 500,00	89,84	92,48	96,45	100,42
18 000,00	92,12	94,80	98,83	102,83
18 500,00	94,40	97,12	101,20	105,28
19 000,00	96,67	99,43	103,56	107,70
19 500,00	98,94	101,73	105,92	110,11
20 000,00	101,21	104,04	108,28	112,52
20 500,00	103,47	106,34	110,63	114,93
21 000,00	105,73	108,63	112,98	117,33
21 500,00	107,99	110,92	115,32	119,72
22 000,00	110,24	113,21	117,66	122,11
22 500,00	112,50	115,50	120,00	124,50
23 000,00	114,74	117,78	122,33	126,88
23 500,00	116,99	120,06	124,65	129,25
24 000,00	119,23	122,33	126,98	131,63
24 500,00	121,47	124,60	129,30	134,00
25 000,00	123,71	126,87	131,62	136,36
25 500,00	125,95	129,14	133,93	138,72
26 000,00	128,18	131,41	136,24	141,08
26 500,00	130,41	133,67	138,55	143,44
27 000,00	132,64	135,93	140,86	145,79
27 500,00	134,87	138,19	143,16	148,14
28 000,00	137,10	140,44	145,46	150,48
28 500,00	139,32	142,69	147,76	152,82
29 000,00	141,54	144,95	150,05	155,16
29 500,00	143,76	147,19	152,35	157,50
30 000,00	145,98	149,44	154,64	159,83
31 000,00	150,41	153,93	159,21	164,49
32 000,00	154,83	158,41	163,77	169,14
33 000,00	159,24	162,88	168,33	173,78
34 000,00	163,65	167,34	172,87	178,41

Tabelul 2.6 (continuare)

1	2	3	4	5
35 000,00	168,06	171,80	177,41	183,02
36 000,00	172,46	176,25	181,94	187,64
37 000,00	176,85	180,70	186,47	192,24
38 000,00	181,24	185,13	190,98	196,83
39 000,00	185,62	189,57	195,49	201,42
40 000,00	190,00	194,00	200,00	206,00
41 000,00	194,37	198,42	204,49	210,57
42 000,00	198,74	202,84	208,98	215,13
43 000,00	203,10	207,25	213,47	219,69
44 000,00	207,46	211,66	217,95	224,24
45 000,00	211,82	216,06	222,42	228,79
46 000,00	216,17	220,46	226,89	233,33
47 000,00	220,51	224,85	231,35	237,86
48 000,00	224,86	229,24	235,81	242,39
49 000,00	229,20	233,63	240,27	246,91
50 000,00	233,54	238,01	244,72	251,43
55 000,00	255,17	259,86	266,90	273,94
60 000,00	276,74	281,64	288,99	296,33

Tabelul 2.7

Valorile debitului de calcul pentru clădiri social-culturale în funcție de suma echivalenților, de categoria clădirilor și de regimul de funcționare al instalațiilor de alimentare cu apă (STAS 1478-84)

E	$c = 1,2$				$c = 1,4$			
	a				a			
	0,15	0,17	0,2	0,23	0,15	0,17	0,2	0,23
	q_c, în l/s				q_c, în l/s			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,17	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
0,25	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06
0,35	0,05	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07	0,08
0,60	0,09	0,10	0,12	0,14	0,09	0,10	0,12	0,14
0,70	0,11	0,12	0,14	0,16	0,11	0,12	0,14	0,16
1,00	0,15	0,17	0,20	0,23	0,15	0,17	0,20	0,23
1,30	0,20	0,22	0,26	0,30	0,20	0,22	0,26	0,30
1,40	0,21	0,24	0,28	0,32	0,21	0,24	0,28	0,32
1,65	0,23	0,26	0,30	0,35	0,26	0,30	0,35	0,41
1,90	0,24	0,28	0,33	0,38	0,28	0,32	0,38	0,44
2,00	0,25	0,28	0,33	0,39	0,29	0,33	0,39	0,45
2,35	0,27	0,31	0,36	0,42	0,32	0,36	0,42	0,49
2,50	0,28	0,32	0,37	0,43	0,33	0,37	0,44	0,50
2,85	0,30	0,34	0,40	0,46	0,35	0,40	0,47	0,54
3,00	0,31	0,35	0,41	0,47	0,36	0,41	0,48	0,55
3,50	0,33	0,38	0,44	0,51	0,39	0,44	0,52	0,60
4,50	0,38	0,43	0,50	0,58	0,44	0,50	0,59	0,68
5,00	0,40	0,45	0,53	0,61	0,46	0,53	0,62	0,72
5,50	0,42	0,47	0,56	0,64	0,49	0,55	0,65	0,75
6,00	0,44	0,49	0,58	0,67	0,51	0,58	0,68	0,78
7,00	0,47	0,53	0,63	0,73	0,55	0,62	0,74	0,85
8,00	0,50	0,57	0,58	0,78	0,59	0,67	0,79	0,91

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,00	0,56	0,64	0,75	0,87	0,66	0,75	0,88	1,01
11,00	0,59	0,67	0,79	0,91	0,69	0,78	0,92	1,06
12,00	0,62	0,70	0,83	0,95	0,72	0,82	0,96	1,11
13,00	0,64	0,73	0,86	0,99	0,75	0,85	1,00	1,16
14,00	0,67	0,76	0,89	1,03	0,78	0,89	1,04	1,20
15,00	0,69	0,79	0,92	1,06	0,81	0,92	1,08	1,24
16,00	0,72	0,81	0,96	1,10	0,84	0,95	1,12	1,28
17,00	0,74	0,84	0,98	1,13	0,86	0,98	1,15	1,32
18,00	0,76	0,86	1,01	1,17	0,89	1,00	1,18	1,36
19,00	0,78	0,88	1,04	1,20	0,91	1,03	1,22	1,40
20,00	0,80	0,91	1,07	1,23	0,93	1,06	1,25	1,44
21,00	0,82	0,93	1,09	1,26	0,96	1,09	1,28	1,47
22,00	0,84	0,95	1,12	1,29	0,98	1,11	1,31	1,51
23,00	0,86	0,97	1,15	1,32	1,00	1,14	1,34	1,54
24,00	0,88	0,99	1,17	1,35	1,02	1,16	1,37	1,57
25,00	0,90	1,02	1,20	1,38	1,05	1,19	1,40	1,61
26,00	0,91	1,04	1,22	1,40	1,07	1,21	1,42	1,64
27,00	0,93	1,06	1,24	1,43	1,09	1,23	1,45	1,67
28,00	0,95	1,07	1,26	1,46	1,11	1,25	1,48	1,70
29,00	0,96	1,09	1,29	1,48	1,13	1,28	1,50	1,73
30,00	0,98	1,11	1,31	1,51	1,15	1,30	1,53	1,76
32,00	1,01	1,15	1,35	1,56	1,18	1,34	1,58	1,82
34,00	1,04	1,18	1,39	1,60	1,22	1,38	1,63	1,87
36,00	1,08	1,22	1,44	1,65	1,26	1,42	1,68	1,93
38,00	1,10	1,25	1,47	1,70	1,29	1,46	1,72	1,98
40,00	1,13	1,29	1,51	1,74	1,32	1,50	1,77	2,03
42,00	1,16	1,32	1,55	1,78	1,36	1,54	1,81	2,08
44,00	1,19	1,35	1,59	1,83	1,39	1,57	1,85	2,13
46,00	1,22	1,38	1,62	1,87	1,42	1,61	1,89	2,18
48,00	1,24	1,41	1,66	1,91	1,45	1,64	1,93	2,23
50,00	1,27	1,44	1,69	1,95	1,48	1,68	1,97	2,27
52,00	1,29	1,47	1,73	1,99	1,51	1,71	2,01	2,32
54,00	1,32	1,49	1,76	2,02	1,54	1,74	2,05	2,36
56,00	1,34	1,52	1,79	2,06	1,57	1,78	2,09	2,40
58,00	1,37	1,55	1,82	2,10	1,59	1,81	2,13	2,45
60,00	1,39	1,58	1,85	2,13	1,62	1,84	2,16	2,49
62,00	1,41	1,60	1,88	2,17	1,65	1,87	2,20	2,53
64,00	1,44	1,63	1,92	2,20	1,68	1,90	2,24	2,57
66,00	1,46	1,65	1,94	2,24	1,70	1,93	2,27	2,61
68,00	1,48	1,68	1,97	2,27	1,73	1,96	2,30	2,65
70,00	1,50	1,70	2,00	2,30	1,75	1,99	2,34	2,69
75,00	1,55	1,76	2,07	2,39	1,81	2,06	2,42	2,78
80,00	1,60	1,82	2,14	2,46	1,87	2,12	2,50	2,88
85,00	1,65	1,88	2,21	2,54	1,93	2,19	2,58	2,96
90,00	1,70	1,93	2,27	2,61	1,99	2,25	2,65	3,05
95,00	1,75	1,98	2,33	2,69	2,04	2,31	2,72	3,13
100,00	1,80	2,04	2,40	2,76	2,10	2,38	2,80	3,22
110,00	1,88	2,13	2,51	2,89	2,20	2,49	2,93	3,37
120,00	1,97	2,23	2,62	3,02	2,30	2,60	3,06	3,52
130,00	2,05	2,32	2,73	3,14	2,39	2,71	3,19	3,67
140,00	2,12	2,41	2,83	3,26	2,48	2,81	3,31	3,80
150,00	2,20	2,49	2,93	3,38	2,57	2,91	3,42	3,94
160,00	2,27	2,58	3,03	3,49	2,65	3,01	3,54	4,07
170,00	2,34	2,65	3,12	3,59	2,73	3,10	3,65	4,19
180,00	2,41	2,73	3,21	3,70	2 81	3,19	3,75	4,32
190,00	2,48	2,81	3,30	3,80	2,89	3,28	3,85	4,43
200,00	2,54	2,88	3,39	3,90	2,96	3,36	3,95	4,55

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
220,00	2,66	3,02	3,55	4,09	3,11	3,53	4,15	4,77
240,00	2,78	3,16	3,71	4,27	3,25	3,68	4,33	4,98
260,00	2,90	3,28	3,86	4,45	3,38	3,83	4,51	5,19
280,00	3,01	3,41	4,01	4,61	3,51	3,98	4,68	5,38
300,00	3,11	3,53	4,15	4,78	3,63	4,12	4,84	5,57
320,00	3,21	3,64	4,29	4,93	3,75	4,25	5,00	5,76
340,00	3,31	3,76	4,42	5,08	3,87	4,38	5,16	5,93
360,00	3,41	3,87	4,55	5,23	3,98	4,51	5,31	6,10
380,00	3,50	3,97	4,67	5,38	4,09	4,63	5,45	6,27
400,00	3,60	4,08	4,80	5,52	4,20	4,76	5,60	6,44
420,00	3,68	4,18	4,91	5,65	4,30	4,87	5,73	6,59
440,00	3,77	4,27	5,03	5,78	4,40	4,99	5,87	6,75
460,00	3,86	4,37	5,14	5,91	4,50	5,10	6,00	6,90
480,00	3,94	4,46	5,25	6,04	4,60	5,21	6,13	7,05
500,00	4,02	4,56	5,36	6,17	4,69	5,32	6,26	7,20
520,00	4,10	4,65	5,47	6,29	4,78	5,42	6,38	7,34
540,00	4,18	4,74	5,57	6,41	4,87	5,53	6,50	7,48
560,00	4,25	4,82	5,67	6,53	4,96	5,63	6,62	7,61
580,00	4,33	4,91	5,77	6,64	5,05	5,73	6,74	7,75
600,00	4,40	4,99	5,87	6,76	5,14	5,82	6,85	7,88
620,00	4,48	5,07	5,97	6,87	5,22	5,92	6,97	8,01
640,00	4,55	5,16	6,07	6,98	5,31	6,02	7,08	8,14
660,00	4,62	5,24	6,16	7,09	5,39	6,11	7,19	8,27
680,00	4,69	5,31	6,25	7,19	5,47	6,20	7,30	8,39
700,00	4,76	5,39	6,34	7,30	5,55	6,29	7,40	8,51
750,00	4,92	5,58	6,57	7,55	5,75	6,51	7,66	8,81
800,00	5,09	5,77	6,78	7,80	5,93	6,73	7,91	9,10
850,00	5,24	5,94	6,99	8,04	6,12	6,93	8,16	9,38
900,00	5,40	6,12	7,20	8,28	6,30	7,14	8,40	9,66
950,00	5,54	6,28	7,39	8,50	6,47	7,33	8,63	9,92
1 000,00	5,69	6,45	7,58	8,72	6,64	7,52	8,85	10,18
1 050,00	5,83	6,61	7,77	8,94	6,80	7,71	9,07	10,43
1 100,00	5,96	6,76	7,95	9,15	6,96	7,89	9,28	10,67
1 150,00	6,10	6,91	8,13	9,35	7,12	8,07	9,49	10,91
1 200,00	6,23	7,06	8,31	9,56	7,27	8,24	9,69	11,15
1 250,00	6,36	7,21	8,48	9,75	7,42	8,41	9,89	11,38
1 300,00	6,48	7,35	8,65	9,95	7,57	8,58	10,09	11,60
1 350,00	6,61	7,49	8,81	10,14	7,71	8,74	10,28	11,83
1 400,00	6,73	7,63	8,97	10,32	7,85	8,90	10,47	12,04
1 450,00	6,85	7,76	9,13	10,50	7,99	9,06	10,66	12,26
1 500,00	6,97	7,90	9,29	10,68	8,13	9,21	10,84	12,47
1 600,00	7,20	8,16	9,60	11,04	8,40	9,52	11,20	12,88
1 700,00	7,42	8,41	9,89	11,37	8,65	9,81	11,54	13,27

E	c = 1,6				c = 1,8			
	a				a			
	0,15	0,17	0,2	0,23	0,15	0,17	0,2	0,23
	q_c, în l/s				q_c, în l/s			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,17	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
0,25	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06
0,35	0,05	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07	0,08
0,60	0,09	0,10	0,12	0,14	0,09	0,10	0,12	0,14
0,70	0,11	0,12	0,14	0,16	0,11	0,12	0,14	0,16

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,00	0,15	0,17	0,20	0,23	0,15	0,17	0,20	0,23
1,30	0,20	0,22	0,26	0,30	0,20	0,22	0,26	0,30
1,40	0,21	0,24	0,28	0,32	0,21	0,24	0,28	0,32
1,65	0,25	0,28	0,33	0,38	0,25	0,28	0,33	0,38
1,90	0,29	0,32	0,38	0,44	0,29	0,42	0,38	0,44
2,00	0,31	0,36	0,42	0,48	0,30	0,34	0,40	0,46
2,35	0,34	0,39	0,45	0,52	0,35	0,40	0,47	0,54
2,50	0,35	0,40	0,47	0,54	0,38	0,43	0,50	0,58
2,85	0,37	0,43	0,50	0,58	0,43	0,48	0,57	0,66
3,00	0,38	0,44	0,51	0,59	0,46	0,53	0,62	0,71
3,50	0,42	0,47	0,56	0,64	0,50	0,57	0,67	0,77
4,50	0,47	0,54	0,63	0,73	0,57	0,64	0,76	0,87
5,00	0,50	0,57	0,67	0,77	0,60	0,68	0,80	0,92
5,50	0,52	0,59	0,70	0,80	0,63	0,71	0,84	0,97
6,00	0,55	0,62	0,73	0,84	0,66	0,74	0,88	1,01
7,00	0,59	0,67	0,79	0,91	0,71	0,80	0,95	1,09
8,00	0,63	0,72	0,84	0,97	0,76	0,86	1,01	1,17
10,00	0,71	0,80	0,94	1,09	0,85	0,96	1,13	1,30
11,00	0,74	0,84	0,99	1,14	0,89	1,01	1,19	1,37
12,00	0,77	0,88	1,03	1,19	0,93	1,06	1,24	1,43
13,00	0,81	0,91	1,08	1,24	0,97	1,10	1,29	1,49
14,00	0,84	0,95	1,12	1,29	1,01	1,14	1,34	1,54
15,00	0,87	0,98	1,16	1,33	1,04	1,18	1,39	1,60
16,00	0,90	1,02	1,20	1,38	1,08	1,22	1,44	1,65
17,00	0,92	1,05	1,23	1,42	1,11	1,26	1,48	1,70
18,00	0,95	1,08	1,27	1,46	1,14	1,29	1,52	1,75
19,00	0,98	1,11	1,30	1,50	1,17	1,33	1,56	1,80
20,00	1,00	1,14	1,34	1,54	1,20	1,36	1,60	1,85
21,00	1,03	1,16	1,37	1,58	1,23	1,40	1,64	1,89
22,00	1,05	1,19	1,40	1,61	1,26	1,43	1,68	1,94
23,00	1,07	1,22	1,43	1,65	1,29	1,46	1,72	1,98
24,00	1,10	1,24	1,46	1,69	1,32	1,49	1,76	2,02
25,00	1,12	1,27	1,50	1,72	1,35	1,53	1,80	2,07
26,00	1,14	1,30	1,52	1,75	1,37	1,56	1,83	2,11
27,00	1,16	1,32	1,55	1,79	1,40	1,59	1,87	2,15
28,00	1,19	1,34	1,58	1,82	1,42	1,61	1,90	2,19
29,00	1,21	1,37	1,61	1,85	1,45	1,64	1,93	2,22
30,00	1,23	1,39	1,64	1,88	1,47	1,67	1,97	2,26
32,00	1,27	1,44	1,69	1,95	1,52	1,73	2,03	2,34
34,00	1,31	1,48	1,74	2,01	1,57	1,78	2,09	2,41
36,00	1,35	1,53	1,80	2,07	1,62	1,83	2,16	2,48
38,00	1,38	1,57	1,84	2,12	1,66	1,88	2,21	2,55
40,00	1,42	1,61	1,89	2,18	1,70	1,93	2,27	2,61
42,00	1,45	1,65	1,94	2,23	1,74	1,98	2,33	2,68
44,00	1,49	1,69	1,98	2,28	1,79	2,02	2,38	2,74
46,00	1,52	1,72	2,03	2,33	1,83	2,07	2,44	2,80
48,00	1,55	1,76	2,07	2,39	1,87	2,12	2,49	2,86
50,00	1,59	1,80	2,12	2,43	1,90	2,16	2,54	2,92
52,00	1,62	1,83	2,16	2,48	1,94	2,20	2,59	2,98
54,00	1,65	1,87	2,20	2,53	1,98	2,24	2,64	3,04
56,00	1,68	1,90	2,24	2,58	2,02	2,28	2,69	3,09
58,00	1,71	1,94	2,28	2,62	2,05	2,33	2,74	3,15
60,00	1,74	1,97	2,32	2,67	2,09	2,37	2,78	3,20
62,00	1,77	2,00	2,36	2,71	2,12	2,40	2,83	3,25
64,00	1,80	2,04	2,40	2,76	2,16	2,44	2,88	3,31
66,00	1,82	2,07	2,43	2,80	2,19	2,48	2,92	3,36
68,00	1,85	2,10	2,47	2,81	2,22	2,52	2,96	3,41

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
70,00	1,88	2,13	2,50	2,88	2,25	2,56	3,01	3,46
75,00	1,94	2,20	2,59	2,98	2,33	2,65	3,11	3,58
80,00	2,01	2,28	2,68	3,08	2,41	2,73	3,21	3,70
85,00	2,07	2,35	2,76	3,18	2,48	2,82	3,31	3,81
90,00	2,13	2,41	2,84	3,27	2,56	2,90	3,41	3,92
95,00	2,19	2,48	2,92	3,36	2,63	2,98	3,50	4,03
100,00	2,25	2,55	3,00	3,45	2,70	3,06	3,60	4,14
110,00	2,35	2,67	3,14	3,61	2,83	3,20	3,77	4,34
120,00	2,46	2,79	3,28	3,77	2,95	3,35	3,94	4,53
130,00	2,56	2,90	3,42	3,93	3,07	3,48	4,10	4,72
140,00	2,66	3,01	3,54	4,08	3,19	3,62	4,25	4,89
150,00	2,75	3,12	3,67	4,22	3,30	3,74	4,40	5,07
160,00	2,84	3,22	3,79	4,36	3,41	3,87	4,55	5,23
170,00	2,93	3,32	3,91	4,49	3,52	3,98	4,69	5,39
180,00	3,01	3,42	4,02	4,62	3,62	4,10	4,82	5,55
190,00	3,10	3,51	4,13	4,75	3,72	4,21	4,96	5,70
200,00	3,18	3,60	4,24	4,87	3,81	4,32	4,09	5,85
220,00	3,33	3,78	4,44	5,11	4,00	4,53	5,33	6,14
240,00	3,48	3,95	4,64	5,34	4,18	4,74	5,57	6,41
260,00	3,62	4,11	4,83	5,56	4,35	4,93	5,80	6,67
280,00	3,76	4,26	5,01	5,77	4,51	5,12	6,02	6,92
300,00	3,89	4,41	5,19	5,97	4,67	5,30	6,23	7,17
320,00	4,02	4,56	5,36	6,17	4,82	5,47	6,43	7,40
340,00	4,14	4,70	5,53	6,36	4,97	5,64	6,63	7,63
360,00	4,26	4,83	5,69	6,54	5,12	5,80	6,83	7,85
380,00	4,38	4,97	5,84	6,72	5,26	5,96	7,01	8,07
400,00	4,50	5,10	6,00	6,90	5,40	6,12	7,20	8,28
420,00	4,61	5,22	6,14	7,07	5,53	6,27	7,37	8,48
440,00	4,71	5,31	6,29	7,23	5,66	6,41	7,55	8,68
460,00	4,82	5,46	6,43	7,39	5,79	6,56	7,72	8,87
480,00	4,92	5,58	6,57	7,55	5,91	6,70	7,88	9,07
500,00	5,03	5,70	6,70	7,71	6,03	6,84	8,04	9,25
520,00	5,13	5,81	6,84	7,86	6,15	6,97	8,20	9,44
540,00	5,22	5,92	6,97	8,01	6,27	7,11	8,36	9,62
560,00	5,32	6,03	7,09	8,16	6,38	7,24	8,51	9,79
580,00	5,41	6,14	7,22	8,30	6,50	7,36	8,66	9,97
600,00	5,51	6,24	7,34	8,45	6,61	7,49	8,81	10,14
620,00	5,60	6,34	7,46	8,59	6,72	7,61	8,96	10,30
640,00	5,69	6,45	7,58	8,72	6,83	7,74	9,10	10,47
660,00	5,78	6,55	7,70	8,86	6,93	7,86	9,24	10,63
680,00	5,86	6,64	7,82	8,99	7,04	7,97	9,38	10,79
700,00	5,95	6,74	7,93	9,12	7,14	8,09	9,52	10,95
750,00	6,16	6,98	8,21	9,44	7,39	8,38	9,85	11,33
800,00	6,36	7,21	8,48	9,75	7,63	8,65	10,18	11,70
850,00	6,55	7,43	8,74	10,05	7,87	8,92	10,49	12,07
900,00	6,75	7,65	9,00	10,35	8,10	9,18	10,80	12,42
950,00	6,93	7,85	9,24	10,63	8,32	9,43	11,09	12,76
1 000,00	7,11	8,06	9,48	10,90	8,53	9,67	11,38	13,09
1 050,00	7,29	8,26	9,72	11,17	8,74	9,91	11,66	13,41
1 100,00	7,46	8,45	9,94	11,44	8,95	10,14	11,93	13,73
1 150,00	7,63	8,64	10,17	11,69	9,15	10,37	12,20	14,03
1 200,00	7,79	8,83	10,39	11,95	9,35	10,60	12,47	14,34
1 250,00	7,95	9,01	10,60	12,19	9,54	10,81	12,72	14,63
1 300,00	8,11	9,19	10,81	12,43	9,73	11,03	12,98	14,92
1 350,00	8,26	9,36	11,02	12,67	9,92	11,24	13,22	15,21
1 400,00	8,41	9,54	11,22	12,90	10,10	11,44	13,47	15,49
1 450,00	8,56	9,71	11,42	13,13	10,28	11,63	13,70	15,76

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 500,00	8,71	9,87	11,61	13,36	10,45	11,85	13,94	16,03
1 600,00	9,00	10,20	12,00	13,80	10,80	12,24	14,40	16,56
1 700,00	9,27	10,51	12,36	14,22	11,13	12,61	14,84	17,06

E	$c = 2,0$				$c = 2,5$			
	a				a			
	0,15	0,17	0,2	0,23	0,15	0,17	0,2	0,23
	q_c în l/s				q_c în l/s			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,17	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
0,25	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06
0,35	0,05	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07	0,08
0,60	0,09	0,10	0,12	0,14	0,09	0,10	0,12	0,14
0,70	0,11	0,12	0,14	0,16	0,11	0,12	0,14	0,16
1,00	0,15	0,17	0,20	0,23	0,15	0,17	0,20	0,23
1,30	0,20	0,22	0,26	0,30	0,20	0,22	0,26	0,30
1,40	0,21	0,24	0,28	0,31	0,21	0,24	0,28	0,32
1,65	0,25	0,28	0,33	0,38	0,25	0,28	0,33	0,38
1,90	0,29	0,32	0,38	0,44	0,29	0,32	0,38	0,44
2,00	0,30	0,34	0,40	0,46	0,30	0,34	0,40	0,46
2,35	0,35	0,40	0,47	0,54	0,35	0,40	0,47	0,54
2,50	0,38	0,43	0,50	0,58	0,38	0,43	0,50	0,58
2,85	0,43	0,48	0,57	0,66	0,43	0,48	0,57	0,66
3,00	0,45	0,51	0,60	0,69	0,45	0,51	0,60	0,69
3,50	0,53	0,60	0,70	0,81	0,53	0,60	0,70	1,01
4,50					0,68	0,77	0,90	1,04
5,00	0,63	0,72	0,84	0,97	0,75	0,85	1,00	1,15
5,50	0,67	0,76	0,89	1,02	0,83	0,94	1,10	1,27
6,00	0,70	0,79	0,93	1,07				
7,00	0,73	0,83	0,97	1,12	0,91	1,04	1,22	1,40
8,00	0,79	0,89	1,05	1,21	0,99	1,12	1,32	1,52
10,00	0,84	0,96	1,13	1,30	1,06	1,20	1,41	1,62
11,00	0,94	1,07	1,26	1,45	1,18	1,34	1,58	1,81
12,00	0,99	1,12	1,32	1,52	1,24	1,40	1,65	1,90
13,00	1,03	1,17	1,38	1,59	1,29	1,47	1,73	1,99
14,00	1,08	1,22	1,44	1,65	1,35	1,53	1,80	2,07
15,00	1,12	1,27	1,49	1,72	1,40	1,59	1,87	2,15
16,00	1,16	1,31	1,54	1,78	1,45	1,64	1,93	2,22
17,00	1,20	1,36	1,60	1,84	1,50	1,70	2,00	2,30
18,00	1,23	1,40	1,64	1,89	1,54	1,75	2,06	2,37
19,00	1,27	1,44	1,69	1,95	1,59	1,80	2,12	2,43
20,00	1,30	1,48	1,74	2,00	1,63	1,85	2,17	2,50
21,00	1,34	1,52	1,78	2,05	1,67	1,90	2,23	2,57
22,00	1,37	1,55	1,83	2,10	1,71	1,94	2,29	2,63
23,00	1,40	1,59	1,87	2,15	1,75	1,99	2,34	2,69
24,00	1,43	1,63	1,91	2,20	1,79	2,03	2,39	2,75
25,00	1,46	1,66	1,95	2,25	1,83	2,08	2,44	2,81
26,00	1,50	1,70	2,00	2,30	1,87	2,12	2,50	2,87
27,00	1,52	1,73	2,03	2,34	1,91	2,16	2,54	2,93
28,00	1,55	1,76	2,07	2,39	1,94	2,20	2,59	2,98
29,00	1,58	1,79	2,11	2,43	1,98	2,24	2,64	3,04
30,00	1,61	1,83	2,15	2,47	2,01	2,28	2,69	3,09
32,00	1,64	1,86	2,19	2,51	2,05	2,32	2,73	3,14
34,00	1,69	1,92	2,26	2,60	2,12	2,40	2,82	3,25
	1,74	1,98	2,33	2,68	2,18	2,47	2,91	3,35

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
36,00	1,80	2,04	2,40	2,76	2,25	2,55	3,00	3,45
38,00	1,84	2,09	2,46	2,83	2,31	2,61	3,08	3,54
40,00	1,89	2,15	2,52	2,90	2,37	2,68	3,16	3,63
42,00	1,94	2,20	2,59	2,98	2,43	2,75	3,24	3,72
44,00	1,98	2,25	2,65	3,05	2,48	2,81	3,31	3,81
46,00	2,03	2,30	2,71	3,11	2,54	2,88	3,39	3,89
48,00	2,07	2,35	2,77	3,18	2,59	2,94	3,46	3,98
50,00	2,12	2,40	2,82	3,25	2,65	3,00	3,53	4,06
52,00	2,16	2,45	2,88	3,31	2,70	3,06	3,60	4,14
54,00	2,20	2,49	2,93	3,38	2,75	3,12	3,67	4,22
56,00	2,24	2,54	2,99	3,44	2,80	3,18	3,74	4,30
58,00	2,28	2,58	3,04	3,50	2,85	3,23	3,80	4,37
60,00	2,32	2,63	3,09	3,56	2,90	3,29	3,87	4,45
62,00	2,36	2,67	3,14	3,62	2,95	3,34	3,93	4,52
64,00	2,40	2,72	3,20	3,68	3,00	3,40	4,00	4,60
66,00	2,43	2,76	3,24	3,73	3,04	3,45	4,06	4,67
68,00	2,47	2,80	3,29	3,79	3,09	3,50	4,12	4,74
70,00	2,50	2,84	3,34	3,84	3,13	3,55	4,18	4,81
75,00	2,59	2,94	3,46	3,98	3,24	3,68	4,33	4,97
80,00	2,68	3,04	3,57	4,11	3,35	3,80	4,47	5,14
85,00	2,76	3,13	3,68	4,24	3,45	3,91	4,60	5,30
90,00	2,84	3,22	3,79	4,36	3,55	4,03	4,74	5,45
95,00	2,92	3,31	3,89	4,48	3,65	4,14	4,87	5,60
100,00	3,00	3,40	4,00	4,60	3,75	4,25	5,00	5,75
110,00	3,14	3,56	4,19	4,82	3,93	4,45	5,24	6,03
120,00	3,28	3,72	4,38	5,03	4,10	4,65	5,47	6,29
130,00	3,42	3,87	4,56	5,24	4,27	4,84	5,70	6,55
140,00	3,54	4,02	4,73	5,44	4,43	5,02	5,91	6,80
150,00	3,67	4,16	4,89	5,63	4,59	5,20	6,12	7,04
160,00	3,79	4,30	5,05	5,81	4,74	5,37	6,32	7,27
170,00	3,91	4,43	5,21	5,99	4,88	5,54	6,51	7,49
180,00	4,02	4,56	5,36	6,17	5,03	5,70	6,70	7,71
190,00	4,13	4,68	5,51	6,31	5,16	5,85	6,89	7,92
200,00	4,24	4,80	5,65	6,50	5,30	6,01	7,07	8,13
220,00	4,44	5,04	5,93	6,82	5,56	6,30	7,41	8,52
240,00	4,64	5,26	6,19	7,12	5,80	6,58	7,74	8,90
260,00	4,83	5,48	6,44	7,41	6,04	6,85	8,06	9,27
280,00	5,01	5,68	6,69	7,69	6,27	7,11	8,36	9,62
300,00	5,19	5,88	6,92	7,96	6,49	7,36	8,66	9,95
320,00	5,36	6,08	7,15	8,22	6,70	7,60	8,94	10,28
340,00	5,53	6,26	7,37	8,48	6,91	7,83	9,21	10,60
360,00	5,69	6,45	7,58	8,72	7,11	8,06	9,48	10,90
380,00	5,84	6,62	7,79	8,96	7,31	8,28	9,74	11,20
400,00	6,00	6,80	8,00	9,20	7,50	8,50	10,00	11,50
420,00	6,14	6,96	8,19	9,42	7,68	8,70	10,24	11,78
440,00	6,29	7,13	8,39	9,61	7,86	8,91	10,48	12,06
460,00	6,43	7,20	8,57	9,86	8,04	9,11	10,72	12,33
480,00	6,57	7,41	8,76	10,07	8,21	9,31	10,95	12,59
500,00	6,70	7,60	8,94	10,28	8,38	9,50	11,18	12,85
520,00	6,84	7,75	9,12	10,48	8,55	9,69	11,40	13,11
540,00	6,97	7,90	9,29	10,68	8,71	9,87	11,61	13,36
560,00	7,09	8,01	9,46	10,88	8,87	10,05	11,83	13,60
580,00	7,22	8,18	9,63	11,07	9,03	10,23	12,04	13,84
600,00	7,34	8,32	9,79	11,26	9,18	10,41	12,24	14,08
620,00	7,46	8,46	9,95	11,45	9,33	10,58	12,44	14,31
640,00	7,58	8,60	10,11	11,63	9,48	10,75	12,64	14,54
660,00	7,70	8,73	10,27	11,81	9,63	10,91	12,84	14,77

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
680,00	7,82	8,86	10,43	11,99	9,77	11,08	13,03	14,99
700,00	7,93	8,99	10,58	12,17	9,92	11,24	13,22	15,21
750,00	8,21	9,31	10,95	12,59	10,26	11,63	13,69	15,74
800,00	8,48	9,61	11,31	13,01	10,60	12,02	14,14	16,26
850,00	8,74	9,91	11,66	13,41	10,93	12,39	14,57	16,76
900,00	9,00	10,20	12,00	13,80	11,25	12,75	15,00	17,25
950,00	9,24	10,47	12,32	14,17	11,55	13,09	15,41	17,72
1 000,00	9,48	10,75	12,61	14,51	11,85	13,43	15,81	18,18
1 050,00	9,72	11,01	12,96	14,90	12,15	13,77	16,20	18,63
1 100,00	9,94	11,27	13,26	15,25	12,43	14,09	16,58	19,07
1 150,00	10,17	11,53	13,56	15,59	12,71	14,41	16,93	19,49
1 200,00	10,39	11,77	13,85	15,93	12,99	14,72	17,32	19,91
1 250,00	10,60	12,02	14,14	16,26	13,25	15,02	17,67	20,32
1 300,00	10,81	12,25	14,42	16,58	13,52	15,32	18,02	20,73
1 350,00	11,02	12,49	14,69	16,90	13,77	15,61	18,37	21,12
1 400,00	11,22	12,72	14,96	17,21	14,03	15,90	18,70	21,51
1 450,00	11,42	12,94	15,23	17,51	14,27	16,18	19,03	21,89
1 500,00	11,61	13,16	15,49	17,81	14,52	16,46	19,36	22,26
1 600,00	12,00	13,60	16,00	18,40	15,00	17,00	20,00	23,00
1 700,00	12,36	14,01	16,49	18,96	15,46	17,52	20,61	23,70

Tabelul 2.7 (continuare)

E	$c = 3,0$				$c = 6,0$
	a				a
	0,15	0,17	0,2	0,23	0,15
	q_c, în l/s				q_c, în l/s
1	2	3	4	5	6
0,17	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
0,25	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04
0,35	0,05	0,06	0,07	0,08	0,05
0,60	0,09	0,10	0,12	0,14	0,09
0,70	0,11	0,12	0,14	0,16	0,11
1,00	0,15	0,17	0,20	0,23	0,15
1,30	0,20	0,22	0,26	0,30	0,20
1,40	0,21	0,24	0,28	0,32	0,21
1,65	0,25	0,28	0,33	0,38	0,25
1,90	0,29	0,32	0,38	0,44	0,29
2,00	0,30	0,34	0,40	0,46	0,30
2,35	0,35	0,40	0,47	0,54	0,35
2,50	0,38	0,43	0,50	0,58	0,38
2,85	0,43	0,48	0,57	0,66	0,43
3,00	0,45	0,51	0,60	0,69	0,45
3,50	0,53	0,60	0,70	0,81	0,53
4,50	0,68	0,77	0,90	1,04	0,68
5,00	1,75	0,85	1,00	1,15	0,75
5,50	1,83	0,94	1,10	1,27	0,83
6,00	1,90	1,02	1,20	1,38	0,90
7,00	1,05	1,19	1,40	1,61	1,05
8,00	1,20	1,36	1,60	1,84	1,20
10,00	1,42	1,61	1,89	2,18	1,50
11,00	1,49	1,69	1,98	2,28	1,65

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6
12,00	1,55	1,76	2,07	2,39	1,80
13,00	1,62	1,83	2,16	2,48	1,95
14,00	1,68	1,90	2,24	2,58	2,10
15,00	1,74	1,97	2,32	2,67	2,25
16,00	1,80	2,04	2,40	2,76	2,40
17,00	1,85	2,10	2,47	2,84	2,55
18,00	1,90	2,16	2,54	2,92	2,70
19,00	1,96	2,22	2,61	3,00	2,85
20,00	2,01	2,28	2,68	3,08	3,00
21,00	2,06	2,33	2,74	3,16	3,15
22,00	2,11	2,39	2,81	3,23	3,30
23,00	2,15	2,44	2,87	3,30	3,45
24,00	2,20	2,49	2,93	3,38	3,60
25,00	2,25	2,55	3,00	3,45	3,75
26,00	2,29	2,60	3,05	3,51	3,90
27,00	2,33	2,65	3,11	3,58	4,05
28,00	2,38	2,69	3,17	3,65	4,20
29,00	2,42	2,74	3,23	3,71	4,35
30,00	2,46	2,79	3,28	3,77	4,50
32,00	2,54	2,88	3,39	3,90	4,80
34,00	2,62	2,97	3,49	4,02	5,10
36,00	2,70	3,06	3,60	4,14	5,40
38,00	2,77	3,14	3,69	4,25	5,54
40,00	2,84	3,22	3,79	4,36	5,69
42,00	2,91	3,30	3,88	4,47	5,83
44,00	2,98	3,38	3,97	4,57	5,96
46,00	3,05	3,45	4,06	4,67	6,10
48,00	3,11	3,53	4,15	4,78	6,23
50,00	3,18	3,60	4,24	4,87	6,36
52,00	3,24	3,67	4,32	4,97	6,48
54,00	3,30	3,74	4,40	5,07	6,61
56,00	3,36	3,81	4,48	5,16	6,73
58,00	3,42	3,88	4,56	5,25	6,85
60,00	3,48	3,95	4,64	5,34	6,97
62,00	3,54	4,01	4,72	5,43	7,08
64,00	3,60	4,08	4,80	5,52	7,20
66,00	3,65	4,14	4,87	5,60	7,31
68,00	3,71	4,20	4,94	5,68	7,42
70,00	3,76	4,26	5,01	5,77	7,52
75,00	3,89	4,41	5,19	5,97	7,79
80,00	4,02	4,56	5,36	6,17	8,04
85,00	4,14	4,70	5,53	6,36	8,29
90,00	4,26	4,83	5,69	6,54	8,53

Tabelul 2.7 (continuare)

1	2	3	4	5	6
95,00	4,38	4,97	5,84	6,72	8,77
100,00	4,50	5,10	6,00	6,90	9,00
110,00	4,71	5,34	6,29	7,23	9,43
120,00	4,92	5,58	6,57	7,55	9,85
130,00	5,13	5,81	6,84	7,86	10,26
140,00	5,32	6,03	7,09	8,16	10,64
150,00	5,51	6,24	7,34	8,45	11,02
160,00	5,69	6,45	7,58	8,72	11,38
170,00	5,86	6,64	7,82	8,99	11,73
180,00	6,03	6,84	8,04	9,25	12,07
190,00	6,20	7,02	8,27	9,51	12,40
200,00	6,36	7,21	8,48	9,75	12,72
220,00	6,67	7,56	8,89	10,23	13,34
240,00	6,97	7,90	9,29	10,68	13,94
260,00	7,25	8,22	9,67	11,12	14,51
280,00	7,52	8,53	10,03	11,54	15,05
300,00	7,79	8,83	10,39	11,95	15,58
320,00	8,04	9,12	10,73	12,34	16,09
340,00	8,29	9,40	11,06	12,72	16,59
360,00	8,53	9,67	11,38	13,09	17,07
380,00	8,77	9,94	11,69	13,45	17,54
400,00	9,00	10,20	12,00	13,80	18,00
420,00	9,22	10,45	12,29	14,14	18,44
440,00	9,43	10,69	12,58	14,47	18,87
460,00	9,65	10,93	12,86	14,79	19,30
480,00	9,85	11,17	13,14	15,11	19,71
500,00	10,06	11,40	13,41	15,42	20,12
520,00	10,26	11,62	13,68	15,73	20,52
540,00	10,45	11,85	13,94	16,03	20,91
560,00	10,64	12,06	14,19	16,32	21,29
580,00	10,83	12,28	14,44	16,61	21,67
600,00	11,02	12,49	14,69	16,90	22,04
620,00	11,20	12,69	14,93	17,18	22,40
640,00	11,38	12,90	15,17	17,45	22,76
660,00	11,56	13,10	15,41	17,72	23,12
680,00	11,73	13,29	15,64	17,99	23,46
700,00	11,90	13,49	15,87	18,25	23,81
750,00	12,32	13,96	16,43	18,89	24,64
800,00	12,72	14,42	16,97	19,51	25,45
850,00	13,11	14,86	17,49	20,11	26,23
900,00	13,50	15,30	18,00	20,70	27,00
950,00	13,86	15,71	18,49	21,26	27,73
1 000,00	14,23	16,12	18,97	21,81	28,46
1 050,00	14,58	16,52	19,44	22,35	29,16
1 100,00	14,92	16,91	19,89	22,88	29,84
1 150,00	15,26	17,29	20,34	23,39	30,52
1 200,00	15,58	17,66	20,78	23,90	31,17
1 250,00	15,90	18,03	21,21	24,39	31,81
1 300,00	16,22	18,38	21,63	24,87	32,45
1 350,00	16,53	18,73	22,04	25,35	33,06
1 400,00	16,83	19,08	22,45	25,81	33,67
1 450,00	17,13	19,42	22,84	26,27	34,27
1 500,00	17,42	19,75	23,23	26,72	34,85
1 600,00	18,00	20,40	24,00	27,60	36,00
1 700,00	18,55	21,02	24,73	28,44	37,10

Pentru determinarea debitului de calcul pentru un tronson de conductă este necesar să se efectueze următoarele operații:

— se stabilesc toate punctele de consum alimentate cu apă din tronsonul respectiv;

— se determină echivalenții de debit ai fiecărui punct de consum al apei folosind tabelul 2.2;

— se calculează suma echivalenților E ai punctelor de consum, în funcție de tipul conductelor (conform tabel 2.5);

— se determină debitul de calcul cu relația corespunzătoare din tabelul 2.3, în funcție de destinația clădirii sau direct din tabelele 2.6 sau 2.7, în funcție de destinația clădirii, de valoarea sumei echivalenților E și de regimul de funcționare al instalației.

2.1.4. Viteze economice (optime) și presiuni disponibile ale apei folosite la dimensionarea conductelor

La instalațiile în care sarcina hidrodinamică necesară („presiunea necesară") rezultă ca urmare a dimensionării conductelor se au în vedere vitezele economice și vitezele maxime admise ale apei în conducte.

Vitezele economice pentru dimensionarea conductelor de alimentare cu apă pentru consum menajer, în funcție de diametrele conductelor și de înălțimile geodezice H_g, în m, ale punctelor de consum al apei, sînt redate în tabelul 2.8 (conform STAS 1478-84).

Tabelul 2.8

Valorile vitezelor economice de circulație a apei prin conducte de diferite diametre în funcție de regimul de înălțime H_g al clădirilor (STAS 1478-84)

Diametrul nominal al conductei D_n mm	Clădiri cu puncte de consum la:	
	$H_g < 15$ m	$H_g > 15$ m
	Viteza economică, m/s	
10	0,1 ... 0,75	0,1 ... 0,5
15	0,45 ... 0,80	0,3 ... 0,55
20	0,55 ... 0,90	0,35 ... 0,6
25	0,60 ... 1,00	0,4 ... 0,65
32	0,60 ... 1,10	0,4 ... 0,7
40	0,60 ... 1,20	0,45 ... 0,7
50	0,70 ... 1,2	0,45 ... 0,75
63	0,80 ... 1,3	0,55 ... 0,8
80	0,85 ... 1,4	0,55 ... 0,85
100	0,90 ... 1,4	0,60 ... 0,9
125	0,95 ... 1,45	0,7 ... 0,95
150	1,00 ... 1,5	0,75 ... 1,0
200		
250	1,1 ... 1,6	0,8 ... 1,2
300		

Vitezele maxime admise ale apei în conducte (conform STAS 1478-84) sînt:

— în instalații de alimentare cu apă pentru consum menajer:
spitale, săli de spectacole 1,5 m/s
clădiri de locuit, social-culturale, administrative 2,0 m/s
clădiri industriale 3,0 m/s;

— în instalații de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor:
hidranți de incendiu 3 m/s
sprinclere și drencere 5 m/s.

La instalațiile la care presiunea disponibilă este dată sau impusă de condițiile de funcționare a celorlalte instalații, diametrele se aleg astfel încît presiunea disponibilă să fie — pe cît posibil — consumată integral pentru ridicarea apei, învingerea pierderilor de sarcină în întreaga instalație și asigurarea presiunii de utilizare la punctele de consum, fără a se depăși vitezele maxime indicate mai sus și fără a folosi diametre mai mici decît diametrele conductelor de legătură la armăturile obiectelor sanitare indicate în tabelul 1.37.

Presiunea maximă admisă pentru o zonă de presiune este de 60 m H_2O, atît pentru apă rece cît și pentru apă caldă, cu excepția instalațiilor de incendiu separate.

2.2. Calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer

2.2.1. Relații generale pentru calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde de consum

La calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer se consideră relațiile generale ale mișcării permanente sub presiune a fluidelor incompresibile.

Relațiile de calcul folosite sînt:

— relația de continuitate pentru un tronson de conductă cu debit constant

$$Q = Av = \text{const}, \tag{2.4}$$

în care: $Q = q_c$ este debitul de calcul al tronsonului de conductă, determinat conform punctului 2.1.3;

v — viteza economică (optimă) determinată conform punctului 2.1.4;

A — aria secțiunii transversale a tronsonului de conductă;

Pentru conducte de secțiune circulară de diametru d, din relația (2.4) se deduce

$$d = \sqrt{\frac{4q_c}{\pi v}}; \tag{2.5}$$

— relația energiilor, considerînd secțiunile de intrare (1) și de ieșire (2) în care mișcarea apei este paralelă

$$\left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = \left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{r_{1-2}}, \tag{2.6}$$

în care: z_1; z_2 sînt cotele geodezice ale secțiunilor (1), respectiv (2), față de un plan de referință unic admis, respectiv energiile specifice de poziție;

$\left(\frac{p}{\rho g}\right)_1$; $\left(\frac{p}{\rho g}\right)_2$ — înălțimile piezometrice, respectiv energiile specifice de presiune;

$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$; $\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$ — înălțimile cinetice, respectiv energiile specifice cinetice;

$h_{r_{1-2}}$ — pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe tronsonul respectiv, între secțiunile (1) și (2);

v_1; v_2 — vitezele medii în secțiunile (1) și (2);

α_1; α_2 — coeficienții Coriolis de neuniformitate a vitezelor;

ρ_1; ρ_2 — densitățile apei în secțiunile (1) și (2);

g — accelerația gravitațională.

Întrucît diferența termenilor cinetici din relația (2.6) este foarte mică, în practică se adoptă relația simplificată

$$\left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_1 = \left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_2 + h_{r_{1-2}}, \tag{2.7}$$

în care:

$$z + \frac{p}{\rho g} = H_p \tag{2.8}$$

este cota piezometrică a secțiunii;

— relații pentru calculul pierderilor de sarcină

$$h_{r_{1-2}} = (h_{rl} + h_{rl})_{1-2} = MQ^2; \tag{2.9}$$

$$h_{rl} = il = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2} = M_l Q^2 = 0{,}0826 \frac{\lambda l}{d^5} Q^2; \tag{2.10}$$

$$h_{rl} = \sum_{i=1}^{k} \xi_i \frac{\rho v^2}{2} = M_l Q^2 = 0{,}0826 \frac{\sum_{i=1}^{k} \xi_i}{d^4} Q^2; \tag{2.11}$$

$$M = M_l + M_l = 0{,}0826 \left(\frac{\lambda l}{d^5} + \frac{\sum_{i=1}^{k} \xi_i}{d^4}\right), \tag{2.12}$$

în care: h_{rl} este pierderea de sarcină liniară;

h_{rl} — pierderea de sarcină locală;

$i = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$ — pierderea de sarcină liniară specifică (unitară) sau panta hidraulică a tronsonului de conductă;

M — modulul de rezistență al tronsonului de conductă;

$M_l = 0{,}0826 \frac{\lambda l}{d^5}$ — modulul de rezistență liniară;

$M_l = 0{,}0826 \frac{\sum_{i=1}^{k} \xi_i}{d^4}$ — modulul de rezistențe locale;

l — lungimea tronsonului de conductă;

$\sum_{i=1}^{k} \xi_i$ — suma coeficienților de rezistențe locale;

$\lambda = \lambda\ (Re,\ \Delta)$ — coeficientul de rezistență hidraulică;

$Re = \frac{vd}{\nu}$ — criteriul Reynolds;

ν — coeficientul cinematic de viscozitate;

$\Delta = \frac{k}{d}$ — rugozitatea relativă a conductei;

k — rugozitatea absolută a conductei.

În practica de proiectare se utilizează frecvent calculul grafic cu ajutorul nomogramelor, redate în figurile 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7 și 2.8, trasate pe baza relațiilor (2.5), (2.10) și (2.11).

Calculul conductelor de distribuție a apei reci, executate din PVC tip G, se efectuează cu nomograma din figura 2.2 pentru instalații cu puncte de consum al apei avînd $H_g \leq 15$ m și cu nomograma din figura 2.3 pentru instalații cu $H_g > 15$ m, iar pentru țevi din oțel zincat cu nomogramele din figurile 2.4 pentru $H_g \leq 15$ m și 2.5 pentru $H_g > 15$ m.

Calculul conductelor de distribuție a apei calde de consum, executate din țevi din oțel zincat, se efectuează cu nomogramele din figurile 2.6 pentru $H_g < 15$ m și 2.7 pentru $H_g > 15$ m.

Calculul pierderilor de sarcină locale se efectuează cu nomograma din figura 2.8, pe care sînt notate și valorile coeficienților ζ de pierderi de sarcină locale, pentru principalele tipuri de rezistențe locale.

Nomogramele de calcul din figurile 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6 și 2.7 au fost trasate în următoarele ipoteze:

— pentru țevile din PVC — tip G cu dimensiunile din STAS 6675-76 s-a considerat $k = 0{,}007$ mm și fără depuneri de cruste datorate durității apei;

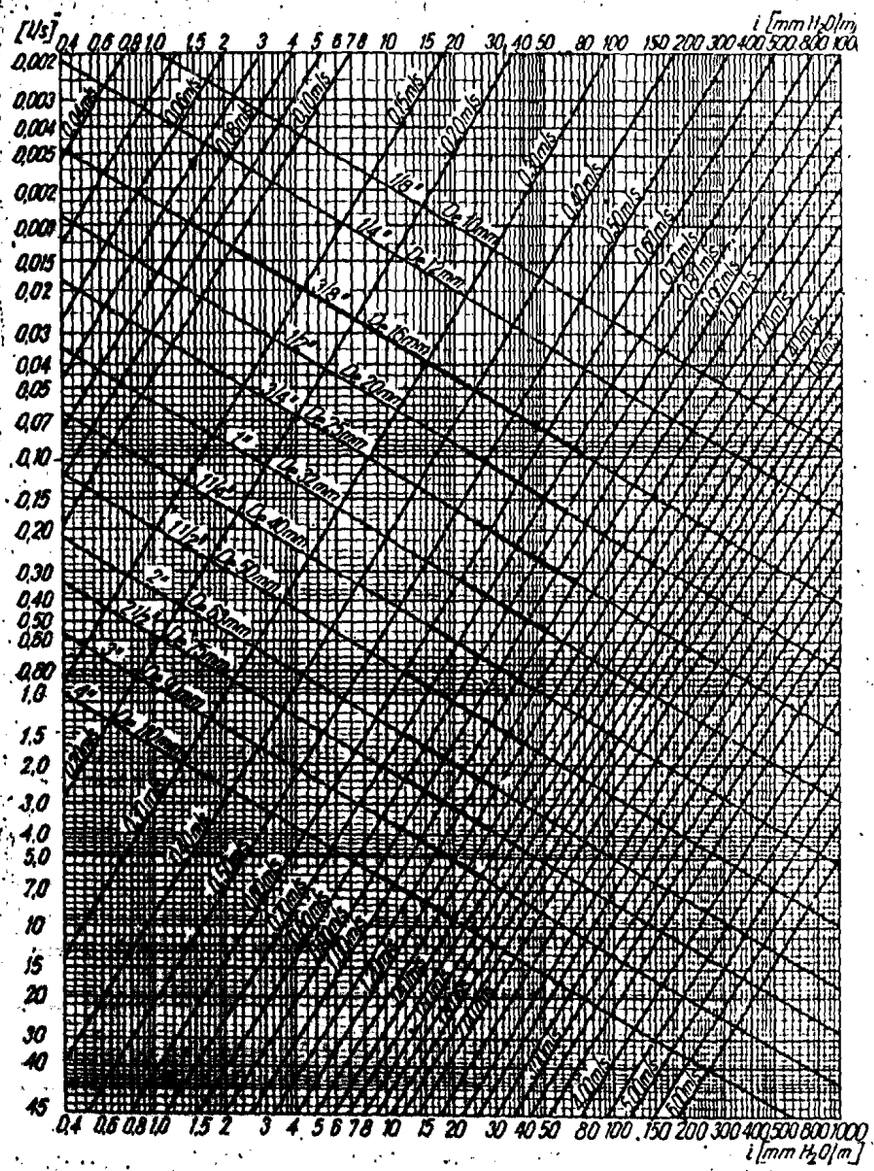


Fig. 2.2. Nomograma pentru dimensionarea conductelor din PVC, pentru apă rece, $H_g \leq 15$ m.

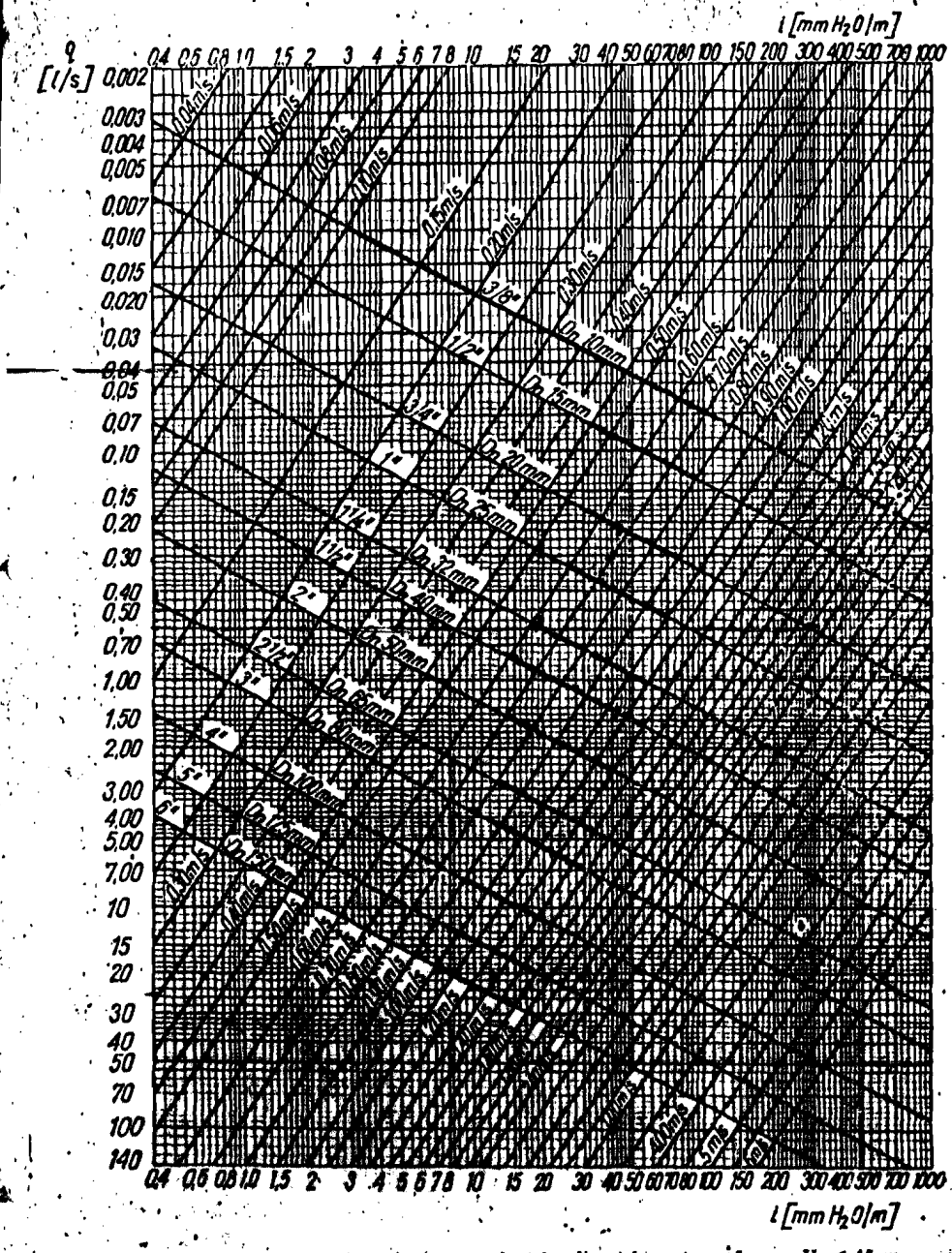


Fig. 2.4. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel, pentru apă rece, $H_g \leq 15$ m.

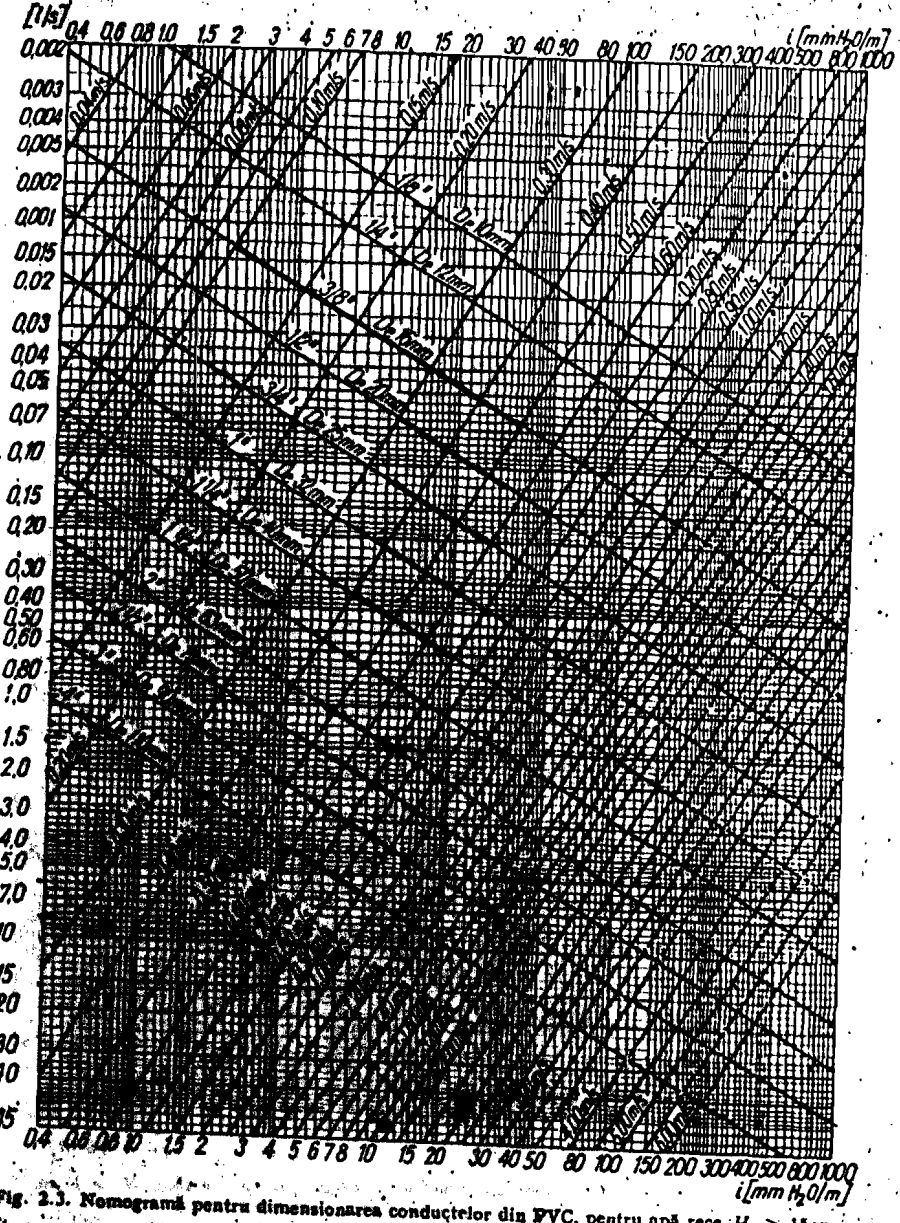


Fig. 2.5. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din PVC, pentru apă rece, $H_g > 15$ m.

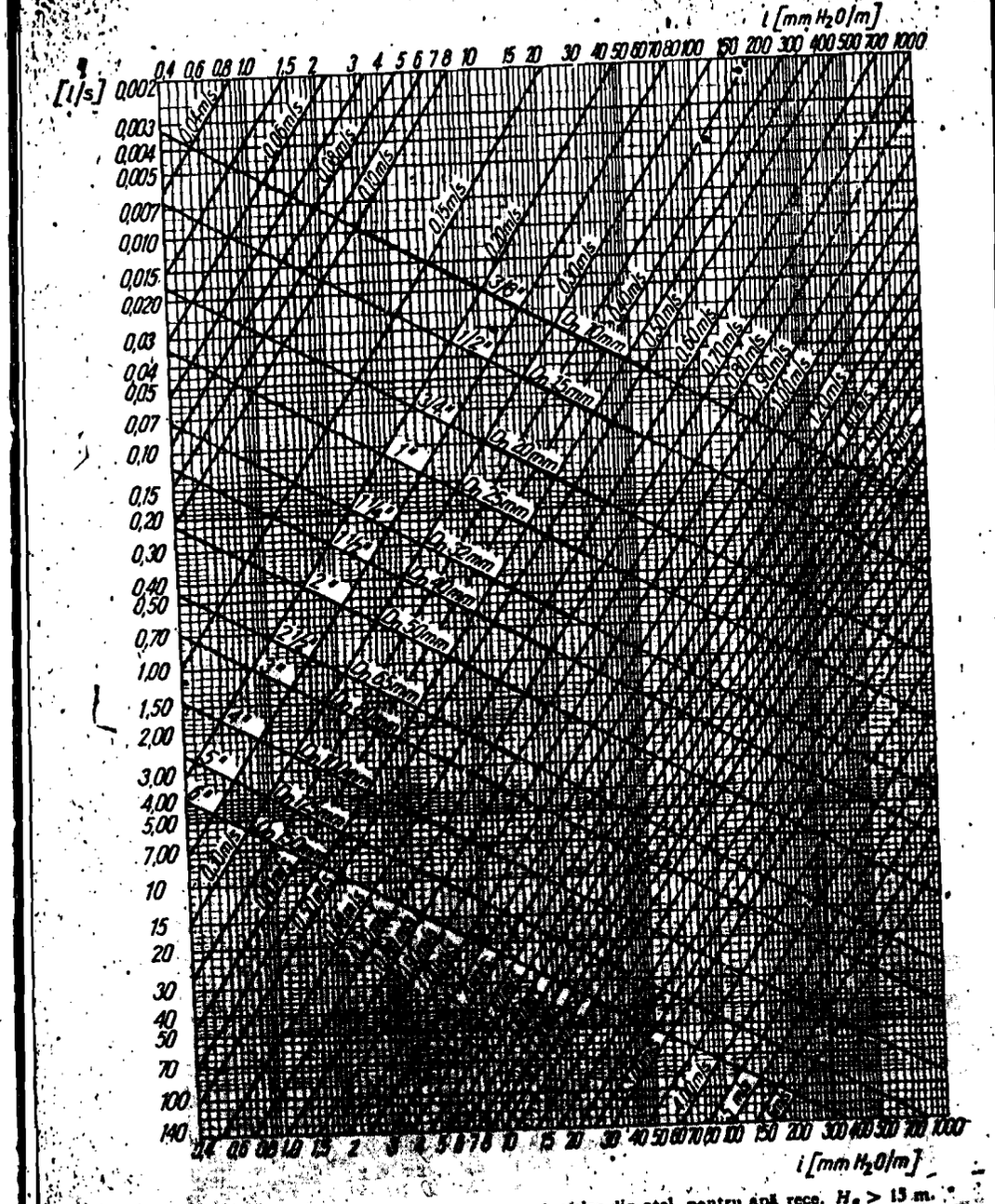


Fig. 2.5. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel, pentru apă rece, $H_g > 15$ m.

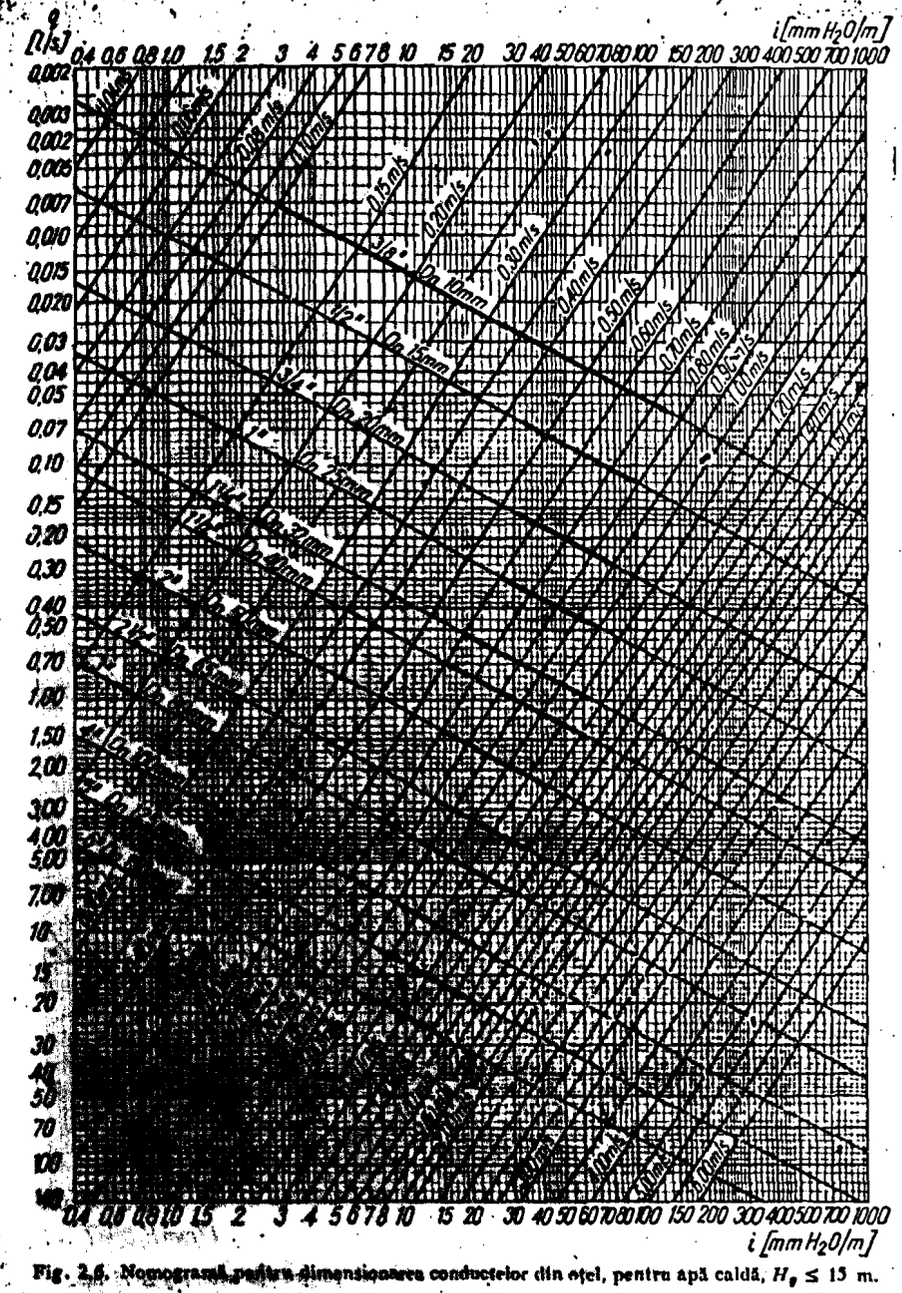


Fig. 2.6. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel, pentru apă caldă, $H_g \leq 15$ m.

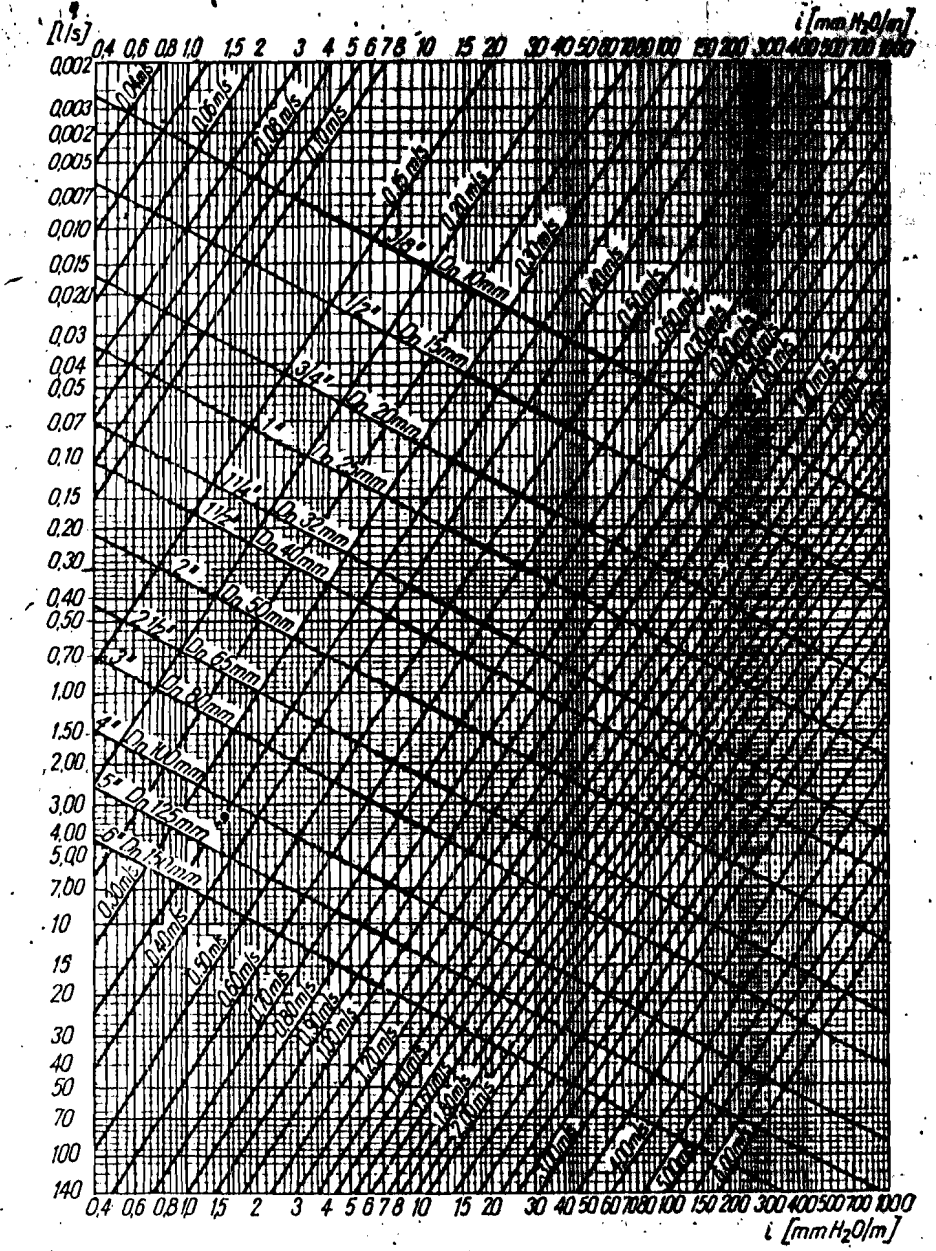


Fig. 2.7. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel, pentru apă caldă, $H_g > 15$ m.

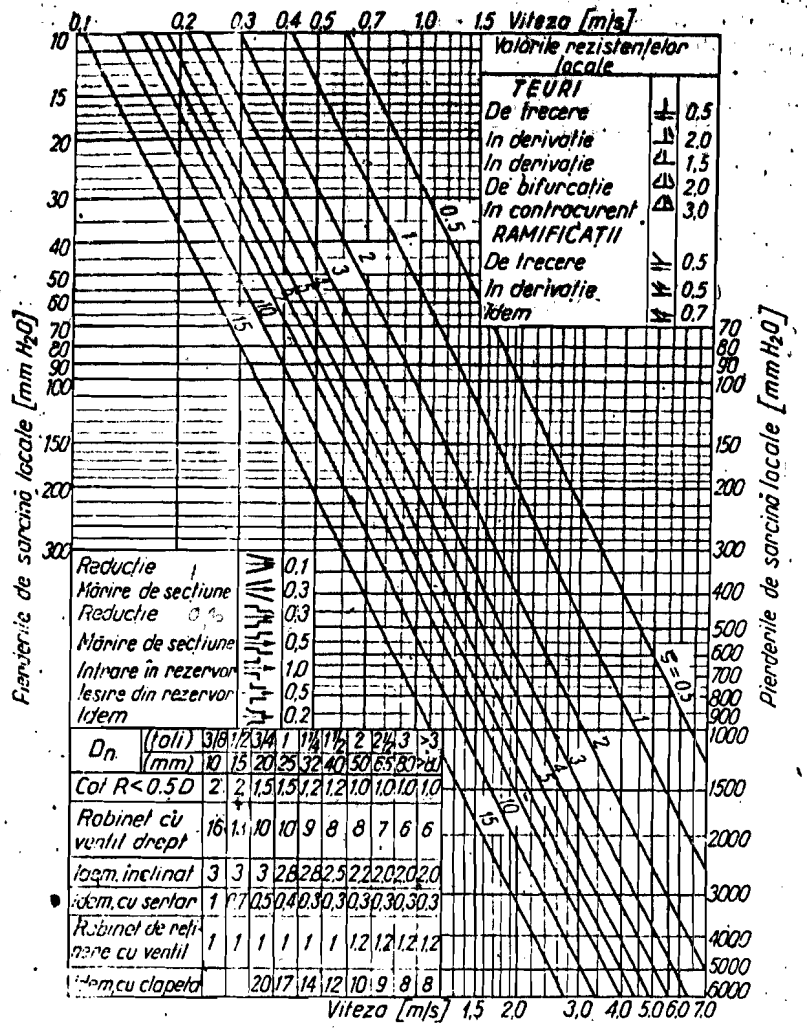


Fig. 2.8. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină locale.

— pentru țevile din oțel zincat cu dimensiunile din STAS 7656-76 s-a considerat $k = 0{,}15$ mm și grosimea δ a crustei depuse datorită durității apei: $\delta = 1{,}0$ mm pentru apa rece cu temperatura de calcul de + 10°C; $\delta = 1{,}5$ mm pentru diametre pînă la 32 mm, respectiv $\delta = 2{,}0$ mm pentru diametre mai mari de 32 mm în cazul apei calde de consum cu temperatura de calcul de + 60°C;

— pentru coeficientul de rezistență hidraulică λ s-a folosit relația Colebrook-White [3; 4].

Pe nomogramele prezentate în figurile 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6 și 2.7 s-au indicat și domeniile vitezelor economice (optime) redate în tabelul 2.8, prin îngroșarea liniilor diametrelor țevilor dintre limitele vitezelor economice.

2.2.2. Stabilirea sarcinii hidrodinamice necesare pentru alimentarea cu apă a instalațiilor din interiorul clădirilor

Considerînd că planul de referință unic admis trece prin axa conductei de racord a instalației interioare la rețeaua exterioară și scriind relația energiilor (2.7) între punctul (*1*) de alimentare cu apă a instalației și punctul de consum (*2*) cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație, rezultă sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației din interiorul clădirii, sub forma

$$H_{nec} = max\ (H_g + H_u + h_r)\ \ [mH_2O], \qquad (2.13)$$

unde: $H_{nec} = \left(\frac{p}{\rho g}\right)_1$ este sarcina hidrodinamică necesară (sau înălțimea de presiune necesară);

$H_g = z_2 - z_1$ — înălțimea geodezică a punctului de consum (*2*);

$H_u = \left(\frac{p}{\rho g}\right)_2$ — înălțimea de presiune normală de utilizare a apei la punctul de consum (*2*);

h_r — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul cuprins între punctul (*1*) de alimentare cu apă al instalației interioare și punctul (*2*) cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație.

Se subliniază că prin punct de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație interioară de alimentare cu apă se înțelege punctul de consum pentru care suma termenilor din membrul doi al relației (2.13) este maximă.

2.2.3. Metodologia de calcul hidraulic a conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer

Se disting două categorii de probleme:

— probleme de dimensionare, cînd se cunosc configurația geometrică, lungimile tronsoanelor și cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale rețelei de conducte, precum și debitele de calcul ale tuturor tronsoanelor rețelei și se cer determinarea diametrelor conductelor și pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) astfel încît să fie îndeplinită condiția

$$H_{nec} = H_{disp} = max\ (H_g + H_u + h_r)\ [mH_2O], \qquad (2.14)$$

în care H_{disp} este sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul de alimentare cu apă a instalației. În cazul în care în punctul de alimentare cu apă al instalației nu există o sarcină disponibilă, sarcina necesară H_{nec} va fi asigurată de o instalație de ridicare a presiunii apei;

— probleme de verificare, cînd la o instalație interioară dată, pentru care se cunosc configurația geometrică, lungimile tronsoanelor, cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale rețelei și diametrele tuturor tronsoanelor, se cere să se determine pierderile totale de sarcină (liniare și locale), astfel încît să fie îndeplinită condiția

$$H_{disp} = H_{efectiv} = max\ (H_g + H_u + h_r)\ [mH_2O], \qquad (2.15)$$

în care $H_{efectiv}$ este sarcina hidrodinamică efectivă în punctul de alimentare cu apă al instalației.

Dacă în calculul de verificare rezultă $H_{disp} < H_{efectiv}$, atunci alimentarea cu apă a instalației trebuie realizată prin intermediul unei instalații de ridicare a presiunii apei.

Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer și de determinare a pierderilor totale de sarcină se efectuează în următoarea succesiune logică:

operații preliminare:

— se întocmește schema izometrică de calcul hidraulic a rețelei, pe baza reprezentărilor din planurile de arhitectură și din schemele de montaj ale instalației respective;

— se identifică punctul de consum al apei cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (conform punctului 2.2.2);

— se numerotează tronsoanele de conducte montate în serie care alcătuiesc traseul de alimentare cu apă a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, numit traseu principal și, în mod analog, se numerotează tronsoanele traseelor secundare (care pornesc din nodurile traseului principal), numerotarea tronsoanelor făcîndu-se de la punctele de consum spre punctul de alimentare cu apă al instalației;

calculul hidraulic al traseului principal al rețelei:

— se determină debitul de calcul al fiecărui tronson (conf. punctului 2.1.3);

— se dimensionează fiecare tronson de conductă prin calcul grafic, cu ajutorul nomogramelor din figurile 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6 și 2.7. În aceste nomograme se intră pe ordonată cu valoarea debitului de calcul al tronsonului respectiv și la intersecția paralelei la axa absciselor cu linia diametrelor corespunzătoare vitezelor economice (liniile îngroșate pe nomogramele din figurile 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6 și 2.7 se determină un punct ale cărui coordonate sînt: diametrul d, viteza v și pierderea de sarcină liniară specifică (unitară) i;

— se identifică rezistențele locale ale fiecărui tronson și cu nomograma din figura 2.8 se determină pierderile de sarcină locale. În nomograma din figura 2.8 se intră pe abscisă cu viteza v a apei din tronsonul respectiv și ridicînd o verticală pînă la intersecția cu curba $\sum_{i=1}^{k} \zeta_i$ de valoare calculată, rezultă pe ordonată pierderea de sarcină locală h_{rl};

— se calculează pierderile de sarcină liniare $h_{rl} = il$ și totale $h_r = h_{rl} + h_{rl}$ pe fiecare tronson și prin însumare pe întreg traseul principal;

— se calculează sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord al instalației interioare de alimentare cu apă la rețeaua exterioară, aplicînd relația (2.13), în care: H_g este înălțimea geodezică a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, calculată față de planul de referință unic admis, iar H_u este presiunea de utilizare la acest punct de consum, determinată din tabelul 2.2;

calculul hidraulic al traseelor secundare ale rețelei:

— traseele secundare se calculează la sarcinile hidrodinamice disponibile, H_{disp}, în mH_2O, din nodurile j ale traseului principal, care se determină cu relația generală

$$H_{disp\,j} = H_{mac} - h'_r, \qquad (2.16)$$

în care h'_r este pierderea de sarcină totală pe tronsoanele traseului principal, care pornesc din nodul j spre punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară;

— dimensionarea tronsoanelor traseelor secundare se efectuează grafic cu aceleași nomograme (fig. 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7; 2.8) ca și la traseul principal, cu precizările următoare: pot fi utilizate și alte viteze ale apei decît cele economice, fără a depăși vitezele maxime admise (v. punctul 2.1.4); diametrele maxime ale tronsoanelor traseelor secundare vor fi cel mult egale cu diametrele tronsoanelor traseului principal în punctele de ramificație (noduri);

— în cazurile în care, prin dimensionare, sarcina hidrodinamică disponibilă H_{disp} nu poate fi consumată integral pe traseul secundar, excesul de sarcină (de presiune) se consumă prin robinete de reglaj sau diafragme dimensionate corespunzător.

La dimensionarea întregii rețele de alimentare cu apă se va respecta condiția ca diametrele conductelor succesive să fie mai mari sau cel puțin egale cu diametrele conductelor precedente, începînd de la punctele de consum al apei spre punctul de alimentare cu apă al rețelei.

Se recomandă ca toate calculele hidraulice ale rețelelor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consum menajer să fie sistematizate într-un tabel (după cum se arată în exemplele de calcul 2.1—2.8).

Se menționează că, pe baza metodologiei de mai sus, au fost elaborate programe de calcul automat al rețelelor interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer, aplicate în prezent în proiectarea acestor tipuri de instalații.

Exemplul de calcul 2.1. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, din interiorul unei clădiri de locuit avînd parter și patru etaje ($P + 4$) și să se determine sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dau: planul parter (fig. 2.9), planul etajului curent (fig. 2.10) și planul subsolului tehnic (fig. 2.11). Înălțimea unui etaj este de 2,80 m. Instalația se execută din țevi din PVC tip G. Regimul de furnizare a apei este de 24 h. Parterul clădirii are cota $\pm 0{,}00$ m. Temperatura (de calcul) apei calde de consum este de 60° C.

Rezolvare: Pe planurile parter și etaj curent se amplasează atît obiectele sanitare cît și coloanele de alimentare cu apă rece și caldă, iar pe planul subsolului tehnic se trasează conductele de distribuție a apei reci și calde și rețelele de canalizare a apelor uzate menajere, respectiv meteorice. Se întocmește schema izometrică de calcul a instalației (fig. 2.12), care reprezintă spațial toate elementele prezentate pe planurile parter, etaj curent și subsol tehnic. Conductele existente în planurile paralele cu planul de vedere se desenează la scară, fie că

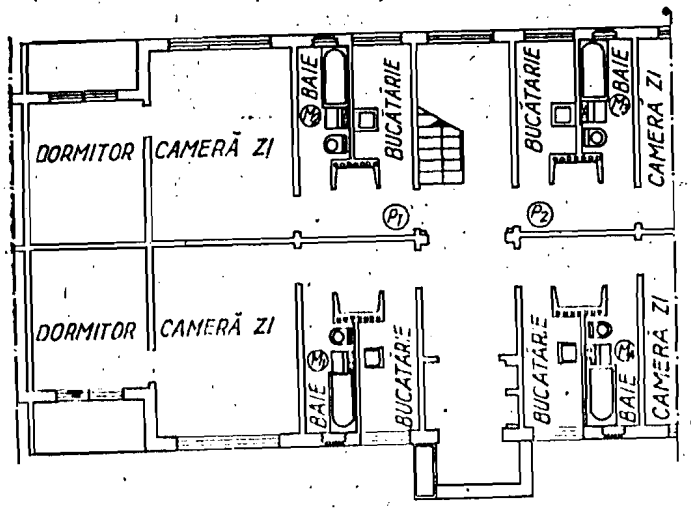


Fig. 2.9. Instalații sanitare pentru o clădire de locuit avînd $P + 4$ etaje. Plan parter.

sînt în poziție orizontală, fie că sînt în poziție verticală. Conductele situate perpendicular pe planul de vedere se desenează sub un unghi de 45°, iar în cazul în care sînt situate într-o poziție diferită de poziția perpendiculară, se desenează sub unghiuri diferite de 45°, reduse la jumătate față de unghiurile reale. Scara de reprezentare se alege în funcție de mărimea întregii instalații, pentru a se putea încadra într-un format de desen A4.

În cazul în care ar putea să apară unele suprapuneri, ca urmare a desenării tuturor elementelor la scară, se admite lungirea anumitor tronsoane pentru a se evita suprapunerile; dat fiind că în schema izometrică este obligatorie notarea lungimii fiecărui tronson, se poate admite desenarea la scări diferite a diferitelor elemente.

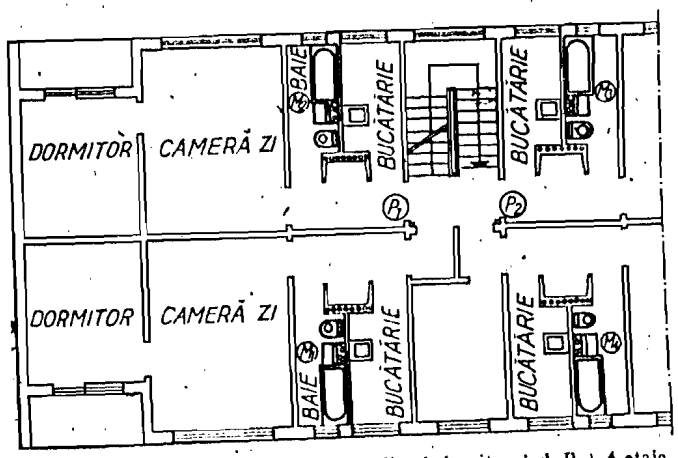


Fig. 2.10. Instalații sanitare pentru o clădire de locuit avînd $P + 4$ etaje. Plan etaj curent.

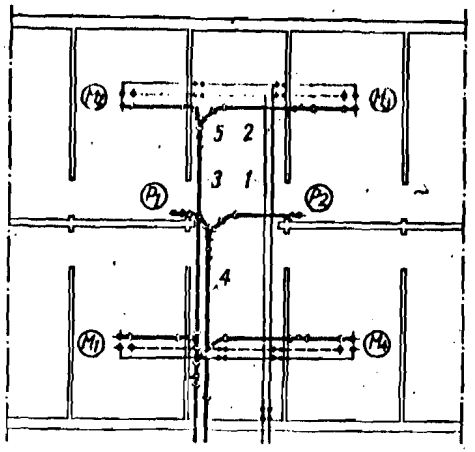


Fig. 2.11. Instalații sanitare pentru o clădire de locuit, având $P + 4$ etaje. Plan subsol tehnic:
1 — conductă de distribuție a apei reci; *2* — conductă de distribuție a apei calde; *3* — conductă de canalizare ape uzate menajere; *4* — conductă de canalizare ape meteorice; *5* — plesă de curățire.

Pentru simplificarea desenului, legăturile la obiectele sanitare au fost aduse în planul coloanelor, iar în dreptul fiecărei legături s-au notat tipurile de armături: *L* — baterie pentru lavoar D_n 15; *B* — baterie pentru baie D_n 15 la prepararea centrală a apei calde; *S* — baterie pentru spălător D_n 15; *R* — robinet pentru rezervor de closet D_n10.

Pentru identificarea tronsoanelor, la partea superioară a schemei de calcul au fost numerotate coloanele cu aceleași numere ca în planurile subsol, parter și etaj curent. Fiecare tronson a fost numerotat cu două numere, primul fiind numărul coloanei, iar al doilea numărul de ordine al tronsonului.

Pe conducta de distribuție, numerotarea tronsoanelor s-a continuat dinspre coloana care se găsește în situația cea mai defavorabilă spre racordul la rețeaua exterioară. Sub fiecare număr de tronson s-a notat lungimea tronsonului respectiv, determinată pe baza planurilor de arhitectură, a secțiunilor prin clădire și a detaliilor întocmite pentru nodurile sanitare.

În schema izometrică s-au desenat lirele de dilatare, robinetele de închidere pe derivații și robinetele de închidere cu descărcare la bazele coloanelor.

Calculul de dimensionare s-a început cu traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic (tronsoanele 2.1 ... 2.12 coloana M_2), pentru a se stabili sarcina hidrodinamică H_{rec}, în mH_2O, necesară alimentării cu apă rece a tuturor punctelor de consum. Rezultatele calculelor s-au centralizat în tabelul de calcul 2.9 care cuprinde 19 coloane.

În coloana *1* a tabelului 2.9 s-au trecut numerele tronsoanelor de conducte, începînd de la punctul de consum cel mai defavorabil amplasat din punct de vedere hidraulic și pînă la punctul de racord la rețeaua exterioară.

În coloana *2* s-au trecut numărul și felul armăturilor de alimentrae cu apă, corespunzătoare fiecărui tronson.

Echivalenții de debit pentru fiecare robinet sau baterie amestecătoare de apă rece cu apă caldă de consum menajer se iau din tabelul 2.2.

Relația de calcul pentru însumarea echivalenților de debit se ia din tabelul 2.5, ținînd seamă de temperatura apei calde de consum de 60°C și anume: $E = 0{,}7\,E_1 + E_2$.

În coloana *3* s-au trecut valorile $0{,}7\,E_1$, în care E_1 este suma echivalenților bateriilor alimentate de fiecare tronson.

În coloana *4* s-au trecut valorile E_2, reprezentînd suma echivalenților robinetelor de apă rece alimentate de tronsonul respectiv.

În coloana *5* s-a trecut suma echivalenților *E* pentru tronson (coloana 3 + coloana 4).

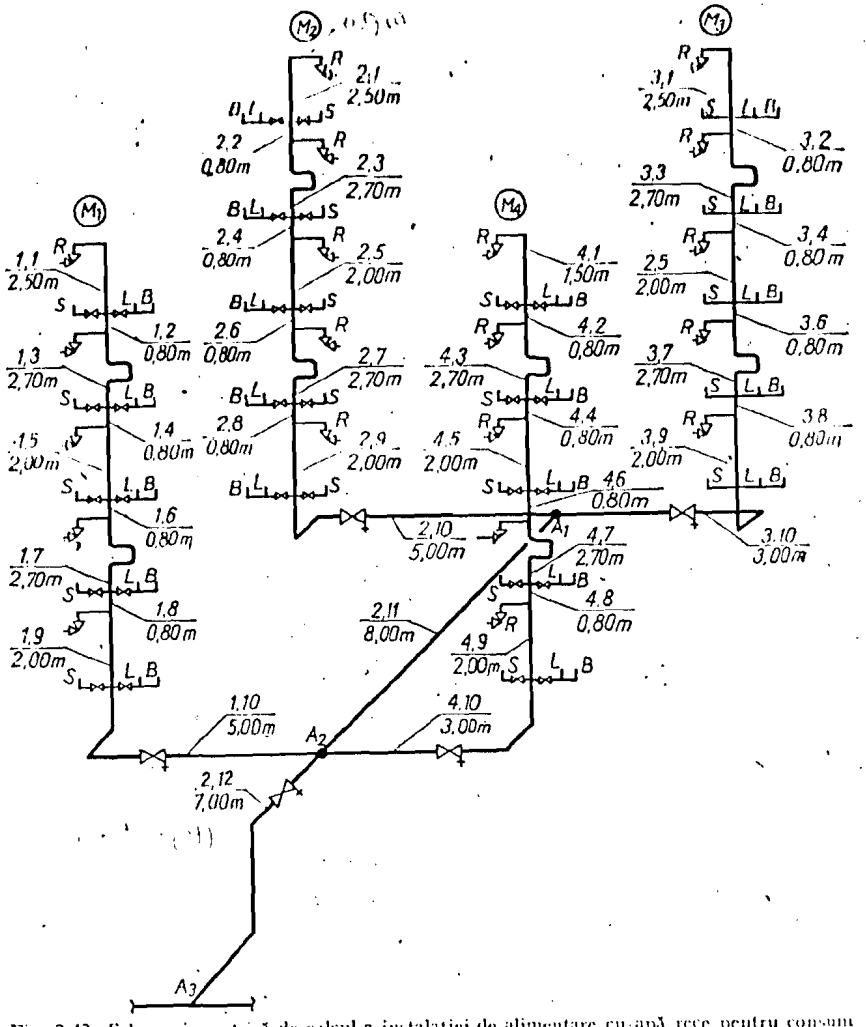


Fig. 2.12. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferente unei clădiri de locuit având $P + 4$ etaje.

Ținînd seama de regimul de furnizare al apei de 24 h și de destinația clădirii, pentru debitul de calcul al apei reci s-a aplicat relația de calcul (din tabelul 2.3): $q = b(ac\ E + 0{,}004\,E)$, în care se va considera $a = 0{,}15$ (tabel 2.4), $b = 1{,}00$ (tabel 2.5) și $c = 1{,}00$ (tabel 2.3).

În coloana *6* s-a trecut debitul de calcul q_c pentru fiecare tronson, preluat din tabelul 2.6, corespunzător valorii sumei echivalenților *E* din coloana *5* a tabelului 2.9.

În coloana *7* s-au trecut lungimile tronsoanelor *l*, în m, luate din schema de calcul (v. fig. 2.12).

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă rece pentru consum menajer afe-

Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	$0,7E_1$	E_2	E	q_c l/s	l m	d_e mm	v m/s	i mm H_2O/m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Traseul 2.1... 2.12 (coloana M_2)									
2.1	1R	—	0,50	0,50	0,075	2,50	16	0,63	60
2.2	1R+1B+1L+1S	1,65	0,50	2,15	0,23	0,80	25	0,70	40
2.3	2R+1B+1L+1S	1,65	1,00	2,65	0,24	2,70	25	0,75	45
2.4	2R+2B+2L+2S	3,29	1,00	4,29	0,32	0,80	32	0,60	22
2.5	3R+2B+2L+2S	3,29	1,50	4,79	0,34	2,00	32	0,62	24
2.6	3R+3B+3L+3S	4,24	1,50	5,74	0,38	0,80	32	0,72	30
2.7	4R+3B+3L+3S	4,24	2,00	6,24	0,40	2,70	32	0,75	32
2.8	4R+4B+4L+4S	6,58	2,00	6,58	0,41	0,80	32	0,76	33
2.9	5R+4B+4L+4S	6,58	2,50	9,08	0,49	2,00	32	0,90	42
2.10	5R+5B+5L+5S	8,23	2,50	10,73	0,53	5,00	32	0,99	50
2.11	10R+10B+10L+10S	16,45	5,00	21,45	0,78	8,00	40	0,90	32
2.12	20R+20B+20L+20S	32,9	10,00	42,9	1,15	9,00	50	0,90	32
Traseul 3.1... 3.10 (Coloana M_3); $H_{disp.\ A1}$ = 18 135,4 mmH_2O									
Tronsoanele 3.1... 3.9 la fel cu 2.1... 2.9									
3.10	5R+5B+5L+5S	8,23	2,50	10,73	0,53	3,0	32	0,99	50
Traseul 1.1... 1.10 (Coloana M_1); $H_{disp.\ A3}$ = 18 436 mm H_2O									
Tronsoanele 1.1... 1.9 la fel cu 2.1... 2.9									
1.10	5R+5B+5L+5S	8,23	2,50	10,73	0,53	5,00	32	0,99	50
Traseul 4.1... 4.10 (Coloana M_4); $H_{disp.\ A2}$ = 18 436 mm H_2O									
Tronsoanele 4.1... 4.9 la fel cu 2.1... 2.9									
4.10	5R+5B+5L+5S	8,23	2,50	10,73	0,53	3,0	32	0,99	50

În coloanele *8*; *9* și *10* s-au trecut: diametrul d, în mm, viteza medie a apei v, în m/s și panta hidraulică i, în mm H_2O/m, determinate cu ajutorul nomogramei din figura 2.2, ținînd seamă că $H_g \leq 15$ m.

În coloana *11* s-a trecut pierderea de sarcină liniară $h_{rl} = il$ pe fiecare tronson, obținută prin înmulțirea valorilor corespunzătoare coloanelor 10 și 7 din tabelul 2.9.

În coloana *12* s-a trecut suma pierderilor de sarcină liniare Σh_{rl} pe traseul dimensionat, adunînd succesiv pierderile de sarcină liniare de pe tronsoanele calculate anterior.

În coloana *14* s-a trecut suma coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$ pe fiecare tronson.

Tronson 2.1:

2 coturi d_n 10 mm	2 × 2,0 →	4,0
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16,0 →	16,0
2 teuri de trecere	2 × 0,5 →	1,0
	Total	21,0

$$h_{rl} = \Sigma\zeta \frac{v^2}{2g} \cdot 10^3$$

Tabelul 2.9

rente unei clădiri de locuit având $P + 4$ etaje (exemplul de calcul 2.1)

$h_{rl} = i \cdot l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_g mm	H_{nec} mm H_2O
11	12	13	14	15	16	17	18	19
150,0	150,0	21	442,0	442,0	592			
32,0	182,0	0,5	13,5	455,5	637,5			
121,5	303,5	7,0	210,0	665,5	969			
17,6	321,1	0,5	10,0	675,5	996,6			
48,0	369,1	1,0	22,0	697,5	1 066,6			
24,0	393,1	0,5	14,0	711,5	1 104,6			
86,4	479,5	7,0	210,0	921,5	1 401,0			
26,4	505,9	0,5	15,0	936,5	1 442,4			
84,0	589,9	1,0	45,0	981,5	1 571,4			
250,0	839,9	14,5	714,0	1 695,5	2 535,4	2 000	13 600	18 135,4
256,0	1 095,9	1,0	45,0	1 740,5	2 836,0	2 000	13 600	18 436,0
198,0	1 293,9	12,4	542,0	2 282,5	3 576,4	2 000	13 600	19 176,4
	589,9			981,5				
150	739,9	14,5	714,0	1 695,5	2 435,4	2 000	13 600	18 035,4
	589,9			981,5				
250	839,9	14,5	714,0	1 695,5	2 535,4	2 000	13 600	18 135,4
	589,9			981,5				
150	739,9	14,5	714,0	1 695,5	2 435,4	2 000	13 600	18 035,4

Tronsoane: 2.2; 2.4; 2.6; 2.8:

1 teu de trecere	1 × 0,5 →	0,5
	Total	0,5

Tronson 2.3:

4 coturi d_n 20 mm	4 × 1,5 →	6,0
2 teuri de trecere	2 × 0,5 →	1,0
	Total	7,0

Trosoane: 2.5; 2.9; 2.11:

2 teuri de trecere	2 × 0,5 →	1,0
	Total	1,0

Tronson 2.7:

4 coturi d_n 25 mm	4 × 1,5 →	6,0
2 teuri de trecere	2 × 0,5 →	1,0
	Total	7,0

Tronsoane: 2.10; 3.10:

2 coturi d_n 25 mm	2 × 1,5 = 3,0
1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10,0 = 10,0
1 teu în bifurcație	1 × 1,5 = 1,5
	Total 14,5

Tronsoane: 1.10; 4.10:

2 coturi d_n 25 mm	2 × 1,5 = 3,0
1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10,0 = 10,0
1 teu în derivație	1 × 1,5 = 1,5
	Total 14,5

Tronson 2.12:

2 coturi d_n 40 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8,0 = 8,0
1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
	Total 12,4

În coloana *14* s-a trecut pierderea de sarcină locală h_{rl} pe fiecare tronson, calculată cu ajutorul nomogramei din figura 2.8 cunoscînd viteza v de circulație a apei și $\sum\zeta$ pentru tronsonul respectiv de conductă.

Pentru valori ale sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$ diferite de cele notate pe nomograma din figura 2.8, se procedează astfel: la aceeași valoare a vitezei v citită pe axa absciselor se adună valorile pierderilor de sarcină locale h_{rl} citite pe axa ordonatelor în dreptul valorilor componente $\sum\zeta_1$; $\sum\zeta_2$;... $\sum\zeta_n$, care însumate dau valoarea $\sum\zeta$ pe tronsonul respectiv: $\sum\zeta = \sum\zeta_1 + \sum\zeta_2 + \ldots + \sum\zeta_n$. Ca exemplu, pe tronsonul de conductă 2.1 v. tabel 2.9), $\sum\zeta = 21$. Din nomograma din figura 2.8, în dreptul valorii vitezei $v = 0{,}63$ m/s rezultă: pentru $\sum\zeta = 10$, $h_{rl} = 210$ mm H_2O, iar pentru $\sum\zeta = 1$, $h_{rl} = 22$ mm H_2O și deci, pierderea de sarcină locală pe tronsonul 2.1 va fi: $h_{rl} = 2 \cdot 210 + 22 = 420 + 22 = 442$ mm H_2O.

În coloana *15* s-a trecut suma pierderilor de sarcină locale pe traseul dimensionat, adunînd succesiv pierderile de sarcină locale pe tronsoanele calculate anterior.

În coloana *16* s-a trecut suma pierderilor totale de sarcină pe traseul dimensionat $\sum h_{rt} + \sum h_{rl}$, în mm H_2O, obținută prin însumarea valorilor corespunzătoare din coloanele 12 și 15 din tabelul 2.9.

În coloanele *17* și *18* s-au trecut presiunea de utilizare H_u, în mm H_2O, luată din tabelul 2.2 și înălțimea geodezică H_g, în mm, corespunzătoare punctului de consum cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație, și anume robinetul R, tronsonul 2.1.

În coloana *19* s-a trecut sarcina hidrodinamică necesară, H_{nec} în mmH_2O, în punctul A_3 (fig. 2.12) de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă:

$$H_{nec\,A3} = H_g + H_u + h_r = 13{,}600 + 2{,}0000 + 3{,}576 = 19{,}176 \text{ mm}H_2O_3$$

$$H_{nec\,A3} = 19\,176{,}4 \text{ mm } H_2O = 19{,}2 \text{ m } H_2O$$

Calculul hidraulic al traseelor secundare care pornesc din punctele de ramificare A_1 și A_2 ale traseului principal, se efectuează la sarcinile disponibile din aceste puncte, cu relația (2.16) și rezultă: $H_{disp\,A1} = 18{,}135$ mH_2O; $H_{disp\,A2} = 18{,}436$ mH_2O.

Din tabelul 2.9 se observă că prin dimensionare s-a realizat o bună echilibrare hidraulică a rețelei în punctele de ramificare A_1 și A_2, întrucît: $H_{efectiv\,A1} = 18{,}035$ m$H_2O < H_{disp\,A1}$ și $H_{efectiv\,A2} = 18{,}135$ m$H_2O < H_{disp\,A2}$ iar diferențele:

$$H_{disp\,A1} - H_{efectiv\,A1} = 0{,}100 \text{ m}H_2O; \quad H_{disp\,A2} - H_{efectiv\,A2} = 0{,}301 \text{ m}H_2O$$

sînt sub 5% din valorile sarcinilor disponibile în punctele A_1, respectiv A_2.

Diametrele conductelor de legătură de la armăturile obiectelor sanitare la coloanele $M_1 \ldots M_6$ se iau din tabelul 1.37.

Exemplul de calcul 2.2. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, din interiorul unei clădiri de locuit avînd parter și opt etaje (P + 8) și să se determine sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dau: planul parter (fig. 2.9), planul etajului curent (fig. 2.10) și planul subsolului tehnic (fig. 2.11). Înălțimea unui etaj este de 2,80 m. Parterul clădirii are cota ±0,00 m

Instalația se execută din țevi din PVC tip G. Regimul de furnizare a apei este de 24 h. Temperatura (de calcul) apei calde de consum este de 60°C.

Rezolvare. Planurile subsol, parter și etaj curent sînt aceleași ca în în exemplul de calcul 2.1, diferind numai numărul de etaje ale clădirii. Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer fiind reprezentată în figurile 2.9; 2.10 și 2.11 s-a întocmit schema izometrică de calcul din figura 2.13, armăturile avînd aceleași notații și dimensiuni ca în figura 2.12 (exemplul de calcul 2.1).

Calculul hidraulic al conductelor este redat în tabelul 2.10 și se efectuează analog celui prezentat în exemplul de calcul 2.1 (tabel 2.9), cu observația că $H_g > 15$ m și deci, pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.3.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$:

Tronson 2.1:

2 coturi d_n 10 mm	2 × 2 = 4
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16
2 teuri de trecere	2 × 0,5 = 1
	Total 21

Tronsoane: 2.2; 2.4; 2.6; 2.8; 2.10; 2.12; 2.14; 2.16:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 2.3:

4 coturi d_n 25 mm	4 × 1,5 = 6,0
2 teuri de treceri	2 × 0,5 = 1,0
	Total 7,0

Tronsoane: 2.5; 2.9; 2.13; 2.17; 2.19:

2 teuri de trecere	2 × 0,5 = 1,0
	Total 1,0

Tronsoane: 2,7; 2.11:

4 coturi d_n 32 mm	4 × 1,2 = 4,8
2 teuri de trecere	2 × 0,5 = 1,0
	Total 5,8

Tronsoane; 2.15:

4 coturi d_n 40 mm	4 × 1,2 = 4,8
2 teuri de trecere	2 × 0,5 = 1,0
	Total 5,8

Tronsoane: 2.18; 3.18:

2 coturi d_n 40 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu de bifurcație	1 × 2,0 = 2,0
	Total 12,4

Tronson: 2.20:

2 coturi d_n 50 mm	2 × 1,0 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 50 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
	Total 4,3

Tronsoane: 1.18; 4.18:

2 coturi d_n 40 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8,0 = 8,0
1 teu derivație	1 × 1,5 = 1,5
	Total 11,9

Din tabelul 2.10 (coloana 19) se observă că sarcina hidrodinamică necesară alimentării cu apă a instalației interioare, determinată în punctul A_3 (fig. 2.13) este $H_{nec} = 28{,}696$ mH_2O.

Traseele secundare au fost dimensionate la presiunile disponibile din nodurile de ramificare A_1, respectiv A_2, realizîndu-se echilibrarea hidraulică a rețelei (v. tabel. 2.10). Diame-

Nr. tron son	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	0,7 E_1	E_2	E	q_c l/s	l m	d_e mm	v m/s	i $\frac{mm H_2O}{m}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Traseul 2.1 ... 2.20 (Coloana M_2)								
2.1	1R	—	0,50	0,50	0,75	2,50	16	0,63	55
2.2	1R+1L+1B+1S	1,65	0,50	2,15	0,23	0,80	32	0,42	12
2.3	2R+1L+1B+1S	1,65	1,00	2,65	0,24	2,70	32	0,45	13
2.4	2R+2L+2B+2S	3,29	1,00	4,29	0,32	0,80	32	0,60	22
2.5	3R+2L+2B+2S	3,29	1,50	4,79	0,34	2,00	40	0,41	8
2.6	3R+3L+3B+3S	4,24	1,50	5,74	0,38	0,80	40	0,45	9
2.7	4R+3L+3B+3S	4,24	2,00	6,24	0,40	2,70	40	0,48	11
2.8	4R+4L+4B+4S	6,58	2,00	6,58	0,41	0,80	40	0,48	11,5
2.9	5R+4L+4B+4S	6,58	2,50	9,08	0,49	2,00	40	0,58	15
2.10	5R+5L+5B+5S	8,23	2,50	10,73	0,53	0,80	40	0,62	17
2.11	6R+5L+5B+5S	8,23	3,00	11,23	0,55	2,70	40	0,68	19
2.12	6R+6L+6B+6S	9,87	3,00	12,87	0,57	0,80	40	0,69	20
2.13	7R+6L+6B+6S	9,87	3,50	13,37	0,60	2,00	40	0,70	20
2.14	7R+7L+7B+7S	11,52	3,50	15,02	0,64	0,80	50	0,48	8
2.15	8R+7L+7B+7S	11,52	4,00	15,52	0,65	2,70	50	0,50	9
2.16	8R+8L+8B+8S	13,16	4,00	17,16	0,68	0,80	50	0,52	9,5
2.17	9R+8L+8B+8S	13,16	4,50	17,66	0,69	2,00	50	0,53	10,0
2.18	9R+9L+9B+9S	14,81	4,50	19,31	0,73	5,00	50	0,55	10,5
2.19	18R+18L+18B+18S	29,61	9,00	38,61	1,08	10,00	63	0,52	7,0
2.20	36R+36L+36B+36S	59,22	18,00	77,22	1,63	8,00	63	0,76	14,0
	Traseul 3.1 ... 3.18 (Coloana M_3); $H_{disp.\ A1}$ = 28 363,7 mm H_2O								
	Tronsoanele 3.1 ... 3.17 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.17								
3.18	9R+9L+9B+9S	14,81	4,50	19,31	0,73	3,0	50	0,55	10,5
	Traseul 1.1 ... 1.18 (Coloana M_1); $H_{disp.\ A2}$ = 28 448,7 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.1 ... 1.17 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.17								
1.18	9R+9L+9B+9S	14,81	4,50	19,31	0,73	5,0	50	0,55	10,5
	Traseul 4.1 ... 4.18 (Coloana M_4); $H_{disp.\ A3}$ = 28 448,7 mm H_2O								
	Tronsoanele 4.1 ... 4.17 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.17								
4.18	9R+9L+9B+9S	14,81	4,50	19,31	0,73	3,0	50	0,55	10,5

trele conductelor de legătură de la armăturile obiectelor sanitare la coloanele M_1 ..., M_4 se iau din tabelul 1.37.

Exemplul de calcul, 2.3. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer din interiorul unei școli având parter și trei etaje și să se determine sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

$H_{nec.\ A3}$ = 28 696,7 mm H_2O

Tabelul 2.10

aferente unei clădiri de locuit $P + 8$ etaje (exemplul de calcul 2.2)

$h_{rl} = i \cdot l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma h_{rl} + h_{rl}$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_g mm	H_{nec} mm H_2O
11	12	13	14	15	16	17	18	19
137,5	137,5	21,5	442	442	579,5			
9,6	147,1	0,5	10	452	599,1			
35,1	182,2	7,0	80	532	714,2			
17,6	199,8	0,5	10	542	741,8			
16,0	215,8	1,0	10	552	767,8			
7,2	223,0	0,5	10	562	785,0			
29,70	252,7	5,8	70	632	884,7			
9,2	261,9	0,5	10	642	903,9			
30,0	291,9	1,0	18	660	951,9			
13,6	305,5	0,5	10,5	670,5	976,0			
51,3	356,8	5,8	12,0	682,5	1 039,9			
116,0	372,8	0,5	12,0	694,5	1 067,3			
40,0	412,8	1,0	27,0	721,5	1 134,3			
6,40	419,2	0,5	10,0	731,5	1 150,7			
24,3	443,5	5,8	78,0	809,5	1 253,0			
7,6	458,7	0,5	10,0	819,5	1 278,2			
20,0	478,7	1,0	16,0	835,5	1 314,2			
52,5	531,2	12,4	197,0	1 032,5	1 563,7	2 000	24 800	28 363,7
70,0	601,2	1,0	150	1 047,5	1 648,7	2 000	24 800	28 448,7
112,0	713,2	4,3	136	1 183,5	1 896,7	2 000	24 800	28 696,7
	478,7			835,5				
31,5	510,2	12,4	203	1 038,5	1 548,7	2 000	24 800	28 348,7
	478,7			835,5				
52,5	531,2	11,9	183	1 018,5	1 549,7	2 000	24 800	28 349,7
	478,7			835,5				
31,5	510,2	11,9	181	1 101,5	1 614,7	2 000	24 800	28 414,7

$H_{nec.\ A3}$ = 28696,7 mm H_2O

Se dă schema izometrică de calcul din figura 2.14 pe care sînt notate tipurile de armături pentru obiectele sanitare: L — baterie pentru lavoar D_n15; R — robinet pentru rezervor de closet D_n10; P — robinet pentru pisoar individual D_n10, precum și lungimile tronsoanelor de conducte.

Parterul clădirii are cota ±0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 4,00 m. Instalația se execută din țevi din PVC tip G. Regimul de furnizare a apei este de 14 ore/zi. Temperatura (de calcul) apei calde de consum este de 45°C.

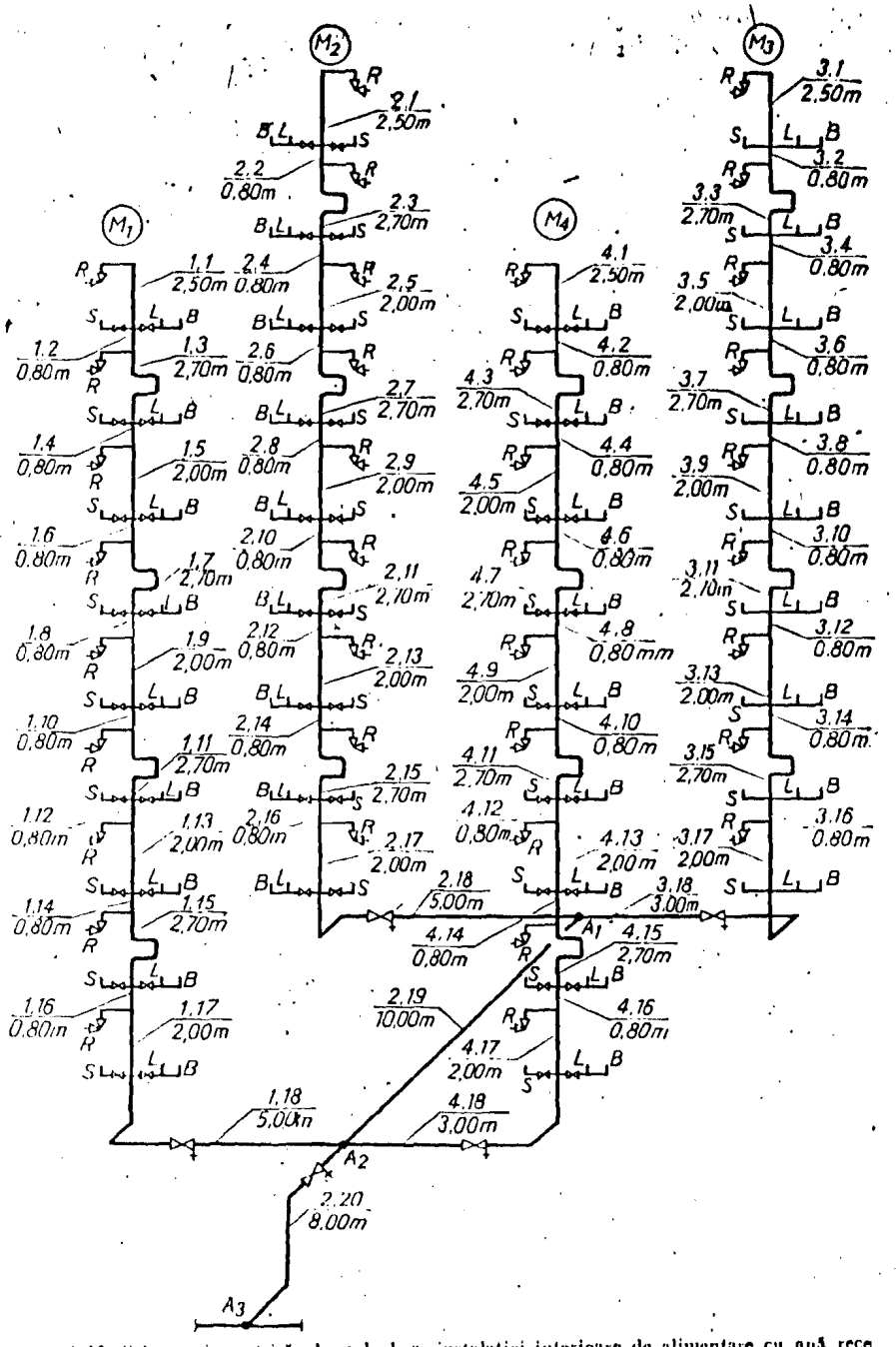


Fig. 2.13. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferente unei clădiri de locuit având $P + 8$ etaje.

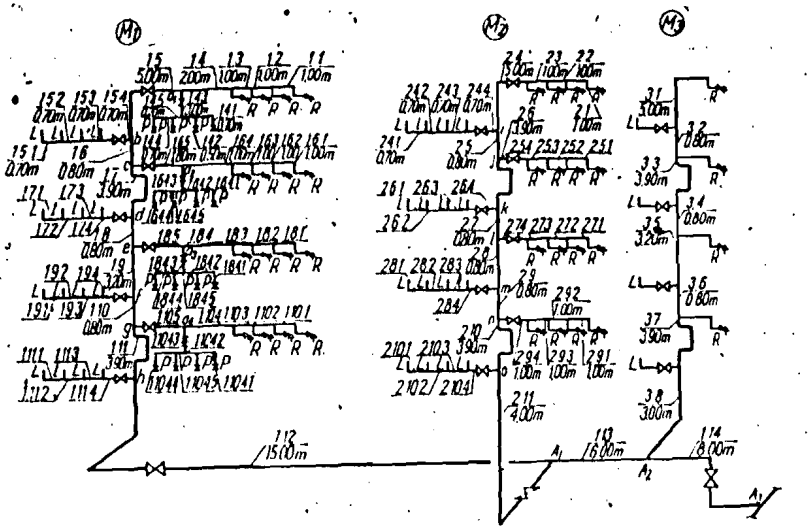


Fig. 2.14. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferente unei școli având $P + 3$ etaje.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1 ... 1.14 de alimentare cu apă al punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (robinetul R de pe tronsonul 1.1, coloana M_1 — fig. 2.14) și este redat în tabelul 2.11.

Echivalenții de debit ai armăturilor s-au luat din tabelul 2.2, iar $E = E_1 + E_2$ din tabelul 2.5 pentru temperatura apei calde de consum de 45°C.

Ținînd seama de regimul de furnizare a apei de 14 h/zi și de destinația clădirii (școală), din tabelul 2.3 s-a folosit relația $q_c = abc\sqrt{E}$ pentru debitul de calcul al conductelor, în care $a = 0{,}20$ (tabel 2.4), $b = 1{,}00$ (tabel 2.5) și $c = 1{,}80$ (tabel 2.3). Valorile debitului de calcul s-au luat din tabelul 2.7.

Întrucît înălțimea geodezică $H_g > 15$ m și se utilizează țevi din PVC tip G, s-a folosit pentru dimensionare nomograma din figura 2.3.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$, pentru tronsoanele 1.1 ... 1.14

Tronson 1.1:

2 coturi d_n 10 mm	$2 \times 2 = 4{,}0$
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm.	$1 \times 16 = 16{,}0$
1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	20,5

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.8; 1.9; 1.10; 1.13:

1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	0,5

Tronson: 1.5:

1 cot d_n 32 mm	$1 \times 1{,}2 = 1{,}2$
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm	$1 \times 9{,}0 = 9{,}0$
1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	10,7

Tronson 1.7:

4 coturi d_n 40 mm	$4 \times 1{,}2 = 4{,}8$
1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	5,3

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă rece pentru

Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	E_1	E_2	E	q_c l/s	l m	d_c mm	v m/s	i mm H_2O / m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Traseul 1.1 ... 1.14 (Coloana M_1)								
1.1	1R	—	0,5	0,5	0,1	1,0	16	0,78	85,0
1.2	2R	—	1,0	1,0	0,2	1,0	25	0,60	28,0
1.3	3R	—	1,5	1,5	0,3	1,0	32	0,58	19,0
1.4	4R	—	2,0	2,0	0,4	2,0	40	0,46	10,0
1.5	4R+4P	—	2,68	2,68	0,54	5,0	40	0,62	17,0
1.6	4L+4R+4P	1,4	2,68	4,08	0,73	0,8	50	0,54	10,0
1.7	4L+8R+8P	1,4	5,36	6,76	0,94	3,9	50	0,70	16,0
1.8	8L+8R+8P	2,8	5,36	8,16	1,03	0,8	63	0,48	6,0
1.9	8L+12R+12P	2,8	8,04	10,84	1,19	3,2	63	0,53	7,5
1.10	12L+12R+12P	4,2	8,04	12,24	1,26	0,8	63	0,60	9,0
1.11	12L+16R+16P	4,2	10,72	14,92	1,39	3,9	63	0,65	11,0
1.12	16L+16R+16P	5,6	10,72	16,32	1,45	15,0	63	0,70	12,0
1.13	32L+32R+16P	11,2	18,72	29,92	1,97	6,0	75	0,68	9,5
1.14	36L+36R+16P	12,6	20,72	33,32	2,07	8,0	75	0,72	11,0
	Traseul 2.1 ... 2.11 (Coloana M_2); $H_{disp.\ A_2}$ = 19 403,8 mm H_2O								
2.1	1R	—	0,5	0,5	0,1	1,0	16	0,78	85,0
2.2	2R	—	1,0	1,0	0,2	1,0	25	0,60	28,0
2.3	3R	—	1,5	1,5	0,3	1,0	32	0,58	19,0
2.4	4R	—	2,0	2,0	0,4	5,0	40	0,46	10,0
2.5	4L+4R	1,4	2,0	3,4	0,66	0,8	50	0,48	7,5
2.6	4L+8R	1,4	4,0	5,4	0,84	3,9	50	0,65	15,0
2.7	8L+8R	2,8	4,0	6,8	0,94	0,8	50	0,70	16,0
2.8	8L+12R	2,8	6,0	8,8	1,07	3,2	63	0,48	6,0
2.9	12L+12R	4,2	6,0	10,2	1,15	0,8	63	0,53	8,0
2.10	12L+16R	4,2	8,0	12,2	1,26	3,9	63	0,60	9,0
2.11	16L+16R	5,6	8,0	13,6	1,33	4,0	63	0,62	10,0
	Se recalculează tronsoanele 2.8; 2.9; 2.10 Tronsoanele: 2.1 ... 2.7								
2.8	8L+12R	2,8	6,0	8,8	1,07	3,2	50	0,80	20,0
2.9	12L+12R	4,2	6,0	10,2	1,15	0,8	50	0,90	26,0
2.10	12L+16R	4,2	8,0	12,2	1,26	3,9	50	0,96	28,0
2.11	16L+16R	5,6	8,0	13,6	1,33	4,0	63	0,62	10,0
	Traseul 3.1 ... 3.6 (Coloana M_3); $H_{disp.\ A_3}$ = 19 472,8 mm H_2O								
3.1	1R	—	0,5	0,5	0,1	5,0	16	0,78	85,0
3.2	1L+1R	0,35	0,5	0,85	0,17	0,8	25	0,52	22,0
3.3	1L+2R	0,35	1,0	1,35	0,27	3,9	32	0,50	16,0
3.4	2L+2R	0,7	1,0	1,7	0,34	0,8	32	0,64	24,0
3.5	2L+3R	0,7	1,5	2,2	0,44	3,2	40	0,50	11,5
3.6	3L+3R	1,05	1,5	2,55	0,51	0,8	40	0,60	15,0
3.7	3L+4R	1,05	2,0	3,05	0,62	3,9	40	0,70	22,0
3.8	4L+4R	1,4	2,0	3,4	0,66	3,0	50	0,50	9,0
	Conducte de legătură la Coloana M_1 Traseul 1.4.1 ... 1.4.3; $H_{disp.\ a_1}$ = 18 419 mm H_2O								
1.4.1	1P	—	0,17	0,17	0,03	0,7	16	0,23	9,0
1.4.2	2P	—	0,34	0,34	0,06	0,5	16	0,48	35,0
1.4.3	4P	—	0,68	0,68	0,13	3,0	20	0,62	40,0

Tabelul 2.11

consum menajer aferente unei școli având P + 3 etaje (exemplul de calcul 2.3)

$h_{rl} = i \cdot l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	$h_r l$ mm H_2O	$\Sigma h_r l$ mm H_2O	$\Sigma h_r l + \Sigma h_{rl}$ mm H_2O	H_a mm H_2O	H_g mm	$H_{nec.}$ mm H_2O
11	12	13	14	15	16	17	18	19
85,0	85,0	20,5	637,0	637,0	722,0			
28,0	113,0	0,5	10,0	647,0	760,0			
19,0	132,0	0,5	10,0	657,0	789,0			
20,0	152,0	0,5	10,0	667,0	819,0	2 000	15 600	18 419,0
85,0	237,0	10,7	211,0	878,0	1 115,0	2 000	15 600	18 715,0
8,0	245,0	0,5	10,0	888,0	1 133,0	2 000	15 600	18 733,0
62,4	307,4	5,3	142,0	1 030,0	1 337,4	2 000	15 600	18 937,4
4,8	312,2	0,5	10,0	1 040,0	1 352,2	2 000	15 600	18 952,2
24,0	336,2	0,5	10,0	1 050,0	1 386,2	2 000	15 600	18 986,2
7,2	343,4	0,5	10,0	1 060,0	1 403,4	2 000	15 600	19 003,4
42,9	386,3	4,5	101,5	1 161,5	1 547,8	2 000	15 600	19 147,8
180,0	566,3	2,8	76,0	1 237,5	1 803,8	2 000	15 600	19 403,8
57,0	623,3	0,5	12,0	1 249,5	1 872,8	2 000	15 600	19 472,8
88,0	711,3	4,3	120,0	1 369,5	2 080,8	2 000	15 600	19 680,8
85,0	85,0	20,5	637,0	637,0	722,0			
28,0	113,0	0,5	10,0	647,0	760,0			
19,0	132,0	0,5	10,0	657,0	789,0			
50,0	182,0	10,7	122,0	779,0	961,0	2 000	15 600	18 561,0
6,0	188,0	0,5	10,0	789,0	977,0	2 000	15 600	18 577,0
58,5	246,5	5,3	130,0	919,0	1 165,5	2 000	15 600	18 765,5
12,8	259,3	0,5	13,0	932,0	1 191,3	2 000	15 600	18 791,3
19,2	278,5	0,5	10,0	942,0	1 220,5	2 000	15 600	18 820,0
6,4	284,9	0,5	10,0	952,0	1 236,9	2 000	15 600	18 836,9
35,1	320,0	4,5	88,0	1 040,0	1 360,0	2 000	15 600	18 960,0
40,0	360,0	3,3	70,0	1 110,0	1 470,0	2 000	15 600	19 070,0
	239,3			932,0				
64,0	323,3	0,5	18,0	950,0	1 273,2			18 873,3
20,8	344,1	0,5	22,0	972,0	1 316,1	2 000	15 600	18 916,1
109,2	453,3	5,3	234,0	1 206,0	1 659,3	2 000	15 600	19 259,3
40,0	493,3	3,3	70,0	1 276,0	1 769,3	2 000	15 600	19 369,3
425,0	425,0	22,5	683,0	683,0	1 108,0			
17,6	442,6	0,5	10,0	693,0	1 135,6			
62,4	505,0	6,5	90,0	783,0	1 288,0			
19,2	524,2	0,5	11,0	794,0	1 318,2			
36,8	561,0	0,5	10,0	804,0	1 365,0			
12,0	573,0	0,5	10,0	814,0	1 387,0			
85,8	658,8	5,3	142,0	956,0	1 614,8			
27,0	685,8	9,2	120,0	1 076,0	1 761,8	2 000	15 600	19 361,8
6,3	6,3	18,5	56,0	56,6	62,3			
17,5	23,8	2,0	24,0	80,0	103,8			
120,0	143,8	15,0	300,0	380,0	523,8	2 000	15 600	18 123,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Traseul 1.5.1 ... 1.5.4; $H_{disp.b}$ = 18 715 mm H_2O								
1.5.1	1L	0,35	—	0,35	0,07	0,7	20	0,35	17,0
1.5.2	2L	0,70	—	0,7	0,14	0,7	20	0,70	50,0
1.5.3	3L	1,05	—	1,05	0,21	0,7	20	1,05	100,0
1.5.4	4L	1,40	—	1,4	0,28	0,7	20	1,45	170,0
	Traseul 1.6.1 ... 1.6.5; $H_{disp.c}$ = 18 733 mm H_2O								
1.6.1	1R	—	0,5	0,5	0,1	1,0	16	0,78	85,0
1.6.2	2R	—	1,0	1,0	0,2	1,0	16	1,55	270,0
1.6.3	3R	—	1,5	1,5	0,3	1,0	20	1,55	200,0
1.6.4	4R	—	2,0	2,0	0,4	2,0	20	1,95	300,0
1.6.5	4R+4P	—	2,68	2,68	0,54	1,8	25	1,60	160,0
	Traseul 1.6.4.1 ... 1.6.4.3; $H_{disp.a_1}$ = 16 936 mm H_2O								
1.6.4.1	1P	—	0,17	0,17	0,034	0,7	16	0,23	9,0
1.6.4.2	2P	—	0,34	0,34	0,06	0,5	16	0,48	35,0
1.6.4.3	4P	—	0,68	0,68	0,13	3,0	16	1,00	120,0
	Traseul 1.7.1 ... 1.7.4; $H_{disp.d}$ = 18 937,4 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.7.1 ... 1.7.4 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4								
	Traseul 1.8.1 ... 1.8.5; $H_{disp.e}$ = 18 952,2 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.8.1 ... 1.8.5 la fel cu tronsoanele 1.6.1 ... 1.6.5								
	Traseul 1.8.4.1 ... 1.8.4.3; $H_{disp.a_2}$ = 17 154,2 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.8.4.1 ... 1.8.4.3 la fel cu tronsoanele 1.6.4.1 ... 1.6.4.3								
	Traseul 1.9.1 ... 1.9.4; $H_{disp.f}$ = 18 896,2 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.9.1 ... 1.9.4 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4								
	Traseul 1.10.1 ... 1.10.5; $H_{disp.g}$ = 19 003,4 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.10.1 ... 1.10.5 la fel cu tronsoanele 1.6.1 .... 1.6.5								
	Traseul 1.10.4.1 ... 1.10.4.3; $H_{disp.a_3}$ = 17 205,4 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.10.4.1 ... 1.10.4.3 la fel cu tronsoanele 1.6.4.1 ... 1.6.4.3								
	Traseul 1.11.1 ... 1.11.4; $H_{disp.h}$ = 19 147,0 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.11.1 ... 1.11. 4 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4								
	Conducte de legătură cu coloana M_2								
	Traseul 2.4.1 ... 2.4.4; $H_{disp.i}$ = 18 561 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.4.1 ... 2.4.4 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4								
	Traseul 2.5.1 ... 2.5.4: $H_{disp.j}$ = 18 577 mm H_2O								
2.5.1	1R	—	0,5	0,5	0,1	1,0	16	0,78	85,0
2.5.2	2R	—	1,0	1,0	0,2	1,0	16	1,55	270,0
2.5.3	3R	—	1,5	1,5	0,3	1,0	20	1,55	200,0
2.5.4	4R	—	2,0	2,0	0,4	1,0	20	1,95	300,0

Tabelul 2.11 (continuare)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
11,90	11,90	2,5	14,0	14,0	25,9			
35,00	46,90	0,5	13,0	27,0	73,9			
70,00	116,90	0,5	30,0	57,0	173,9			
119,00	235,90	15,0	1 600,0	1 657,0	1 892,0	2 000	12 800	16 692,2
85,0	85,0	20,5	637,0	637,0	722,0			
270,0	355,0	0,5	65,0	702,0	1 057,0			
200,0	555,0	0,5	65,0	767,0	1 322,0			
600,0	1 155,0	0,5	100,0	867,0	2 022,0			
288,0	1 443,0	12,0	1 510,0	2 377,0	3 820,0	2 000	11 600	17 420,0
6,3	6,3	18,5	56,0	56,0	62,3			
17,5	23,8	2,0	24,0	80,0	103,8			
360,0	383,8	18,0	630,0	730,0	1 113,8	2 000	11 600	14 713,8
					1 892,9	2 000	8 800	12 692,9
					3 820,0	2 000	7 600	13 420,0
					1 113,8	2 000	7 600	10 713,8
					1 892,9	2 000	4 800	8 692,9
					3 820,0	2 000	3 600	9 420,0
					1 113,8	2 000	3 600	5 713,8
					1 892,9	2 000	800	4692,9
					1 892,9	2 000	12 800	16 692,9
85,0	85,0	20,5	637,0	637,0	722,0			
270,0	355,0	0,5	65,0	702,0	1 057,0			
200,0	555,0	0,5	65,0	767,0	1 322,0			
300,0	855,0	15,0	3 000,0	3 767,0	4 622,0	2 000	11 600	18 222,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Traseul 2.6.1 ... 2.6.4; $H_{disp.\,b}$ = 18 767,5 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.6.1 ... 2.6.4. la fel cu 1.5.1 ... 1.5.4								
	Traseul 2.7.1 ... 2.7.4; $H_{disp.\,j}$ = 18 791,3 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.7.1 ... 2.7.4 la fel cu tronsoanele 2.5.1 ... 2.5.4								
	Traseul 2.8.1 ... 2.8.4; $H_{disp.\,m}$ = 18 873,3 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.8.1 ... 2.8.4 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4								
	Traseul 2.9.1 ... 2.9.4; $H_{disp.\,n}$ = 18 916,1 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.9.1 ... 2.9.4 la fel cu tronsoanele 2.5.1 ... 2.5.4								
	Traseul 2.10.1 ... 2.10.4; $H_{disp.\,o}$ = 19 240 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.10.1 ... 2.10.4 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4								

Tronson 1.11:

4 coturi d_n 50 mm	4 × 1,0 = 4,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	4,5

Tronson 1.12:

2 coturi d_n 50 mm	2 × 1,0 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 50 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	2,8

Tronson 1.14:

2 coturi d_n 65 mm	2 × 1 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
Total	4,3

Din tabelul 2.11 rezultă că sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației interioare, determinată în punctul A_2 (fig. 2.14) de racord la rețeaua exterioară este $H_{nec\,A_2}$ = 19,080 mH_2O.

Calculul hidraulic al traseului secundar care pornește din nodul A_1 (fig. 2.14) s-a efectuat la sarcina hidrodinamică disponibilă $H_{disp.\,A_1}$ = 19,403 mH_2O, folosind vitezele economice.

Calculul sumei coeficienților de pierderi locale de sarcină $\sum\zeta$ pe tronsoanele 2.1...2.11:

Tronson 2.1:

2 coturi d_n 10 mm	2 × 2 = 4,0
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	20,5

Tronsoane: 2.2; 2.3; 2.5; 2.7; 2.8; 2.9:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronson 2.4:

1 cot d_n 32 mm	1 × 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm	1 × 9 = 9
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	10,7

Tabelul 2.11 (continuare)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
					1 892,9	2 000	8 800	12 692,9
					4 622,0	2 000	7 600	14 222,0
					1 892,0	2 000	4 800	8 692,9
					4 622,0	2 000	3 600	10 222,0
					1 892,9	2 000	800	4 692,9

$H_{nec.A_1}$ = 19 680,8 mm H_2O

Tronson 2.6:

4 coturi d_n 40 mm	4 × 1,2 = 4,8
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	5,3

Tronson 2.10:

4 coturi d_n 50 mm	4 × 1 = 4
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	4,5

Tronson 2.11:

1 cot d_n 50 mm	1 × 1 = 1
1 robinet cu sertar d_n 50 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
Total	3,3

Întrucît $H_{efectiv.\,A_1}$ = 19,070 mH_2O este mai mic decît $H_{disp.\,A_1}$, au fost recalculate tronsoanele 2.8; 2.9 și 2.10 (v. fig. 2.14 și tabel 2.11), rezultînd $H_{efectiv.\,A_1}$ = 19,369 mH_2O, valoare foarte apropiată de $H_{disp.\,A_1}$. Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale pe tronsoanele redimensionate:

Tronsoane: 2.8 și 2.9:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronson 2.10:

4 coturi cu d_n 40 mm	4 × 1,2 = 4,8
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	5,3

Traseul secundar care pornește din nodul A_2 a fost echilibrat hidraulic prin dimensionare, rezultînd o sarcină hidrodinamică efectivă $H_{efectiv.\,A_2}$ = 19,36 mH_2O față de $H_{disp\,A_2}$ = = 19,472 mH_2O.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$ pe tronsoanele 3.1 ... 3.8:

Tronson 3.1:

3 coturi d_n 10 mm	3 × 2 = 6
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	22,5

Tronsoane 3.2; 3.4; 3.5; 3.6:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 3.3:

4 coturi d_n 25 mm	4 × 1,5 = 6
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 6,5

Tronson 3.7:

4 coturi d_n 32 mm	4 × 1,2 = 4,8
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 5,3

Tronson 3.8:

1 cot d_n 40 mm	1 × 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8
	Total 9,2

Calculul hidraulic al tronsoanelor 1.4.1; 1.4.2 și 1.4.3 care pornesc din nodul a_1 (fig. 2.14) s-a efectuat la $H_{disp\ a_1}$ = 18,419 mH_2O, rezultînd $H_{efectiv\ a_1}$ = 18,123 mH_2O.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$, pe tronsoanele 1.4.1; 1.4.2 1.4.3:

Tronson 1.4.1:

1 cot d_n 10 mm	1 × 2 = 2,0
1 robinet cu ventil d_n 10 mm	1 × 16 = 16,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 18,5

Tronson 1.4.2:

1 teu de bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 1.4.3:

1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
1 robinet cu ventil drept d_n 15 mm	1 × 13 = 13,0
	Total 15,0

Ramificațiile care pornesc din nodurile *b*; *d*; *f* și *h* s-au dimensionat la sarcinile (presiunile) disponibile din aceste noduri (v. tabel 2.11) și la vitezele maxime admise ale apei cu condiția ca diametrul minim să fie egal cu diametrul conductei de legătură la armătura obiectului sanitar respectiv, conform datelor din tabelul 1.37. În mod analog au fost dimensionate ramificațiile care pornesc din nodurile *c*; *e* și *g*. În aceste condiții, din calcul rezultă că tronsoanele ramificațiilor care pornesc din nodurile *d*; *f* și *h* au aceleași diametre ca și tronsoanele ramificației care pornește din nodul *b*, iar tronsoanele ramificațiilor care pornesc din nodurile *e* și *g* au aceleași diametre ca și tronsoanele ramificației care pornește din nodul *c*.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$, pe tronsoanele ramificațiilor care pornesc din nodurile *b* și *c* (fig. 2.14):

Tronson 1.5.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 1.5.2; 1.5.3:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 1.5.4:

1 robinet cu ventil drept d_n 15 mm	1 × 13 = 13,0
1 teu de derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 5,10

Tronson 1.6.1:

2 coturi d_n 10 mm	2 × 2 = 4,0
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 20,5

Tronsoane: 1.6.2; 1.6.3; 1.6.4:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 1.6.5:

1 robinet cu ventil drept d_n 20	1 × 10 = 10
1 teu derivație	1 × 2 = 2
	Total 12

Tronsoanele 1.6.4.1; 1.6.4.2 și 1.6.4.3 ale ramificației care pornește din nodul a_2 au fost dimensionate la vitezele maxime admise ale apei, cu condiția ca diametrul minim să fie egal cu diametrul conductei de legătură la obiectul sanitar respectiv, conform tabelului 1.37, rezultînd $H_{efectiv\ a_2}$ = 14,713 mH_2O față de $H_{disp\ a_2}$ = 16,935 mH_2O.

Diametrele tronsoanelor ramificațiilor care pornesc din nodurile a_3 și a sînt aceleași cu cele ale tronsoanelor similare ale ramificației care pornește din nodul a_2 și egale cu diametrul minim de 16 mm.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$, pe tronsoanele ramificațiilor care pornesc din nodul a_2 (fig. 2.14):

Tronson 1.6.4.1:

1 cot d_n 10 mm	1 × 2 = 2,0
1 robinet cu ventil d_n 10 mm	1 × 16 = 16,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 18,5

Tronson 1.6.4.2:

1 teu de bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 1.6.4.3:

1 robinet cu ventil d_n 10 mm	1 × 16 = 16
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 18

Tronsoanele 2.4.1 ... 2.4.4 ale ramificației care pornește din nodul *i* (fig. 2.14) au fost dimensionate la $H_{disp\ i}$ = 18,561 mH_2O, rezultînd $H_{efectiv\ i}$ = 16,692 mH_2O. Diametrele tronsoanelor ramificațiilor care pornesc din nodurile *k*; *m* și *p* au aceleași valori ca și cele ale tronsoanelor similare ale ramificației care pornește din nodul *i*.

Sumele coeficienților de pierderi de sarcină locale pe tronsoanele 2.4.1 ... 2.4.4 au aceleași valori ca și pe tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4.

Tronsoanele 2.5.1. ... 2.5.4 ale ramificației care pornește din nodul *j* (fig. 2.14) au fost dimensionate la $H_{disp\ j}$ = 18,577 mH_2O_3 rezultînd $H_{efectiv\ j}$ = 18,222 mH_2O. Diametrele tronsoanelor ramificațiilor care pornesc din nodurile *l* și *n* au aceleași valori ca și tronsoanele similare ale ramificației care pornește din nodul *j*.

Exemplul de calcul 2.4. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer la grupurile sanitare aferente unei clădiri industriale amplasate într-o anexă socială avînd parter și două etaje și să se determine sarcina hidrodinamică a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul a instalației din figura 2.15, pe care sînt notate tipurile de armături pentru obiectele sanitare: *L* — baterie pentru lavoar D_n 15; *D* — baterie pentru duș D_n15; *R* — robinet pentru rezervor de closet D_n10; *P* — robinet pentru pisoar individual D_n10, precum și lungimile tronsoanelor tuturor conductelor. Parterul clădirii are cota ±0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 3,50 m. Instalația se execută din țevi de PVC tip G. Regimul de furnizare a apei este de 17 h/zi. Temperatura (de calcul) apei calde de consum este de 50°C.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 4.1 ... 4.11, punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație fiind robinetul *R* de pe tronsonul 4.1, coloana M_4 și este redat în tabelul 2.12.

Echivalenții de debit ai armăturilor s-au luat din tabelul 2.2, iar din tabelul 2.5 rezultă $E = 0,9\,E_1 + E_2$ pentru temperatura apei calde de consum de 50°C.

Pentru debitul de calcul al conductelor s-a folosit relația $q_c = abc\sqrt{E}$ (tabel 2.3), în care a = 0,15 (tabel 2.4), b = 1,00 (tabel 2.5), c = 6,00 (tabel 2.3). Valorile debitelor de calcul pe fiecare tronson s-au determinat, în aceste condiții, funcție de suma echivalenților *E* din tabelul 2.7.

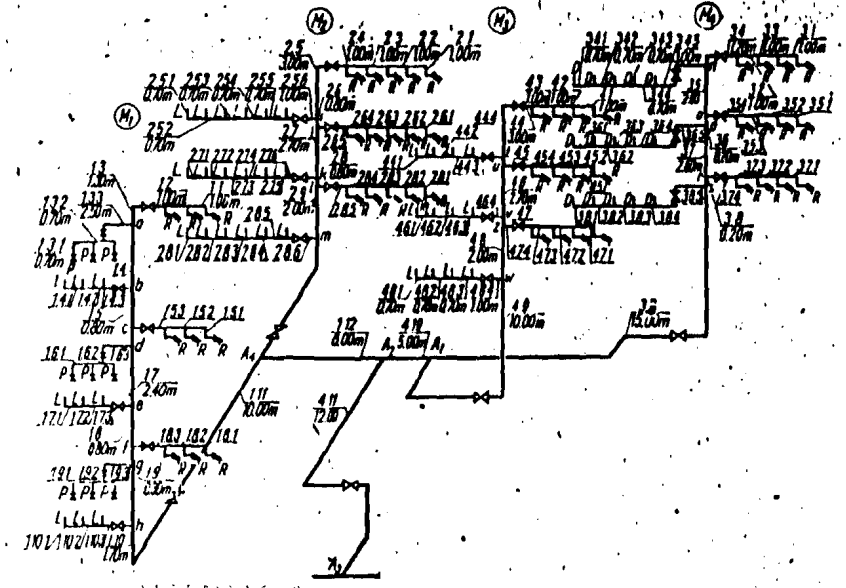


Fig. 2.15. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferente grupurilor sanitare de la o anexă socială a unei clădiri industriale având $P + 2$ etaje

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.2, întrucît $H_g <$ < 15 m și se utilizează țevi din PVC tip G.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației interioare, determinată în punctul A_3 de racord la rețeaua exterioară, este $H_{nec\,A_3} = 16{,}121$ mH$_2$O.

Trasele secundare care pornesc din nodurile A_1, A_2 și A_4 au fost dimensionate la sarcinile (presiunile) disponibile din aceste noduri, pentru echilibrarea hidraulică a rețelei redimensionîndu-se tronsoanele indicate în tabelul 2.12. În continuare au fost dimensionate conductele de legătură la coloanele M_1, M_2, M_3 M_4 la sarcinile disponibile din nodurile respective, folosind vitezele maxime admise, cu condiția ca diametrele să fie egale cu diametrele conductelor de legătură la armăturile obiectelor sanitare indicate în tabelul 1.37. Presiunile în exces din nodurile conductelor de legătură la coloane vor fi preluate prin robinetele montate pe conductele de legătură respective (fig. 2.15).

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale, $\Sigma\zeta$:

Tronson 3.1:

2 coturi d_n 10 mm	2 × 2 = 4
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 20,5

Tronsoane: 3.2; 3.3; 3.5; 3.6; 3.7; 3.8; 3.10:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 3.4:

1 cot d_n 20 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10,0 = 10,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 12,0

Tronson 3.9:

3 coturi d_n 65 mm	3 × 1 = 3,0
1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 3,8

Tronson 3.10:

teu de bifurcație	1 × 2,0 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 3.11:

3 coturi d_n 80 mm	3 × 1,0 = 3,0
1 robinet cu sertar d_n 80 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
	Total 5,3

Tronsoane: 4.2; 4.3; 4.5; 4.6; 4.7; 4.8:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 4.4:

1 cot d_n 20 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 12,0

Tronson 4.9:

2 coturi d_n 40 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu de derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 12,4

Tronson 2.6.5:

1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10 = 10
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 12

Tronson 1.3.1:

1 cot d_n 10 mm	1 × 2 = 2
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 18,5

Tronson 1.3.2:

1 teu de bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 1.3.3:

1 cot d_n 10 mm	1 × 2 = 2
1 robinet cu ventil drept d_n 10 mm	1 × 16 = 16
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 20

Tronson 1.4.3:

1 robinet cu ventil drept d_n 15 mm	1 × 13 = 13
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 15

Tronson 1.5.3:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 12

Tronson 3.5.4:

1 robinet cu ventil drept d_n 15 mm	1 × 10 = 10
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 12

Tronson 4.4.4:

1 robinet cu ventil drept d_n 15 mm	1 × 13 = 13
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 15

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă rece pentru consum menajer afe-

plul de

Nr. tron-son	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	0,9 E_1	E_2	E	q_c l/s	l m	d_c mm	v m/s	i mm H_2O / m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Traseul 4.1 ... 4.11 (Coloana M_4)								
4.1	1R	—	0,5	0,5	0,075	1,0	16,0	0,65	60,0
4.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0
4.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0
4.4	4R	—	2,0	2,0	0,30	3,0	25,0	0,90	60,0
4.5	4L+4R	1,26	2,0	3,26	0,49	0,8	32,0	0,90	46,0
4.6	4L+8R	1,26	4,0	5,26	0,79	2,7	40,0	0,90	32,0
4.7	8L+8R	2,52	4,0	6,52	0,98	0,8	50,0	0,78	18,0
4.8	8L+12R	2,52	6,0	8,52	1,28	2,0	50,0	1,00	30,0
4.9	12L+12R	3,78	6,0	9,78	1,47	10,0	50,0	1,15	38,0
4.10	15D+12L+24R	17,28	12,0	29,28	4,39	5,0	90,0	1,10	16,0
4.11	15D+39L+48R+9P	25,80	25,53	51,33	6,44	12,0	90,0	1,40	28,0
	Traseul 1.1 ... 1.12 (Coloana M_1); $H_{disp.\,A_1}$ = 15 215, 6 mm H_2O								
1.1	1R	—	0,5	0,5	0,075	1,0	16,0	0,65	60,0
1.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0
1.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,3	25,0	0,70	42,0
1.4	3R+3P	—	2,01	2,01	0,30	1,7	25,0	0,85	55,0
1.5	3L+3R+3P	0,95	2,01	2,96	0,44	0,8	32,0	0,80	34,0
1.6	3L+6R+3P	0,95	3,51	4,46	0,67	0,3	40,0	0,78	26,0
1.7	3L+6R+6P	0,95	4,02	4,97	0,75	2,4	40,0	0,90	32,0
1.8	6L+6R+6P	1,89	4,02	5,91	0,89	0,8	50,0	0,70	16,0
1.9	6L+9R+6P	1,89	5,52	7,41	1,11	0,3	50,0	0,85	22,0
1.10	6L+9R+9P	1,89	6,03	7,92	1,19	1,7	50,0	0,95	28,0
1.11	9L+9R+9P	2,84	6,03	8,87	1,33	10,0	50,0	1,10	32,0
1.12	27L+24R+9P	8,50	13,53	22,03	3,30	8,0	75,0	1,15	24,0
	Se recalculează tronsoanele 1.6; 1.8; 1.12								
	Tronsoanele: 1.1 ... 1.5								
1.6	3L+6R+3P	0,95	3,51	4,46	0,67	0,3	32,0	1,25	80,0
1.7	3L+6R+6P	0,95	4,02	4,97	0,75	2,4	40,0	0,90	32,0
1.8	6L+6R+6P	1,89	4,02	5,91	0,89	0,8	40,0	1,05	42,0
1.9									
1.10									
1.11									
1.12	27L+24R+9P	8,5	13,53	22,03	3,30	8,0	75,0	1,15	24,0
	Traseul 2.1 ... 2.10 (Coloana M_2) ; $H_{disp.\,A_2}$ = 14 815 mm H_2O								
2.1	1R	—	0,5	0,5	0,075	1,0	16,0	0,65	60,0
2.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0
2.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0
2.4	4R	—	2,0	2,0	0,30	1,0	25,0	0,90	60,0
2.5	5R	—	2,5	2,5	0,38	3,0	32,0	0,70	30,0
2.6	6L+5R	1,89	2,5	4,39	0,66	0,8	40,0	0,78	24,0
2.7	6L+10R	1,89	5,0	6,89	1,03	2,7	50,0	0,78	19,0
2.8	12L+10R	3,78	5,0	8,78	1,32	0,8	50,0	1,00	30,0
2.9	12L+15R	3,78	7,5	11,28	1,70	2,0	63,0	0,80	16,0
2.10	18L+15R	5,67	7,5	13,17	1,98	6,0	63,0	0,98	22,0

Tabelul 2.12

rente grupurilor sanitare de la o anexă socială a unei clădiri industriale având $P+2$ etaje (exem-calcul 2.4)

$h_{rl} = i \cdot l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ mm H_2O	H_a mm H_2O	H_g mm	H_{acc} mm H_2O
11	12	13	14	15	16	17	18	19
60,0	60,0	20,5	472,0	472,0	532,0			
58,0	118,0	0,5	14,0	486,0	604,0			
42,0	160,0	0,5	13,0	499,0	659,0			
180,0	340,0	12,0	520,0	1 019,0	1 359,0			
36,8	376,8	0,5	22,0	1 041,0	1 417,0			
86,4	463,2	0,5	22,0	1 063,0	1 526,2			
14,4	477,6	0,5	16,0	1 079,0	1 556,6			
60,0	537,6	0,5	26,0	1 105,0	1 642,6			
380,0	917,6	12,4	875,0	1 980,0	2 897,6	2 000	10 100	14 997,6
80,0	997,6	2,0	138,0	2 118,0	3 115,6	2 000	10 100	15 215,6
336,0	1 333,6	5,3	570,0	2 688,0	4 021,6	2 000	10 100	16 121,0
60,0	60,0	20,5	472,0	472,0	532,0			
58,0	118,0	0,5	14,0	486,0	604,0			
54,6	172,6	12,0	312,0	798,0	971,0			
93,5	266,1	0,5	19,0	817,0	1 083,0			
27,2	293,3	0,5	17,0	834,0	1 127,3			
7,8	301,1	0,5	16,0	850,0	1 151,1			
76,8	377,9	0,5	22,0	872,0	1 249,0			
12,8	390,7	0,5	13,0	885,0	1 275,7			
6,6	397,3	0,5	19,0	904,0	1 301,3			
47,6	444,9	0,5	24,0	928,0	1 372,9			
320,0	764,9	11,2	700,0	1 628,0	2 392,9	2 000	10 100	14 492,9
192,0	956,9	2,0	140,0	1 768,0	2 724,9	2 000	10 100	14 824,9
	293,3			834,0				
24,0	317,3	0,5	13,0	877,0	1 194,3			
76,8	394,1	0,5	22,0	899,0	1 293,1			
193,6	587,7	0,5	30,0	929,0	1 516,7			
6,6	1 175,4	0,5	19,0	948,0				
47,6	1 223,0	0,5	24,0	972,0				
320,0	1 543,0	11,2	700,0	1 172,0	2 715,0	2 000	10 100	14 815,0
192,0	1 735,0	2,0	140,0	1 312,0	3 047,0	2 000	10 100	15 147,0
60,0	60,0	20,5	472,0	472,0	532,0			
58,0	118,0	0,5	14,0	486,0	604,0			
42,0	160,0	0,5	13,0	499,0	659,0			
60,0	220,0	0,5	22,0	511,0	731,0			
90,0	310,0	11,5	300,0	811,0	1 121,0			13 221,0
19,2	329,2	0,5	17,0	828,0	1 157,0			13 257,0
51,3	380,5	0,5	17,0	845,0	1 225,5			13 325,5
24,0	404,5	0,5	27,0	872,0	1 276,5			13 376,5
32,0	436,0	0,5	17,0	889,0	1 325,5			13 425,5
132,0	568,5	2,3	122,0	1 011,0	1 579,5	2 000	10 100	13 679,5

Tabelul 2.12 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Se recalculează tronsoanele 2.7; 2.9; 2.10																	
	Tronsoanele 2.1 ... 2.6										329,2			828,0				
2.7	6L+10R	1,89	5,0	6,89	1,03	2,7	40,0	1,20	55,0	148,5	477,7	0,5	38,0	866,0	1 343,7			
2.8	12L+10R	3,78	5,0	8,78	1,32	0,8	50,0	1,00	30,0	24,0	501,7	0,5	27,0	893,0	1 394,7			
2.9	12L+15R	3,78	7,5	11,28	1,70	2,0	50,0	1,30	48,0	96,0	597,7	0,5	45,0	938,0	1 535,7			
2.10	18L+15R	5,67	7,5	13,17	1,98	6,0	50,0	1,40	60,0	360,0	957,7	2,5	260,0	1 198,0	2 155,7	2 000	10 100	14 255,7
	Traseul 3.1 ... 3.9 (Coloana M_2); $H_{disp.A_1}$ = 14 997,6 mm H_2O																	
3.1	1R	—	0,5	0,5	0,075	1,0	16,0	0,65	60,0	60,0	60,0	20,5	472,0	472,0	532,0			
3.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0	58,0	118,0	0,5	14,0	486,0	604,0			
3.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0	42,0	160,0	0,5	13,0	499,0	659,0			
3.4	4R	—	2,0	2,0	0,30	1,2	25,0	0,90	60,0	72,0	232,0	12,0	518,0	1 017,0	1 249,0			
3.5	5D+4R	4,5	2,0	6,5	0,98	2,6	50,0	0,72	17,0	44,2	276,2	0,5	13,5	1 030,5	1 306,7			
3.6	5D+8R	4,5	4,0	8,5	1,28	0,2	50,0	0,85	22,0	4,4	280,5	0,5	20,0	1 050,5	1 331,0			
3.7	10D+8R	9,0	4,0	13,5	2,03	2,6	63,0	1,00	22,0	57,2	337,8	0,5	26,0	1 076,5	1 414,5			
3.8	10D+12R	9,0	6,0	15,0	2,25	0,2	63,0	1,10	30,0	6,0	343,8	0,5	33,0	1 109,5	1 453,3			
3.9	15D+12R	13,5	6,0	19,5	2,92	15,0	75,0	1,00	18,0	270,0	613,8	3,8	190,0	1 299,5	1 913,2	2 000	10 100	14 013,3
	Se recalculează tronsoanele 3.5; 3.7; 3.9																	
	Tronsoanele 3.1 ... 3.4										232,0			1 017,0				
3.5	5D+4R	4,5	3,0	6,5	0,98	2,6	40,0	1,15	50,0	130,0	362,0	0,5	35,0	1 052,0	1 414,0			
3.6							50,0			4,4	366,4	0,5	20,0	1 070,0	1 436,4			
3.7	10D+8R	9,0	4,0	13,5	2,03	2,6	50,0	1,55	70,0	182,0	548,4	0,5	80,0	1 150,0	1 698,4			
3.8										6,0	554,4		33,0	1 183,0				
3.9	15D+12R	13,5	6,0	19,5	2,92	15,0	63,0	1,30	34,0	270,0	824,4	3,8	325,0	1 508,0	2 332,4	2 000	10 100	14 432,4
	Conducte de legătură la coloana M_1																	
	Traseul 1.3.1 ... 1.3.3; $H_{disp.a}$ = 13 071 mm H_2O																	
1.3.1	1P	—	0,17	0,17	0,02	0,7	16,0	0,16	4,5	3,15	3,15	18,5	32,0	32,0				
1.3.2	2P	—	0,34	0,34	0,05	0,7	16,0	0,40	24,0	16,8	9,95	2,0	17,0	49,0				
1.3.3	3P	—	0,54	0,54	0,07	2,5	16,0	0,55	44,0	110,0	129,95	20,0	500,0	549,0	678,95	2 000	9 800	11 278,9
	Traseul 1.4.1 ... 1.4.3; $H_{disp.b}$ = 13 183 mm H_2O																	
1.4.1	1L	0,32	—	0,23	0,04	0,7	20,0	0,19	5,0	3,5	3,5	2,5	10,0	10,0				
1.4.2	2L	0,63	—	0,56	0,08	0,7	20,0	0,40	18,0	12,6	16,1	0,5	10,0	20,0				
1.4.3	3L	0,95	—	0,85	0,12	1,0	20,0	0,56	34,0	34,0	50,1	15,0	250,0	270,0	320,1	2 000	7 800	10 120,1
	Traseul 1.5.1 ... 1.5.3; $H_{disp.c}$ = 13 227,3 mm H_2O																	
1.5.1	1R	—	0,55	0,5	0,075	1,0	16,0	0,65	60,0	60,0	60,0	20,5	472,0	472,0				
1.5.2	2R	—	1,00	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0	58,0	118,0	0,5	14,0	486,0				
1.5.3	3R	—	1,51	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0	42,0	160,0	12,0	300,0	786,0	946,0	2 000	6 600	9 546,0
	$H_{disp.d}$ = 13 251,1 mm H_2O																	
	Tronsoanele 1.6.1 ... 1.6.3 la fel cu tronsoanele 1.3.1 ... 1.3.3																	
	$H_{disp.e}$ = 13 349,9 mm H_2O														678,95	2 000	6 300	8 978,95
	Tronsoanele 1.7.1 ... 1.7.3 la fel cu tronsoanele 1.4.1 ... 1.4.3																	
	$H_{disp.f}$ = 13 375,7 mm H_2O														320,1	2 000	4 300	6 620,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tronsoanele 1.8.1 ... 1.8.3 la fel cu tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.3								
	$H_{disp.g}$ = 13 401,3 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.9.1 ... 1.9.3 la fel cu tronsoanele 1.3.1 ... 1.3.3								
	$H_{disp.h}$ = 13 472,9 mm H_2O								
	Tronsoanele 1.10.1 ... 1.10.3 la fel cu tronsoanele 1.4.1 ... 1.4.3								
	Conducte de legătură la coloana M_8								
	Traseul 2.5.1 ... 2.5.6; $H_{disp.i}$ = 13 221 mm H_2O								
2.5.1	1L	0,32	—	0,32	0,04	0,7	20,0	0,19	5,0
2.5.2	2L	0,63	—	0,63	0,09	0,7	20,0	0,40	18,0
2.5.3	3L	0,95	—	0,95	0,14	0,7	20,0	0,56	34,0
2.5.4	4L	1,26	—	1,26	0,18	0,7	20,0	0,78	55,0
2.5.5	5L	1,58	—	1,58	0,23	0,7	25,0	0,65	32,0
2.5.6	6L	1,89	—	1,89	0,28	1,0	25,0	0,75	46,0
	$H_{disp.j}$ = 13 257 mm H_2O								
2.6.1	1R	—	0,5	0,5	0,75	1,0	16,0	0,65	60,0
2.6.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0
2.6.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0
2.6.4	4R	—	2,0	2,0	0,30	1,0	25,0	0,90	60,0
2.6.5	5R	—	2,5	2,5	0,98	1,0	32,0	0,70	30,0
	$H_{disp.k}$ = 13 325 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.7.1 ... 2.7.6. la fel cu tronsoanele 2.5.1 ... 2.5.6								
	$H_{disp.l}$ = 13 376,5 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.8.1 ... 2.8.6 la fel cu tronsoanele 2.6.1 ... 2.6.5								
	$H_{disp.m}$ = 13 425,5 mm H_2O								
	Tronsoanele 2.9.1 ... 2.9.6 la fel cu tronsoanele 2.5.1 ... 2.5.6								
	Conducte de legătură la coloana M_8								
	Traseul 3.4.1 ... 3.4.5; $H_{disp.n}$ = 13 349 mm H_2O								
3.4.1	1D	0,9	—	0,9	0,13	0,8	20,0	0,62	40,0
3.4.2	2D	1,8	—	1,8	0,27	0,8	25,0	0,85	55,0
3.4.3	3D	2,7	—	2,7	0,40	0,8	32,0	0,75	32,0
3.4.4	4D	3,6	—	3,6	0,54	0,8	32,0	1,00	50,0
3.4.5	5D	4,5	—	4,5	0,67	3,0	40,0	0,80	24,0
	Traseul 3.5.1 ... 3.5.4; $H_{disp.o}$ = 13 406,7 mm H_2O								
3.5.1	1R	—	0,5	0,5	0,07	1,0	16,0	0,65	60,0
3.5.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0
3.5.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0
3.5.4	4R	—	2,0	2,0	1,00	1,0	25,0	0,90	60,0

Tabelul 2.12 (continuare)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
					946,0	2 000	3 100	6 046,0
					678,9	2 000	2 800	5 478,9
					320,1	2 000	800	3 120,0
3,5	3,5	2,5	10,0	10,0				
12,6	16,1	0,5	10,0	20,0				
23,8	39,9	0,5	10,0	30,0				
38,5	78,4	0,5	16,0	46,0				
22,4	100,8	0,5	11,5	57,5				
46,0	146,8	12,5	360,0	417,5	564,3	2 000	7 800	10 364,3
60,0	60,0	20,5	472,0	472,0				
58,0	118,0	0,5	14,0	486,0				
42,0	160,0	0,5	13,0	499,0				
60,0	220,0	0,5	22,0	511,0				
30,0	310,0	12,5	300,0	811,0	1 121,0	2 000	6 600	9 721,0
					564,3	2 000	4 300	6 864,3
					1 121,0	2 000	3 100	6 221,0
					564,3	2 000	800	3 364,3
36,0	36,0	2,5	50,0	50,0				
44,0	80,0	0,5	20,0	70,0				
25,6	69,6	0,5	17,0	87,0				
40,0	109,6	0,5	26,0	113,0				
72,0	181,6	13,4	467,0	580,0	761,6	3 000	9 100	12 861,6
60,0	60,0	20,5	472,0	472,0				
58,0	118,0	0,5	14,0	486,0				
42,0	160,0	0,5	13,0	499,0				
60,0	220,0	12,0	518,0	1017,0	1 237	2 000	6 600	9 837,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$H_{disp.\ 9}$ = 13 431,0 mm H_2O								
	Tronsoanele 3.6.1 ... 3.6.5 la fel cu tronsoanele 3.4.1 ... 3.4.5								
	$H_{disp.\ 7}$ = 13 514,3 mm H_2O								
	Tronsoanele 3.7.1 ... 3.7.4 la fel cu tronsoanele 3.5.1 ... 3.5.4								
	$H_{disp.\ 8}$ = 13 553,3 mm H_2O								
	Tronsoanele 3.8.1 ... 3.8.5 la fel cu tronsoanele 3.4.1 ... 3.4.5								
	Conducte de legătură cu coloana M_4								
	Traseul 4.4.1 ... 4.4.4; $H_{disp.\ 1}$ = 13 459 mm H_2O								
4.4.1	1L	0,32	—	0,32	0,04	0,7	20,0	0,19	5,0
4.4.2	2L	0,63	—	0,63	0,09	0,7	20,0	0,40	18,0
4.4.3	3L	0,95	—	0,95	0,14	0,7	20,0	0,52	34,0
4.4.4	4L	1,26	—	1,26	0,18	0,7	20,0	0,78	55,0
	Traseul 4.5.1 ... 4.5.4; $H_{disp.\ 2}$ = 13 517,8 mm H_2O								
4.5.1	1R	—	0,5	0,5	0,075	1,0	16,0	0,65	60,0
4.5.2	2R	—	1,0	1,0	0,15	1,0	20,0	0,72	58,0
4.5.3	3R	—	1,5	1,5	0,23	1,0	25,0	0,70	42,0
4.5.4	4R	—	2,0	2,0	0,30	1,0	25,0	0,90	60,0
	$H_{disp.\ 6}$ = 13 626,2 mm H_2O								
	Tronsoanele 4.6.1 ... 4.6.4 la fel cu tronsoanele 4.4.1 ... 4.4.4								
	$H_{disp.\ 10}$ = 13 656,6 mm H_2O								
	Tronsoanele 4.7.1 ... 4.7.4 la fel cu tronsoanele 4.5.1 ... 4.5.5								
	$H_{disp.\ 5}$ = 13 742,6 mm H_2O								
	Tronsoanele 4.8.1 ... 4.8.4 la fel cu tronsoanele 4.4.1 ... 4.4.4								

Tronson 4.5.4:
- 1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm — 1 × 10 = 10
- 1 teu în derivație — 1 × 0,5 = 0,5
- Total 10,5

Tronsoane: 2.2; 2.3; 2.4; 2.6; 2.7; 2.8; 2.9;
- 1 teu de trecere — 1 × 0,5 = 0,5
- Total 0,5

Tronson 2.5:
- 1 cot d_n 25 mm — 1 × 1,5 = 1,5
- 1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm — 1 × 10 = 10,0
- Total 11,5

Tronson 2.10:
- 1 cot d_n 50 mm — 1 × 1,0 = 1,0
- 1 robinet cu sertar d_n 50 mm — 1 × 0,3 = 0,3
- 1 teu de bifurcație — 1 × 2,0 = 2,0
- Total 3,3

Tabelul 2.12 (continuare)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
					761,6	3 000	3 600	9 361,6
					1 237	2 000	3 100	6 337,0
					761,6	3 000	2 100	5 861,6
35,0	35,0	2,5	10,0	10,0				
12,6	16,1	0,5	10,0	20,0				
23,8	39,9	0,5	10,0	30,0				
38,5	78,4	15,0	450,0	480,0	558,4	2 000	7 800	10 358,4
60,0	60,0	20,5	472,0	472,0				
58,0	118,0	0,5	14,0	486,0				
42,0	160,0	0,5	13,0	499,0				
60,0	220,0	10,5	422,0	921,0	1 343,0	2 000	6 600	9 943,0
					558,4	2 000	4 300	6 858,4
					1 343,0	2 000	3 100	5 234,0
					558,4	2 000	800	3 358,4

$H_{rec.\ A_3}$ = 16 121 mm H_2O

Tronson 1.1 la fel cu 3.1 — Total 20,5

Tronsoane: 1.2; 1.4; 1.5; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.10:
- 1 teu de trecere — 1 × 0,5 = 0,5
- Total 0,5

Tronson 1.11:
- 1 cot d_n 40 mm — 1 × 1,2 = 1,2
- 1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm — 1 × 8 = 8,0
- 1 teu de bifurcație — 1 × 2 = 2,0
- Total 11,20

Tronson 1.3:
- 1 cot d_n 20 mm — 1 × 1,5 = 1,5
- 1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm — 1 × 10,0 = 10,0
- 1 teu de trecere — 1 × 0,5 = 0,5
- Total 12,0

Tronson 2.11:

1 teu de bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total .. 2,0

Tronson 2.5.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 2.5.2; 2.5.3; 2.5.4; 2.5.5:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 2.5.6:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10
1 teu în derivație	1 × 2 = 2
	Total 12

Tronson 3.4.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 3.4.2; 3.4.3; 3.4.4:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 3.4.5:

2 coturi d_n 32 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm	1 × 9 = 9,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 13,4

Exemplul de calcul 2.5. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, din interiorul unei clădiri de locuit având parter și patru etaje și să se determine sarcina hidrodinamică necesară a apei calde în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dau: planul parter (fig. 2.9), planul etajului curent (fig. 2.10) și planul subsolului tehnic (fig. 2.11). Parterul clădirii are cota ±0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 2,80 m. Instalația se execută din țevi din oțel zincat din seria ușoară I. Regimul de furnizare a apei calde de consum este de 14 h/zi. Temperatura apei calde de consum este de 60 °C.

Rezolvare. Obiectele sanitare fiind amplasate pe planurile parter (fig. 2.9) și etaj curent (fig. 2.10), iar rețeaua de distribuție a apei calde de consum fiind trasată pe planul subsol (fig. 2.11), s-a întocmit schema izometrică de calcul (fig. 2.16) pe care sînt notate tipurile de armături cu aceleași semnificații și dimensiuni ca în exemplul de calcul 2.1, precum și lungimile tronsoanelor rețelei.

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 2.1 ... 2.9 de alimentare cu apă caldă a punctului de consum D de pe tronsonul 2.1, coloana M_3, care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație și este redat în tabelul 2.13.

Echivalenții de debit ai armăturilor s-au luat din tabelul 2.2, iar relația de calcul pentru însumarea echivalenților din tabelul 2.5 și anume $E = E_1$. Pentru debitul de calcul al conductelor s-a aplicat relația $q_c = b(ac\sqrt{E} + 0{,}004\ E)$ din tabelul 2.3, în care: $a = 0{,}20$ pentru regimul de furnizare a apei calde de consum de 14 h/zi (tabel 2.4), $b = 0{,}7$ pentru temperatura de 60 °C a apei calde de consum (tabel 2.5) și $c = 1{,}00$ (tabel 2.3). În aceste condiții, valorile debitelor de calcul q_c de apă caldă de consum pentru fiecare tronson de conductă s-au determinat înmulțind cu $b = 0{,}7$ valorile debitelor q_c deduse din tabelul 2.6 funcție de suma echivalenților $E = E_1$.

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.6, întrucît $H_g < 15$ m și se utilizează țevi din oțel zincat pentru distribuția apei calde de consum.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A_3 de racord la rețeaua exterioară este $H_{nec\,A_3} = 17{,}089$ mH$_2$O

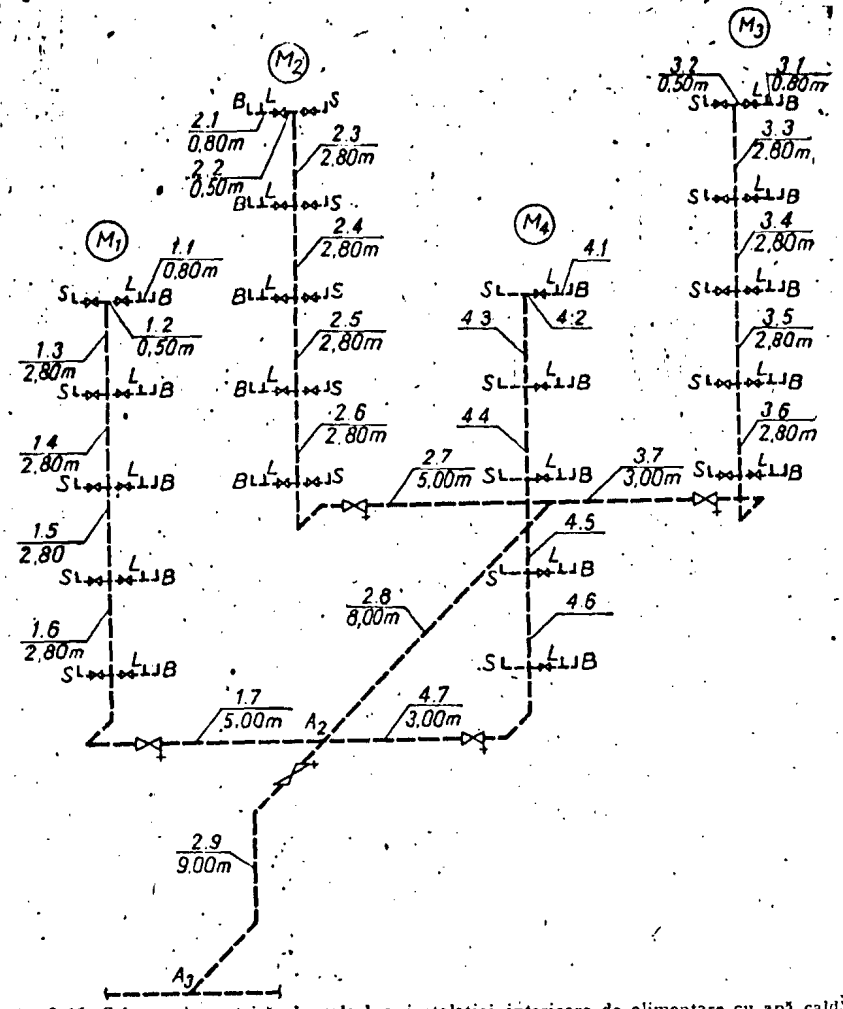


Fig. 2.16. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, aferente unei clădiri de locuit având $P + 4$ etaje.

Traseele secundare care pornesc din nodurile A_1 (coloana M_3) și A_2 (coloanele M_1 și M_4) au fost dimensionate la sarcinile disponibile din aceste noduri, realizîndu-se prin dimensionare echilibrarea hidraulică a rețelei.

Diametrele conductelor de legătură de la armăturile obiectelor sanitare la coloane se iau din tabelul 1.37.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$ (fig. 2.16):

Tronson 2.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tabelul 2.13

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer aferente unei clădiri de locuit având $P + 4$ etaje (exemplul de calcul 2.5).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	$E = E_1$	q_c l/s	l m	d țoli	v m/s	iO^{e}_{11} mm H_2O	iO^{e}_{Hmm} $l \cdot i = \mu_{1-2}$	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	$O^{e}_{H\mu_{1-2}}$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ mm H_2O	O^{e}_{11} mm H	H_g mm	H_{nec} mm H_2O
Traseul 2.1 ... 2.9 (Coloana M_2)																
2.1	1B	1,00	0,14	0,80	1/2	1,00	150,0	120,0	120,0	2,5	129,0	129,0	249,0			
2.2	1B+1L	1,35	0,16	0,50	3/4	0,55	32,0	16,0	136,0	12,0	193,0	322,0	458,0			
2.3	1B+1L+1S	2,35	0,21	2,80	3/4	0,72	55,0	154,0	290,0	1,0	30,0	352,0	642,0			
2.4	2B+2L+2S	4,70	0,31	2,80	1	0,65	30,0	84,0	374,0	1,0	24,0	376,0	750,0			
2.5	3B+3L+3S	7,05	0,38	2,80	1	0,80	48,0	134,4	508,4	1,0	35,0	411,0	919,4			
2.6	4B+3L+4S	9,40	0,44	2,80	1	0,90	60,0	168,0	676,4	1,0	45,0	456,0	1 132,4			
2.7	5B+5L+5S	11,75	0,51	5,00	1 1/4	0,62	20,0	100,0	776,4	13,4	295,0	751,0	1 527,4	3 000	13 000	17 527,4
2.8	6B+6L+6S	14,10	0,56	8,00	1 1/4	0,65	22,0	176,0	952,4	1,0	24,0	775,0	1 727,4	3 000	13 000	17 727,4
2.9	7B+7L+7S	16,45	0,60	9,00	1 1/4	0,70	26,0	234,0	1 186,4	13,4	350,0	1 125,0	2 311,4	3 000	13 000	18 311,4
Traseul 3.1 ... 3.7 (Coloana M_3); $H_{disp.\,A_3}$ = 17527,4 mm H_2																
	Tronsoanele 3.1 ... 3.6 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.6								676,4			456,0				
3.7	5B+5L+5S	11,75	0,73	3,00	1 1/4	0,62	20,0	60,0	736,4	13,4	295,0	751,0	1 487,4	3 000	13 000	17 487,4
Traseul 1.1 ... 1.7 (Coloana M_1); $H_{disp.\,A_1}$ = 17 727,4 mm H_2O																
	Tronsoanele 1.1 ... 1.6 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.6								676,4			456,0				
1.7	5B+5L+5S	11,75	0,73	5,00	1 1/4	0,62	20,0	100,0	776,4	13,4	295,0	751,0	1 527,0	3 000	13 000	17 527,4
Traseul 4.1 ... 4.7 (Coloana M_4); $H_{disp.\,A_1}$ = 17 727,4 mm H_2O																
	Tronsoanele 4.1 ... 4.6 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.6								676,4			456,0				
4.7	5B+5L+5S	11,75	0,73	3,00	1 1/4	0,62	20,0	60,0	673,4	13,4	295,0	751,0	1 487,4	3 000	13 000	17 487,4

$H_{nec.\,A_1}$ = 18.311,4 mm H_2O

Tronson 2.2:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm — 1 × 10 = 10
1 teu de bifurcație — 1 × 2 = 2
Total 12,0

Tronsoane: 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.8:

2 teuri de trecere — 2 × 0,5 = 1
Total 1

Tronsoane: 2.7; 3.7:

2 coturi d_n 32 mm — 2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm — 1 × 9 = 9,0
1 teu de bifurcație — 1 × 2 = 2,0
Total 13,4

Tronson 2.9:

2 coturi d_n 32 mm — 2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm — 1 × 9 = 9,0
1 teu în derivație — 1 × 2 = 2,0
Total 13,4

Tronsoane: 1.7; 4.7:

2 coturi d_n 32 mm — 2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm — 1 × 9 = 9,0
1 teu în derivație — 1 × 2 = 2,0
Total 13,4

Exemplul de calcul 2.6. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, din interiorul unei clădiri de locuit având parter și opt etaje și să se determine sarcina hidrodinamică necesară a apei calde de consum în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dau: planul parter (fig. 2.9), planul etajului curent (fig. 2.10) și planul subsolului tehnic (fig. 2.11). Parterul clădirii are cota ±0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 2,80 m. Instalația se execută din țevi din oțel zincat din seria ușoară I. Regimul de furnizare a apei calde de consum este de 14 h/zi. Temperatura apei calde de consum este de 60° C.

Rezolvare. Planurile subsol, parter și etaj curent sînt aceleași ca în exemplul de calcul 2.1 diferind numai numărul de etaje ale clădirii. Schema izometrică de calcul a instalației este redată în figura 2.17, armăturile având aceleași notații și dimensiuni ca în figura 2.16.

Calculul hidraulic al conductelor se efectuează analog celui prezentat în exemplul de calcul 2.5, rezultatele fiind date în tabelul 2.14, cu observația că $H_g > 15$ m și, ca urmare, pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din fig. 2.7.

Diametrele conductelor de legătură de la armăturile obiectelor sanitare la coloane s-au luat din tabelul 1.37.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$ (fig. 2.17):

Tronson 2.1:

1 cot d_n 15 mm — 1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere — 1 × 0,5 = 0,5
Total 2,5

Tronson 2.2:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm — 1 × 10 = 10
1 teu de bifurcație — 1 × 2 = 2
Total 12

Tronsoane: 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7; 2.8; 2.9; 2.10;

2 teuri de trecere — 2 × 0,5 = 1
Total 1

Tronsoane: 2.11; 3.11:

2 coturi d_n 40 mm — 2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil d_n 40 mm — 1 × 8 = 8,0
1 teu de bifurcație — 1 × 2 = 2,0
Total 12,4

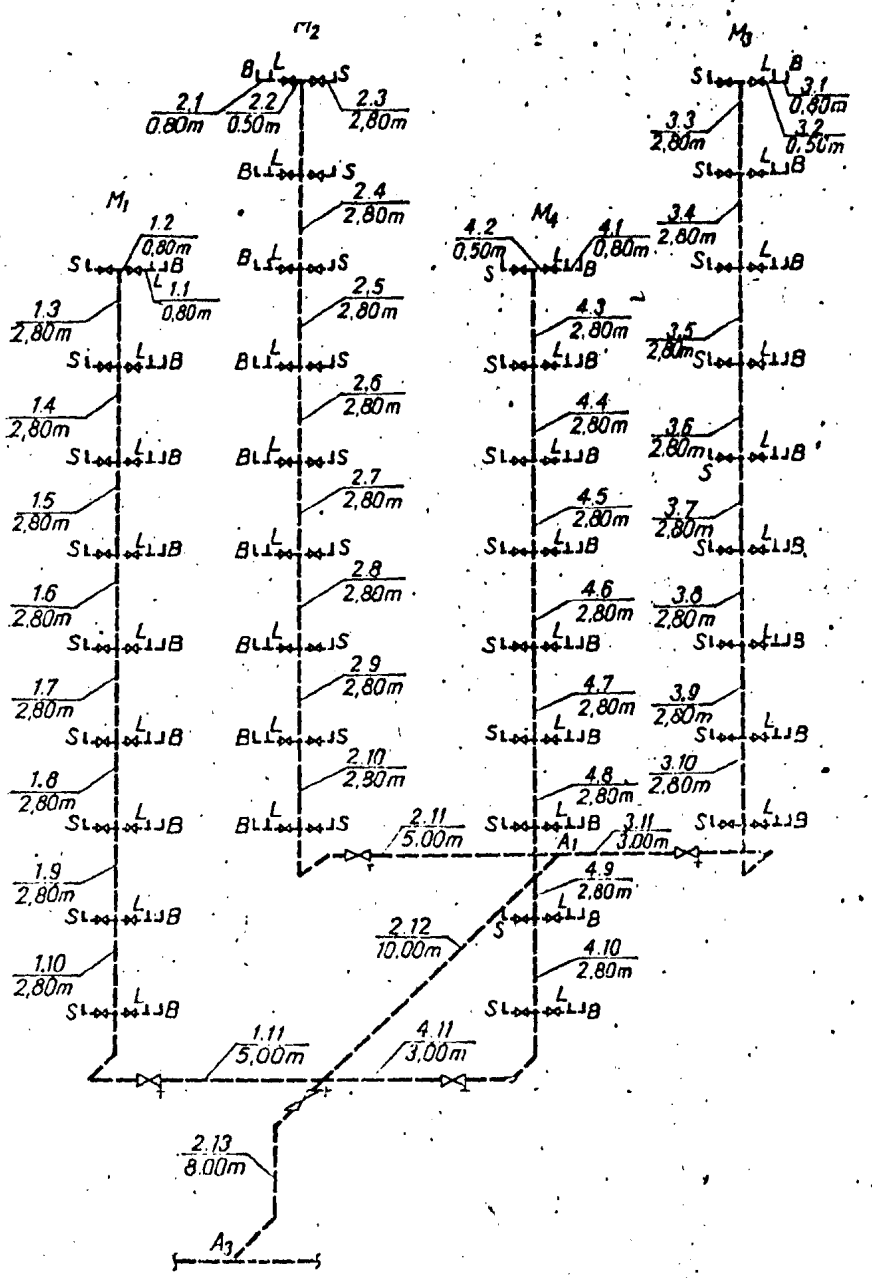


Fig. 2.17. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, aferente unei clădiri de locuit având $P + 8$ etaje.

Tabelul 2.14

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer aferentă unei clădiri de locuit având $P + 8$ etaje (exemplul de calcul 2.6)

Nr. crt.	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	$E = E_1$	$\frac{\alpha_c}{l/s}$	l m	d țoli	v m/s	$\sum\zeta$	$\sum h_{rl}$ mm H_2O	k_{rl} mm H_2O	$\sum h_{rl}$ mm H_2O	$\sum h_{rl} + \sum h_{rl}$ mm H_2O	H_r mm H_2O	$H_{nec.}$ mm H_2O
	Traseul 2.1 ... 2.13 (Coloana M_2)												
2.1	1B	1,00	0,14	0,80	½	0,98	2,5	120,00	122,00	122,00	242,00		
2.2	1B+1L	1,35	0,16	0,50	¾	0,55	12,0	136,00	194,00	316,00	452,00		
2.3	1B+1L+1S	2,35	0,21	2,80	1	0,40	1,0	172,40	10,00	326,00	498,40		
2.4	2B+2L+2S	4,70	0,31	2,80	1	0,60	1,0	245,20	10,00	336,00	581,20		
2.5	3B+3L+3S	7,05	0,38	2,80	1¼	0,42	1,0	273,20	10,00	346,00	619,20		
2.6	4B+4L+4S	9,40	0,44	2,80	1¼	0,50	1,0	309,60	10,00	356,00	665,60		
2.7	5B+5L+5S	11,75	0,51	2,80	1¼	0,60	1,0	360,00	10,00	366,00	726,00		
2.8	6B+6L+6S	14,10	0,56	2,80	1½	0,50	1,0	390,80	10,00	376,00	766,80		
2.9	7B+7L+7S	16,45	0,60	2,80	1½	0,52	1,0	424,40	10,00	386,00	810,40		
2.10	8B+8L+8S	18,80	0,65	2,80	1½	0,56	1,0	463,60	10,00	396,00	859,60		
2.11	9B+9L+9S	21,15	0,70	5,00	1½	0,60	12,4	543,60	238,00	634,00	1 177,60	24 200	28 377,6
2.12	18B+18L+18S	42,30	1,02	10,00	2	0,52	1,0	626,60	16,00	650,00	1 276,60	24 200	28 476,6
2.13	36B+36L+36S	84,60	1,51	8,00	2	0,85	4,3	766,60	172,00	822,00	1 588,80	24 200	28 788,6
	Traseul 3.1 ... 3.11 (Coloana M_3); $H_{disp.\ A_1} = 28\,327{,}6$ mm H_2O												
	Tronsoanele 3.1 ... 3.10 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.10							463,60		396,00			
3.11	9B+9L+9S	21,15	0,70	3,00	1½	0,60	12,4	511,6	238,00	634,00	1 145,60	24 200	28 345,6
	Traseul 1.1 ... 1.11 (Coloana M_1); $H_{disp.\ A_1} = 28\,476{,}6$ mm H_2O												
	Tronsoanele 1.1 ... 1.10 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.10							463,60		396,00			
1.11	9B+9L+9S	21,15	0,70	5,00	1½	0,60	12,4	543,60	238,00	634,00	1 177,60	24 200	28 377,6
	Traseul 4.1 ... 4.11 (Coloana M_4); $H_{disp.\ A_1} = 28\,476{,}6$ mm H_2O												
	Tronsoanele 4.1 ... 4.10 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.10							463,60		396,00			
4.11	9B+9L+9S	21,15	0,70	3,00	1½	0,60	12,4	511,60	238,00	634,00	1 145,60	24 200	28 345,6

$H_{nec.\ A_1} = 28\,788{,}6$ mm H_2O

Tronson 2.12:

2 teuri de trecere	2 × 0,5 = 1
Total	1

Tronson 2.13:

2 coturi d_n 50 mm	2 × 1,0 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 50 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
Total	4,3

Tronsoane: 1.11; 4.11:

2 coturi d_n 40 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
Total	12,4

Exemplul de calcul 2.7. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer din interiorul unei școli având parter și trei etaje și să se determine sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul din figura 2.18 în care armăturile obiectelor sanitare au aceleași notații și dimensiuni ca în figura 2.14 (exemplul de calcul 2.3).

Pe schema izometrică de calcul sînt notate lungimile tronsoanelor de conducte. Parterul clădirii are cota ±0,00. Înălțimea unui etaj este de 4,00 m. Instalația se execută din țevi din oțel zincat din seria ușoară I. Regimul de furnizare a apei calde de consum este de 10 h/zi. Temperatura apei calde de consum este de 45° C.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1 ... 1.19 de alimentare cu apă caldă a punctului de consum L de pe tronsonul 1.1, coloana M_1 (fig. 2.18), care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație și este redat în tabelul 2.15.

Valorile echivalenților de debit ai armăturilor s-au luat din tabelul 2.2, iar relația de calcul pentru suma de echivalenți din tabelul 2.5 și anume $E = E_1$.

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor s-a determinat cu relațiile: $q_c = abE$ pentru $E < 3,0$ și $q_c = abc\sqrt{E}$ pentru $E \geq 3,0$ (v. tabel 2.3), în care $a = 0,23$ pentru regimul de furnizare a apei calde de 10 h/zi (tabel 2.4), $b = 1,0$ pentru valoarea temperaturii apei calde de consum de 60 °C (tabel 2.5) și $c = 1,8$ (tabel 2.3).

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din figura 2.6, întrucît $H_g = 12,80$ m < 15 m și se utilizează țevi din oțel zincat pentru distribuția apei calde de consum.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A_3 (fig. 2.18) de racord la rețeaua exterioară este $H_{nec} = 17,089$ mH_2O.

Traseele secundare care pornesc din nodurile A_1 (coloana M_2, fig. 2.18) și A_2 (coloana M_3) au fost dimensionate la sarcinile hidrodinamice disponibile din aceste noduri, calculate cu relația (2.16), realizîndu-se prin dimensionare echilibrarea hidraulică a rețelei (v. tabel 2.15).

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$ (fig. 2.18):

Tronson 1.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	2,5

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.5; 1.6; 1.8:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronson 1.4:

1 cot d_n 25 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	12,0

Tronson 1.7:

2 coturi d_n 40 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	10,9

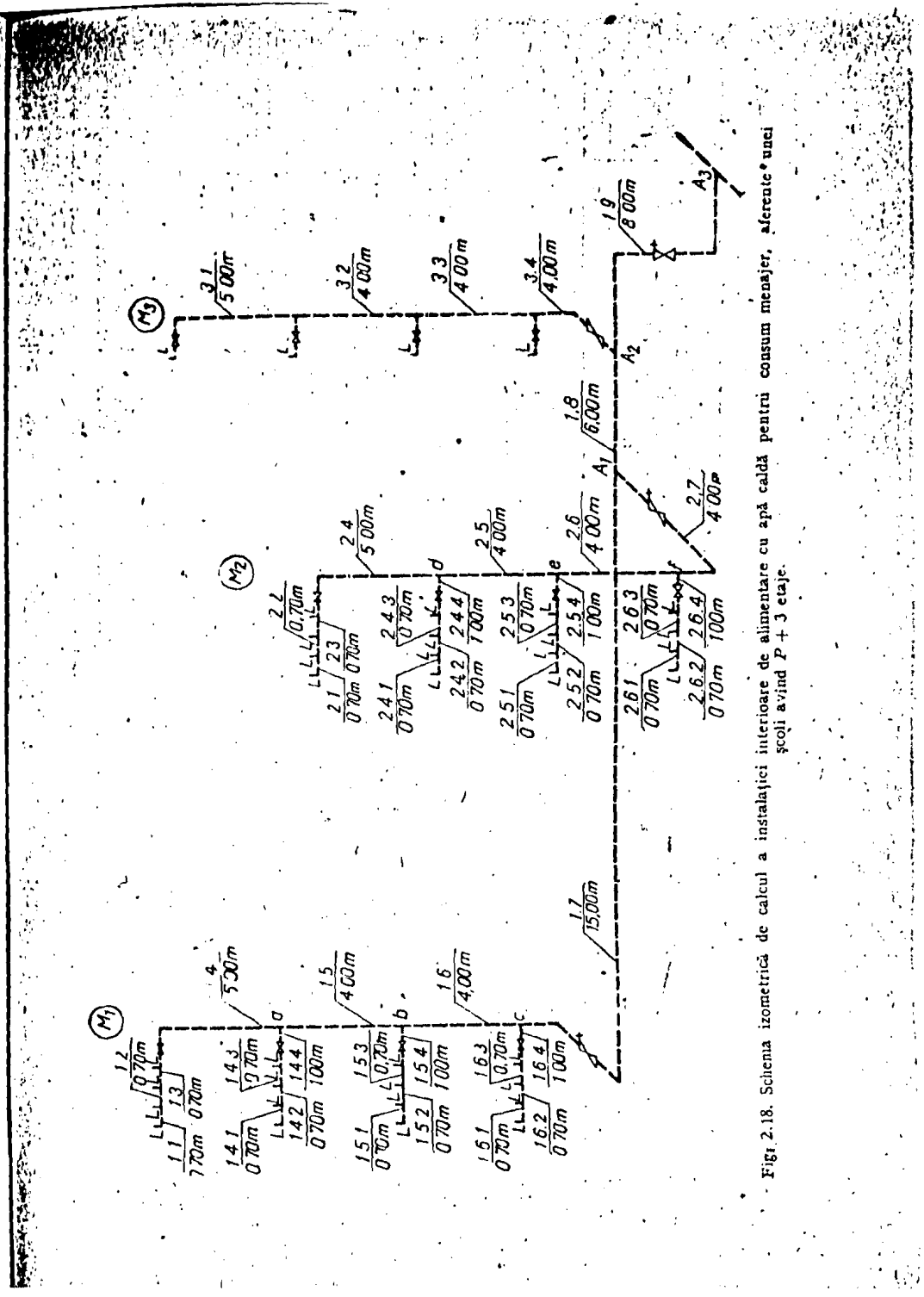


Fig. 2.18. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, aferente unei școli având $P + 3$ etaje.

Tabelul 2.15

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer aferente unei școli având $P + 3$ etaje (exemplul de calcul 2.7)

Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	$E = E_2$	q_c l/s	l m	d țoli	v m/s	i mm H_2O/m	$h_{rl} = i \cdot l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ mm H_2O	H_z mm H_2O	H_g mm	H_{sec} mm H_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					Traseul 1.1 ... 1.9 (Coloana M_1)											
1.1	1L	0,35	0,07	0,70	3/8	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	34,00	34,00	62,00			
1.2	2L	0,70	0,16	0,70	3/4	0,55	34,00	23,80	51,80	0,5	10,00	44,00	95,80			
1.3	3L	1,05	0,24	0,70	3/4	0,85	75,00	52,50	104,30	0,5	20,00	64,00	168,30			
1.4	4L	1,40	0,32	5,00	1	0,62	30,00	150,00	254,30	12,0	265,00	329,00	583,30	2 000	12 800	15 383,3
1.5	8L	2,80	0,64	4,00	1 1/4	0,70	26,00	104,00	358,30	0,5	13,00	342,00	700,30	2 000	12 800	15 500,3
1.6	12L	4,20	0,54	4,00	1 1/2	0,75	22,00	88,00	446,30	0,5	16,00	358,00	804,30	2 000	12 800	15 604,3
1.7	16L	5,60	0,97	15,00	1 1/2	0,85	30,00	450,00	896,30	10,9	440,00	798,00	1 694,30	2 000	12 800	16 494,3
1.8	32L	11,20	1,37	6,00	1 1/2	1,00	50,00	300,00	1 196,30	0,5	26,00	824,00	2 020,30	2 000	12 800	16 820,3
1.9	36L	12,60	1,45	8,00	2	0,75	18,00	144,00	1 340,30	4,3	125,00	949,00	2 289,30	2 000	12 800	17 089,3
					Traseul 2.1 ... 2.7 (Coloana M_2); $H_{disp.\,A_1} = 16\,494{,}3$ mm H_2O											
	Tronsoanele 2.1 ... 2.6 la fel cu tronsoanele 1.1 .... 1.6								446,30			358,00	804,30			
2.7	16L	5,60	0,97	4,00	1 1/2	0,85	30,00	120,00	566,30	11,2	430,00	788,00	1 354,30	2 000	12 800	16 154,3
					Traseul 3.1 ... 3.4 (Coloana M_3); $H_{disp.\,A_2} = 16\,820{,}3$ mm H_2O											
3.1	1L	0,35	0,07	5,00	3/8	0,48	40,00	200,00	200,00	17,5	226,00	226,00	426,00			
3.2	2L	0,70	0,16	4,00	3/4	0,55	34,00	136,00	336,00	0,5	10,00	236,00	572,00			
3.3	3L	1,05	0,24	4,00	3/4	0,85	75,00	300,00	636,00	0,5	20,00	256,00	892,00			
3.4	4L	1,40	0,32	4,00	1	0,62	30,00	120,00	756,00	13,5	276,00	532,00	1 288,00	2 000	12 800	16 088,0

Tabelul 2.15 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se redimensionează tronsonul 3.4.																
Tronsoanele 3.1 .... 3.3									636,00			256,00	892,00			
3.4	4L	1,40	0,32	4,00	3/4	1,10	120,00	480,00	1 116,00	13,5	833,00	1 089,00	1 981,00	2 000	12 800	16 781,0
Conducte de legătură la coloana M_1																
Traseul 1.4.1 ... 1.4.4; $H_{disp.\,a} = 15\,383{,}3$ mm H_2O																
1.4.1	1L	0,35	0,07	0,70	3/8	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	34,00	34,00	62,00			
1.4.2	2L	0,70	0,16	0,70	1/2	1,10	160,00	112,00	140,00	0,5	33,00	67,00	207,00			
1.4.3	3L	1,05	0,24	0,70	3/4	0,84	70,00	49,00	189,00	0,5	19,00	86,00	275,00			
1.4.4	4L	1,40	0,32	1,00	3/4	1,05	110,00	110,00	299,00	12,0	660,00	746,00	1 045,00	2 000	8 800	11 845,0
Traseul 1.5.1 ... 1.5.4; $H_{disp.\,b} = 15\,500,3$ mm H_2O																
Tronsoanele 1.5.1 ... 1.5.4 la fel cu tronsoanele 1.4.1 ... 1.4.4													1 045,00	2 000	4 800	7 845,0
Traseul 1.6.1 ... 1.6.4; $H_{disp.\,g} = 15\,604{,}3$ mm H_2O																
Tronsoanele 1.6.1 ... 1.6.4 la fel cu tronsoanele 1.4.1 ... 1.4.4													1 045,00	2 000	800	3 845,0

Conductele de legătură la coloana M_2 la fel cu conductele de legătură la coloana M_1

$$H_{sec.\,A_2} = 17\,089{,}3 \text{ mm } H_2O$$

Tronson 1.9:

2 coturi d_n 50 mm	2 × 1 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 50 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
Total	4,3

Tronson 2.7:

1 cot d_n 40 mm	1 × 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
Total	11,2

Tronson 3.1:

2 coturi d_n 15 mm	2 × 2 = 4,0
1 robinet cu ventil drept d_n 15 mm	1 × 13 = 13,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	17,5

Tronsoane 3.2; 3.3:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronson 3.4:

1 cot d_n 25 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
Total	13,5

Tronson 3.4 (redimensionat):

1 cot d_n 20 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
Total	13,5

Tronsoane: 1.4.1; 1.5.1; 1.6.1; 2.4.1; 2.5.1; 2.5.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	2,5

Tronsoane: 1.4.2; 1.4.3; 1.5.2; 1.6.2; 1.6.2; 1.6.3; 2.4.2; 2.4.3; 2.5.2; 2.5.3; 2.6.2; 2.6.3:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronsoane: 1.4.4; 1.5.4; 1.6.4; 2.4.4; 2.5.4; 2.6.4:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
Total	12,0

Diametrele conductelor de legătură de la armăturile obiectelor sanitare la coloana M_3 (fig. 2.18) se iau din tabelul 1.37.

Exemplul de calcul 2.8. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer la grupurile sanitare aferente unei clădiri industriale, amplasate într-o anexă socială, având parter și două etaje și să se determine sarcina hidrodinamică a apei calde în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul a instalației din figura 2.19, în care armăturile obiectelor sanitare au aceleași notații și dimensiuni ca în figura 2.15 (exemplul de calcul 2.4). Pe schema izometrică de calcul sînt notate lungimile tronsoanelor de conducte ale rețelei. Parterul clădirii are cota ±0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 3,50 m. Instalația se execută din țevi din oțel zincat din seria ușoară I. Regimul de furnizare a apei calde este de 10 h/zi. Temperatura apei calde de consum este de 50°C.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 3.1 ... ... 3.9 (fig. 2.18) de alimentare cu apă a punctului de consum D de pe tronsonul 3.1, coloana

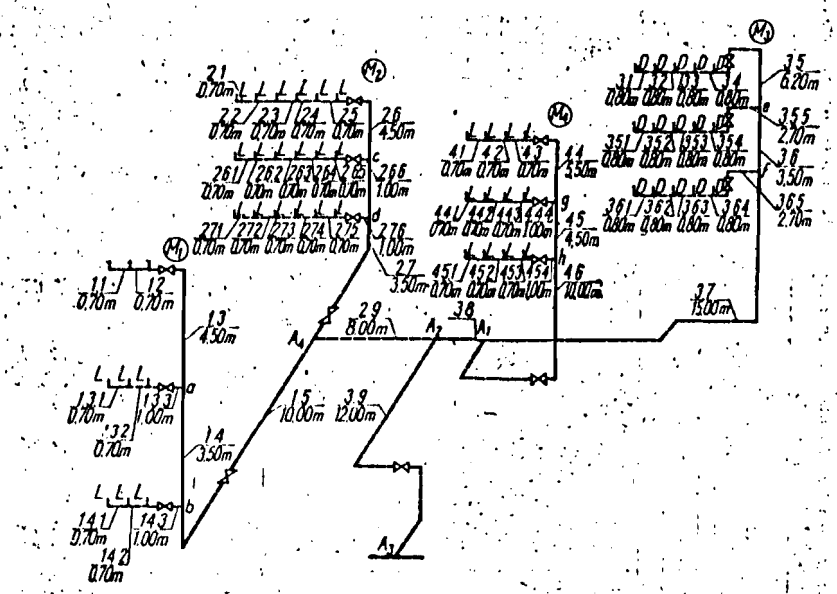


Fig. 2.19. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, aferente grupurilor sanitare de la o anexă socială a unei clădiri industriale având $P + 2$ etaje.

M_3, care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație și este redat în tabelul 2.16.

Cunoscînd valorile echivalenților de debit ai armăturilor din tabelul 2.2, s-a calculat suma echivalenților $E = E_1$ conform relației indicate în tabelul 2.5.

Pentru determinarea debitelor de calcul necesare dimensionării tronsoanelor de conducte, s-au aplicat relațiile $q_c = abE$ pentru $E < 36{,}0$ și $q_c = abc\sqrt{E}$ pentru $E \geqslant 36$ (v. tabel 2.3), în care $a = 0{,}23$ pentru regimul de 10 h/zi de furnizare a apei calde de consum (tabel 2.4), $b = 0{,}9$ pentru valoarea temperaturii apei calde de consum de 50°C (tabel 2.5) și $c = 6{,}0$ (tabel 2.3).

Cunoscînd că instalația se execută din țevi din oțel zincat și calculînd înălțimea geodezică a punctului de consum cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, $H_g = 8{,}80$ m < 15 m, s-a utilizat pentru dimensionarea conductelor nomograma din figura 2.6.

Sarcina hidrodinâmică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A_3 (fig. 2.19) de racord la rețeaua exterioară este $H_{nec.\,A_3} = 14{,}16$ mH$_2$O (v. tabel 2.16).

Traseele secundare care pornesc din nodurile A_1 (coloana M_4, fig. 2.19), A_2 (coloana M_5) și A_4 (coloana M_1) au fost dimensionate la sarcinile hidrodinamice disponibile din aceste noduri, calculate cu relația (2.16), realizîndu-se prin dimensionare echilibrarea hidraulică a rețelei (v. tabel 2.16).

Calculul hidraulic al ramificațiilor care pornesc din nodurile $a \ldots h$ (fig. 2.19) s-a efectuat la sarcinile (presiunile) disponibile din aceste noduri, calculate cu relația (2.16) și la vitezele maxime admise ale apei, cu condiția ca diametrul minim să fie egal cu diametrul conductei de legătură la armătura obiectului sanitar, respectiv, conformdatelor din tabelul 1.37.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\sum\zeta$ (fig. 2.19):

Tronson 3 1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	2,5

Tabelul 2.16

Calculul hidraulic al instalației interioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer aferente grupurilor sanitare la o anexă socială a unei clădiri industriale având $P + 2$ etaje (exemplul de calcul 2.8)

Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor racordate la tronson	$E = E_1$	q_c l/s	l m	d țoli	v m/s	i $\frac{mmH_2O}{m}$	$h_{rl} = i \cdot l$ mmH$_2$O	Σh_{rl} mm H$_2$O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H$_2$O	Σh_{rl} mm H$_2$O	$\Sigma(h_{rl} + h_{rl})$ mm H$_2$O	H_{st} mm H$_2$O	H_g mm	H_{nec} mm H$_2$O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Traseul 3.1 ... 3.9 (Coloana M_3)															
3.1	1D	1,00	0,20	0,80	1/2	1,35	280,00	224,00	224,00	2,5	228,00	228,00	452,00			
3.2	2D	2,00	0,40	0,80	1	0,82	50,00	40,00	264,00	0,5	18,00	246,00	510,00			
3.3	3D	3,00	0,60	0,80	1 1/4	0,70	24,00	19,20	283,20	0,5	13,00	259,00	542,00			
3.4	4D	4,00	0,80	0,80	1 1/2	0,75	24,00	19,20	302,40	0,5	14,00	273,00	575,40			
3.5	5D	5,00	1,00	6,20	1 1/2	0,90	32,00	198,40	500,80	12,1	490,00	763,00	1 263,80			13 063,8
3.6	10D	10,00	2,00	3,50	2	1,00	30,00	105,00	605,80	0,5	24,00	787,00	1 392,80			13 192,8
3.7	15D	15,00	3,00	15,00	2 1/2	0,80	17,00	255,00	860,80	3,8	122,00	909,00	1 769,80			13 569,8
3.8	15D + 12L	19,20	3,84	5,00	2 1/2	1,00	26,00	130,00	990,80	2,0	105,00	1 014,00	2 004,80			13 804,8
3.9	15D + 39L	28,65	5,73	12,00	3	1,10	22,00	264,00	1 254,8	5,3	95,00	1 109,00	2 363,80	3 000	8 800	14 163,8
	Traseul 4.1 ... 4.6 (Coloana M_4); $H_{disp.\ A_4} = 13\,569{,}8$ mm H$_2$O															
4.1	1L	0,35	0,07	0,70	3/8	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	36,00	36,00	64,00			
4.2	2L	0,70	0,14	0,70	3/4	0,60	38,00	26,60	54,60	0,5	10,00	46,00	100,60			
4.3	3L	1,05	0,21	0,70	3/4	0,80	65,00	45,50	100,10	0,5	18,00	64,00	164,10			
4.4	4L	1,40	0,28	5,50	3/4	0,65	32,00	288,00	388,10	12,0	265,00	329,00	717,10			10 517,1
4.5	8L	2,80	0,56	4,50	1 1/4	0,65	22,00	99,00	487,10	0,5	11,00	340,00	827,10			
4.6	12L	4,20	0,84	10,00	1 1/2	0,80	28,00	280,00	767,10	11,20	385,00	725,00	1 492,10	2 000	7 800	11 292,1
	Se recalculează tronsoanele 4.5; 4.6															
	Tronsoanele 4.1 ... 4.4								388,10			329,00	717,10			
4.5	8L	2,80	0,56	4,50	1	1,10	82,00	369,00	757,10	0,5	32,00	361,00	1 118,10			10 918,1
4.6	12L	4,20	0,84	10,00	1 1/4	1,10	60,00	600,00	1 357,10	11,2	685,00	1 046,00	2 403,10	2 000	7 800	12 203,1
	Traseul 2.1 ... 2.9 (Coloana M_2); $H_{disp.\ A_2} = 13\,804{,}8$ mm H$_2$O															
2.1	1L	0,35	0,07	0,70	3/8	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	36,00	36,00	64,00			
2.2	2L	0,70	0,14	0,70	3/4	0,50	28,00	19,60	47,60	0,5	10,00	46,00	93,60			
2.3	3L	1,05	0,21	0,70	3/4	0,70	50,00	35,00	82,60	0,5	13,50	59,50	142,10			
2.4	4L	1,40	0,28	0,70	3/4	0,90	80,00	56,00	138,60	0,5	22,00	81,50	220,10			
2.5	5L	1,75	0,35	0,70	1	0,70	40,00	28,00	166,60	0,5	13,00	94,50	261,70			

Tabelul 2.16 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2.6	6L	2,10	0,42	4,50	1	0,85	55,00	247,50	414,10	12,0	460,00	554,50	968,50			
2.7	12L	4,20	0,84	3,50	1 1/2	0,80	26,00	91,00	505,10	0,5	17,00	571,50	1 076,60			
2.8	18L	6,30	1,26	6,00	1 1/2	1,10	50,00	300,00	805,10	11,2	670,00	1 241,50	2 046,60			11 846,6
2.9	27L	9,45	1,89	8,00	2	0,98	28,00	224,00	1 029,10	2,0	100,00	1 341,50	2 370,60	2 000	7 800	12 170,6
	Se recalculează tronsoanele 2.2; 2.7; 2.8; 2.9															
	Tronsonul 2.1								28,00			36,00	64,00			
2.2	2L	0,70	0,14	0,70	1/2	0,95	140,00	98,00	126,00	0,5	24,00	60,00	186,00			
2.3	3L							35,00	161,00		13,50	73,50	199,50			
2.4	4L							56,00	217,00		22,00	95,50	221,50			
2.5	5L							28,00	245,00		13,00	108,50	234,50			
2.6	6L							247,50	492,50		460,00	568,50	1 061,00			10 861,0
2.7	12L	4,20	0,84	3,50	1 1/4	1,00	50,00	175,00	667,50	0,5	26,00	594,50	1 262,00			11 062,0
2.8	18L	6,30	1,26	6,00	1 1/4	1,30	80,00	480,00	1 147,50	11,2	960,00	1 554,50	2 702,00	2 000	7 800	12 502,0
2.9	27L	9,45	1,89	8,00	1 1/2	1,50	86,00	688,00	1 835,50	2,0	230,00	1 784,50	3 620,00	2 000	7 800	13 420,0
	Traseul 1.1 ... 1.5 (Coloana M_1); $H_{disp.\ A_1} = 12\,502$ mm H$_2$O															
1.1	1L	0,35	0,07	0,70	3/8	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	36,00	36,00	64,00			
1.2	2L	0,70	0,14	0,70	3/4	0,50	28,00	19,60	47,60	0,5	10,00	46,00	93,60			
1.3	3L	1,05	0,21	4,50	3/4	0,70	50,00	225,00	272,60	12,0	313,00	359,00	631,60			
1.4	6L	2,10	0,42	3,50	1	0,85	55,00	192,50	465,10	0,5	19,00	378,00	843,10			
1.5	9L	3,15	0,63	10,00	1 1/4	0,75	28,00	280,00	745,10	12,2	72,00	450,00	1 195,10	2 000	7 800	10 995,1
	Se recalculează tronsonul 1.2;															
1.1	—								28,00			36,00	64,00			
1.2	2L	0,70	0,14	0,70	1/2	0,95	140,00	98,00	126,00	0,5	24,00	60,00	186,00			
1.3								225,00	351,00		313,00	373,00	724,00			10 524,0
1.4	—							192,50	543,50		19,00	392,00	935,50			10 643,0
1.5	—							280,00	823,50	12,2	72,00	464,00	1 287,50	2 000	7 800	11 087,5

Tabelul 2.16 (continua

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Conducte de legătură la coloana M_1																
Traseul 1.3.1 ... 1.3.3; $H_{disp.a}$ = 10 824 mm H_2O																
1.3.1	1L	0,35	0,07	0,70	1/2	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	36,00	36,00	64,00			
1.3.2	2L	0,70	0,14	0,70	1/2	1,00	152,00	106,40	134,40	0,5	26,00	62,00	196,40			
1.3.3	3L	1,05	0,21	1,00	1/2	1,40	300,00	300,00	434,40	15,0	1500,00	1562,0	1 996,40	2 000	4 300	8 296,4
Traseul 1.4.1 ... 1.4.3; $H_{disp.b}$ = 10 643 mm H_2O																
Tronsoanele 1.4.1 ... 1.4.3 la fel cu tronsoanele 1.3.1 ... 1.3.3													1 996,40	2 000	800	4 796,5
Conducte de legătură la coloana M_2																
Traseul 2.6.1 ... 2.6.6; $H_{disp.c}$ = 10 861 mm H_2O																
2.6.1	1L	0,35	0,07	0,70	1/2	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	36,00	36,00	64,00			
2.6.2	2L	0,70	0,14	0,70	1/2	1,00	152,00	106,40	134,40	0,5	26,00	62,00	196,40			
2.6.3	3L	1,05	0,21	0,70	1/2	1,40	300,00	210,00	344,40	0,5	50,00	112,00	456,40			
2.6.4	4L	1,40	0,28	0,70	3/4	0,90	80,00	56,00	400,40	0,5	22,00	134,00	534,40			
2.6.5	5L	1,75	0,35	0,70	3/4	1,15	130,00	91,00	491,40	0,5	36,00	170,00	661,40			
2.6.6	6L	2,10	0,42	1,00	3/4	1,40	200,00	200,00	691,40	12,0	120,20	1 372,00	2 063,40	2 000	4 300	8 363,4
Traseul 2.7.1 ... 2.7.6; $H_{disp.d}$ = 11 062 mm H_2O																
Tronsoanele 2.7.1 ... 2.7.6 la fel cu tronsoanele 2.6.1 ... 2.6.6													2 063,40	2 000	800	4 863,4
Conducte de legătură la coloana M_3																

Tabelul 2.16 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Traseul 3.5.1 ... 3.5.5; $H_{disp.e}$ = 13 063,8 mm H_2O																
3.5.1	1D	1,00	0,20	0,80	1/2	1,35	280,00	224,00	224,00	2,5	228,00	228,00	452,00			
3.5.2	2D	2,00	0,40	0,80	3/4	1,30	190,00	152,00	376,00	0,5	45,00	273,00	649,00			
3.5.3	3D	3,00	0,60	0,80	1	1,20	105,00	84,00	460,00	0,5	38,00	311,00	771,00			
3.5.4	4D	4,00	0,80	0,80	1	1,60	170,00	136,00	596,00	0,5	65,00	376,00	972,00			
3.5.5	5D	5,00	1,00	2,70	1 1/4	1,05	46,00	124,20	720,20	13,4	780,00	1 156,00	1 876,20	3 000	5 300	10 176,2
Traseul 3.6.1 ... 3.6.5; $H_{disp.f}$ = 13 192,8 mm H_2O																
Tronsoanele 3.6.1 ... 3.6.5 la fel cu tronsoanele 3.5.1 ... 3.5.5													1 876,20	3 000	1 800	6 676,2
Conducte de legătură la coloana M_4																
Traseul 4.4.1 ... 4.4.4; $H_{disp.g}$ = 10 517,10 mm H_2O																
4.4.1	1L	0,35	0,07	0,70	1/2	0,48	40,00	28,00	28,00	2,5	36,00	36,00	64,00			
4.4.2	2L	0,70	0,14	0,70	1/2	1,00	152,00	106,40	134,40	0,5	26,00	62,00	196,40			
4.4.3	3L	1,05	0,21	0,70	1/2	1,40	300,00	210,00	344,40	0,5	50,00	112,00	456,40			
4.4.4	4L	1,40	0,28	1,00	3/4	0,90	80,00	80,00	424,40	12,0	505,00	617,00	697,00	2 000	4 300	6 997,0
Traseul 4.5.1 ... 4.5.4; $H_{disp.h}$ = 10 918,10 mm H_2O																
Tronsoanele 4.5.1 ... 4.5.4 la fel cu tronsoanele 4.4.1 ... 4.4.4													697,00	2 000	800	3 497,0

$H_{sec.A_3}$ = 14 163,8 mm H_2O

Tronsoane: 3.2; 3.3; 3.4; 3.6:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 3.5:

3 coturi d_n 40 mm	3 × 1,2 = 3,6
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 12,1

Tronson 3.7:

3 coturi d_n 65 mm	3 × 1 = 3,0
1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 3,8

Tronson 3.8:

1 teu bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 3.9:

3 coturi d_n 80 mm	3 × 1 = 3,0
1 robinet cu sertar d_n 80 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 5,3

Tronson 4.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 4.2; 4.3; 4.5:

1 teu trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 4.4:

1 cot d_n 25 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 12,0

Tronson 4.6:

2 coturi d_n 40 mm	1 × 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu derivație	1 × 2,0 = 2,0
	Total 11,2

Tronson 2.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.7:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 2.6:

1 cot d_n 25 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 25 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 12,0

Tronson 2.8:

1 cot d_n 40 mm	1 × 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil drept d_n 40 mm	1 × 8 = 8,0
1 teu de bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 11,2

Tronson 2.9:

1 teu bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 1.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 1.2; 1.4:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 1.3:

1 cot d_n 20 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 12,0

Tronson 1.5:

1 cot d_n 32 mm	1 × 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm	1 × 9 = 9,0
1 teu bifurcație	1 × 2 = 2,0
	Total 12,2

Tronsoane: 1.3.1; 1.4.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 1.3.2; 1.4.2:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronsoane: 1.3.3; 1.4.3:

1 robinet cu ventil d_n 15 mm	1 × 13 = 13,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 15,0

Tronsoane: 2.6.1; 2.7.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 2.6.2; 2.6.3; 2.6.4; 2.6.5; 2.7.2; 2.7.3; 2.7.4; 2.7.5:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronsoane: 2.6.6; 2.7.6:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 12,0

Tronsoane: 3.5.1; 3.6.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 3.5.2; 3.5.3; 3.5.4; 3.6.2; 3.6.3; 3.6.4:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronsoane: 3.5.5; 3.6.5:

2 coturi d_n 32 mm	2 × 1,2 = 2,4
1 robinet cu ventil drept d_n 32 mm	1 × 9 = 9,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 13,4

Tronsoane: 4.4.1; 4.5.1:

1 cot d_n 15 mm	1 × 2 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 2,5

Tronsoane: 4.4.2; 4.4.3; 4.5.2; 4.5.3:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronsoane: 4.4.4; 4.5.4:

1 robinet cu ventil drept d_n 20 mm	1 × 10 = 10,0
1 teu în derivație	1 × 2 = 2,0
	Total 12,0

3

Proiectarea instalaţiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

3.1. Elemente generale

3.1.1. Prescripţii principale de proiectare a instalaţiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor, cuprinse în legislaţia actuală

3.1.1.1. Încadrarea clădirilor, instalaţiilor tehnologice şi a materialelor în normele de prevenire şi stingere a incendiilor. Instalaţiile de semnalizare şi stingere a incendiilor, folosind apa ca agent de stingere, se proiectează conform prevederilor Decretului Consiliului de Stat Nr. 290 din 1977, Normelor generale de protecţie împotriva incendiilor la proiectarea şi realizarea construcţiilor şi instalaţiilor, Normelor tehnice de proiectare şi realizare a construcţiilor privind protecţia la acţiunea focului, indicativ P 118-83 şi normelor de dotare ale ministerelor şi celorlalte organe centrale, ale comitetelor executive ale consiliilor populare judeţene şi al muncipiului Bucureşti, în funcţie de: posibilitatea apariţiei şi propagării incendiilor, de pericolul pe care-l prezintă pentru viaţa oamenilor sau a bunurilor materiale, importanţa şi valoarea acestora, precum şi de posibilităţile reale de alarmare şi intervenţie a forţelor umane.

Ministerele şi celelalte organe centrale vor include în prescripţiile tehnice de proiectare şi realizare a construcţiilor, instalaţiilor, echipamentelor şi utilajelor pe care le emit, toate măsurile specifice de protecţie contra incendiilor. Aceste prescripţii se emit şi se modifică cu acordul Institutului Central de Cercetare, Proiectare şi Directivare în Construcţii, al Ministerului de Interne — Comandamentul pompierilor şi al Inspectoratului General de Stat pentru Investiţii — Construcţii.

Măsurile tehnice de siguranţă a construcţiilor se stabilesc în funcţie de tipul, destinaţia şi mărimea acestora, de categoria de pericol de incendiu a proceselor tehnologice, de pericolul de incendiu al depozitelor, de gradul de rezistenţă la foc al construcţiei şi nivelul de echipare cu instalaţii de semnalizare şi stingere a incendiilor, pe baza indicaţiilor din Normele tehnice de

proiectare şi realizare a construcţiilor privind protecţia la acţiunea focului (indicativ P 118-83).

Tipuri caracteristice de clădiri. Clădirile monobloc sînt cele care au aria construită de cel puţin 20 000 m² şi lăţimea mai mare de 72 m.

Clădirile blindate sînt cele în care activitatea se desfăşoară numai la lumină artificială, avînd acoperişuri şi pereţi plini (în care se prevăd numai goluri psihologice şi uşi de acces).

Clădirile înalte sînt acele clădiri civile la care pardoseala ultimului nivel folosibil este situată, faţă de terenul accesibil vehiculelor de intervenţie ale pompierilor, la 28 m şi mai mult.

Nu sînt considerate clădiri înalte:

— construcţiile care nu sînt destinate să adăpostească oameni;

— blocurile de locuinţe, care au cel mult $P + 11$ nivele;

— clădirile la care deasupra nivelului limită se află un singur nivel ce ocupă maximum 50% din aria construită a clădirii şi este compus numai din încăperi pentru maşini ale ascensoarelor, ori spălătorii sau uscătorii ale clădirilor de locuit.

Clădirile înalte care depăşesc 45 m constituie categoria de clădiri foarte înalte.

Sălile aglomerate se consideră încăperile distincte sau grupurile de încăperi numai cu comunicaţie directă între ele, în care suprafaţa ce-i revine unei persoane este mai mică de 4,00 m² şi se pot întruni simultan:

— orice număr de persoane, în sălile teatrelor dramatice sau muzicale;

— cel puţin 150 de persoane în celelalte săli de spectacole, săli de întruniri, încăperi pentru expoziţii, cluburi şi case de cultură; atunci cînd sălile respective sînt situate la parter, această limită poate fi 200 de persoane;

— cel puţin 200 de persoane pentru orice săli cu alte destinaţii şi cel puţin 400 de persoane pentru vestiarele din anexele social-administrative ale industriei.

După destinaţie, sălile aglomerate se clasifică în două categorii (S_1 şi S_2), conform tabelului 3.1.

Tabelul 3.1

Clasificarea sălilor aglomerate (P 118-83)

Categoria sălii aglomerate	Destinaţia sălii aglomerate
S_1	Teatre dramatice şi muzicale, săli de spectacol din cluburi şi cămine, circuri, expoziţii comerciale, muzee cu exponate combustibile, magazine cu mărfuri combustibile
S_2	Săli pentru proiecţii cinematografice, cantine, săli de lectură, muzee cu exponate incombustibile, expoziţii permanente de artă, auditorii, săli de întruniri, saloane de dans, săli de concert, săli de sport, săli de aşteptare, vestiare

OBSERVAŢIE:
Sălile aglomerate a căror destinaţie nu este cuprinsă în tabel se încadrează prin asimilare.

Încăperile cu aglomerări de persoane sînt cele în care se pot afla simultan 50 sau mai multe persoane, fiecăreia din ele revenindu-i o arie de pardoseală de maximum 4 m².

Combustibilitatea materialelor şi elementelor de construcţii. Prin combustibilitate a materialelor şi elementelor de construcţii se înţelege capacitatea lor de a se aprinde şi de a arde în continuare, contribuind la creşterea cantităţii de căldură dezvoltate de incendiu.

Materialele şi elementele de construcţii se încadrează de către laboratoarele autorizate ale INCERC şi MI—CP din punct de vedere al combustibilităţii în:

— incombustibile, cele care sub acţiunea focului sau a temperaturii înalte nu se aprind şi nu se carbonizează — clasa C_0;

— combustibile, cele care sub acţiunea focului sau a temperaturii înalte se aprind, ard cu flacără sau mocnit, sau se carbonizează.

Materialele combustibile se clasifică în funcţie de posibilităţile de a fi aprinse uşor sau greu şi de capacitatea lor de a contribui la dezvoltarea incendiului, în 4 clase: C 1 — practic neinflamabile; clasa C 2 — dificil inflamabile; clasa C 3 — mediu inflamabile; clasa C 4 — uşor inflamabile.

Elementele de construcţii sînt încombustibile sau combustibile (clasele C_0 ... C_3), în funcţie de caracteristicile materialelor din care sînt executate şi modul de alcătuire şi distribuire a acestor materiale în structură.

Limita de rezistenţă la foc. Limita de rezistenţă la foc a unui element este durata pînă la care acesta îşi epuizează capacitatea de rezistenţă la acţiunea unui incendiu standard, definit de curba logaritmică temperatură-timp din STAS 7771-82. Limita de rezistenţă la foc a elementelor de construcţii se determină pe baza criteriilor de capacitate portantă, izolare termică şi etanşeitate, conform STAS 7771-82.

După limita de rezistenţă la foc, elementele de construcţii pot fi: rezistente la foc (RF), stabile la foc (SF) şi etanşe la foc (EF).

Gradul de rezistenţă la foc. Acesta reprezintă capacitatea globală a construcţiei de a răspunde la acţiunea focului.

Construcţiile se încadrează în 5 grade de rezistenţă la foc, în funcţie de combustibilitatea şi de limita de rezistenţă la foc a elementelor din care sînt alcătuite.

Condiţiile minime pe care trebuie să le îndeplinească principalele elemente ale unei construcţii, pentru încadrarea într-un anumit grad de rezistenţă la foc, sînt indicate în tabelul 3.2.

Pentru ca un element să corespundă la un anumit grad de rezistenţă la foc din tabelul 3.2, trebuie să respecte ambele condiţii (atît cea privind combustibilitatea cît şi cea referitoare la limita de rezistenţă la foc).

Gradul de rezistenţă la foc al construcţiei sau al unui compartiment de incendiu este determinat de elementul său cu cea mai defavorabilă încadrare în tabelul 3.2. Gradul de rezistenţă la foc se specifică în mod obligatoriu în documentaţia tehnico-economică.

Categoria de pericol de incendiu. Aceasta defineşte ansamblul operaţiunilor unui proces tehnologic sau ale unor activităţi, avîndu-se în vedere caracteristicile de comportare la foc ale materialelor şi substanţelor implicate.

Tabelul 3.2

Condiţii minime pentru încadrarea construcţiilor în grade de rezistenţă la foc (P 118-83)

Tipul elementelor de construcţie	Gradul I	Gradul II	Gradul III	Gradul IV	Gradul V	Observaţii
1	2	3	4	5	6	7
Stîlpi, coloane, pereţi portanţi	C_0 (incombustibil) 2 h 30 min	C_3 (incombustibil) 2 h	C_0 (incombustibil) 1 h 30 min	C_2 (greu combustibil 30 min	C_3 (combustibil) —	În clădiri parter de gradul V se admite C_4
Stîlpi, coloane, pereţi portanţi la ultimul nivel	C_0 (incombustibil) 1 h 30 min (1h)	C_0 (incombustibil) 1 h (45 min)	C_0 (incombustibil) 45 min (30 min)	C_2 (greu combustibil) 30 min	C_4 (combustibil) —	
Pereţi interiori neportanţi	(incombustibil) 30 min	(incombustibil) 15 min	(greu combustibil) 15 min	(greu combustibil) 15 min	(combustibil) —	În clădiri industriale şi agrozootehnice parter, limita de rezistenţă la foc nu se normează
Pereţi exteriori neportanţi	C_0 (incombustibil) 15 min	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_3 (combustibil) 15 min	C_4 (combustibil) —	
Grinzi, planşee, nervuri, acoperişuri terasă	C_0 (incombustibil) 1 h	C_0 (incombustibil) 45 min (30 min)	C_0 (greu combustibil) 45 min (30 min)	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_4 (combustibil) —	
Grinzi şi planşee peste subsol	C_0 (incombustibil) 1h 30 min	C_0 (incombustibil) 1 h	C_0 (incombustibil) 1 h	C_2 (greu combustibil) 30 min	C_3 (combustibil) —	În clădirile parter de gradul V se admite C_4
Acoperişuri autoportante fără pod (inclusiv contravînturi), şarpanta acoperişurilor fără pod, construcţii aerostatice	C_0 (incombustibil) 45 min (30 min)	C_1 (greu combustibil) 30 min (15 min)	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_3 (combustibil) —	C_4 (combustibil) —	La clădiri de gradul III cu săli aglomerate, limita de rezistenţă la foc va fi de *min* 30 min. În clădiri cu pericol de explozie, limita de rezistenţă la foc a elementelor incombustibile nu se normează

Tabelul 3.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
Panouri de învelitoare și suportul continuu al învelitorii combustibile	C_0 (incombustibil) 15 min	C_1 (greu combustibil) 15 min	C_3 (greu combustibil) 15 min	C_3 (combustibil) —	C_4 (combustibil) —	

În compartimentele de incendiu (în care sarcina termică nu depășește 200 Mcal/m² (840 MJ/m²)) ale clădirilor (cu excepția clădirilor înalte, a celor cu săli aglomerate, care adăpostesc persoane care nu se pot evacua singure, sau cu echipament de importanță deosebită) se pot aplica valorile din paranteză.

Zonele, încăperile, secțiile și clădirile de producție și depozitare, precum și instalațiile tehnologice amplasate în aer liber, se clasifică în funcție de pericolul de incendiu al procesului tehnologic determinat de proprietățile fizico-chimice ale materialelor și substanțelor utilizate, prelucrate, manipulate sau depozitate (inclusiv rafturile, paletele și ambalajele), în 5 categorii de pericol de incendiu, conform tabelului 3.3.

Tabelul 3.3

Clasificarea în categorii de pericol de incendiu (P 118-83)

Categoria de pericol de incendiu	Caracteristicile substanțelor și ale materialelor ce determină încadrarea	Precizări
0	1	2
A	Substanțe a căror aprindere sau explozie poate să aibă loc în urma contactului cu oxigenul din aer, cu apa sau cu alte substanțe ori materiale; Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor până la 28°C, gaze sau vapori cu limită inferioară de explozie până la 10%, atunci cînd acestea pot forma cu aerul amestecuri explozive.	Nu determină încadrarea în categoriile A și B de pericol de incendiu: — scăpările și degajările de gaze, vapori sau praf, determinate conform art. 12, care sînt în cantități ce nu pot forma cu aerul amestecuri explozive. În asemenea situații, încadrarea se face în funcție de pericolul de incendiu în ansamblu, în categoria C, D sau E; — folosirea substanțelor solide, lichide sau gazoase drept combustibil pentru ardere.
B	Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor cuprinsă între 28 ... 100 °C, gaze sau vapori cu limita inferioară de explozie mai mare de 10%, atunci cînd acestea pot forma cu aerul amestecuri explozive; Fibre, praf sau pulberi, care se degajă în stare de suspensie, în cantități ce pot forma cu aerul amestecuri explozive.	

Tabelul 3.3 (continuare)

0	1	2
C	Substanțe și materiale combustibile solide; Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 100° C.	Nu determină încadrarea în categoria C de pericol: — folosirea substanțelor solide, lichide sau gazoase drept combustibil pentru ardere; — utilizarea lichidelor combustibile cu temperatura de inflamabilitate peste 100°C la comenzi hidraulice, răcire, ungere, filtre și tratamente termice, în cantități de maximum 2 m³, cu condiția luării unor măsuri locale pentru limitarea propagării incendiului; — folosirea echipamentului electric (cu excepția cablurilor), care conține pînă la 60 kg ulei pe unitatea de echipament; — utilizarea la transportul sau depozitarea materialelor incombustibile a unor ambalaje, palete sau rafturi combustibile, a căror sarcină termică este mai mică de 63 MJ/m²(15 000 kcal/m²).
D	Substanțe sau materiale incombustibile în stare fierbinte, topite sau incandescente, cu degajări de căldură radiantă, flăcări sau scîntei; Substanțe solide, lichide sau gazoase ce se ard în calitate de combustibil.	
E	Substanțe sau materiale incombustibile în stare rece sau materiale combustibile în stare de umiditate înaintată, astfel că posibilitatea aprinderii lor este exclusă.	

Clădirile de locuit, administrative, social-culturale și civile auxiliare industriei nu se clasifică în categorii de pericol de incendiu, măsurile de prevenire a incendiilor stabilindu-se în funcție de pericolul ce se poate crea, ținînd seama de destinația lor, pentru viața oamenilor și securitatea bunurilor adăpostite.

Atelierele de producție și întreținere, încăperile de depozitare și laboratoarele se încadrează în categorii de pericol de incendiu, pentru stabilirea alcătuirii constructive, a măsurilor de compartimentare față de restul construcției și a condițiilor privind instalațiile.

Categoria de pericol de incendiu se stabilește pe zone și încăperi, precum și independent pentru fiecare compartiment de incendiu în parte, menționîndu-se obligatoriu în documentația tehnico-economică.

În cadrul unui compartiment de incendiu, categoria de pericol de incendiu și explozie se determină după procesul tehnologic cel mai periculos, cu următoarele excepții:

— procese tehnologice din categoriile A și B de pericol, al căror volum este mai mic de 5% din volumul compartimentului respectiv;

— procese tehnologice din categoriile C și D de pericol de incendiu, cu un volum mai mic de 10% din volumul compartimentului, fără a depăși o arie de 400 m².

În cazurile exceptate se vor lua măsuri care să elimine posibilitatea formării concentrației locale cu pericol de explozie și a propagării incendiului spre spațiile învecinate din cadrul compartimentului.

În cazul existenței mai multor categorii de pericol de incendiu, situate în puncte distincte ale compartimentului, se iau în considerație sumele volumelor aferente și respective ale ariilor efective ale fiecărui proces tehnologic. Pentru procese din categoriile C și D de pericol, însumarea se aplică numai dacă distanța dintre spațiile în care sînt situate este mai mică de 40 m.

La instalațiile tehnologice amplasate în aer liber, categoria de pericol de incendiu se stabilește independent pentru fiecare porțiune care prezintă caracteristici diferite din acest punct de vedere.

Delimitarea zonelor pînă la care se extind măsurile impuse de spațiile încadrate în categoriile A și B de pericol se face avînd în vedere posibilitatea prezenței în timpul funcționării normale și în caz de avarie, a amestecurilor de aer cu gaze, vapori sau praf, în concentrații care prezintă pericol de explozie.

Compartimente de incendiu, pereți antifoc, pereți și planșee rezistente la foc și la explozie. Compartimentele de incendiu sînt porțiunile de clădire separate prin pereți antifoc, sau clădirile independente amplasate și alcătuite astfel încît să nu permită propagarea focului la vecinătăți. Compartimentele de incendiu ale unei construcții se consideră construcții independente din punct de vedere al protecției la acțiunea focului. Toate porțiunile suprapuse ale etajelor unei clădiri fac parte, în general, din același comparti ment de incendiu.

Pereții antifoc sînt elemente de construcție verticale, alcătuite și dimensionate corespunzător pentru a separa între ele compartimentele de incendiu.

Pereții rezistenți la foc, respectiv planșeele rezistente la foc sînt elemente care se prevăd în interiorul compartimentului de incendiu pentru a întîrzia, pe o perioadă de timp dată, propagarea focului.

Pereții și planșeele rezistente la explozie sînt elemente care separă de restul construcției încăperile cu pericol de explozie.

Clase de pericol ale materialelor și substanțelor depozitate. Materialele și produsele depozitate se clasifică, în funcție de aportul pe care-l pot aduce la apariția și dezvoltarea incendiilor, precum și de sensibilitatea lor la efectele acestora, în 5 clase de pericol de incendiu.

În funcție de temperatura de inflamabilitate a vaporilor emanați, lichidele combustibile se clasifică în 4 clase, conform tabelului 3.4.

Depozitele de lichide combustibile se clasifică în 7 categorii, în funcție de temperatura de inflamabilitate a lichidelor depozitate și de capacitatea totală de înmagazinare, conform tabelului 3.5.

Tabelul 3.4

Clasificarea lichidelor combustibile după temperatură (P 118-83)

Temperatura de inflamabilitate a vaporilor, în °C	pînă la 28°	28° ... 55°	55° ... 100°	peste 100°
Clasa lichidelor combustibile	LI	LII	LIII	LIV

Tabelul 3.5

Clasificarea depozitelor de lichide combustibile după capacități (P 118-83)

Categoria depozitului	Capacitatea, m³	
	Lichide din clasa LI—LII	Lichide din clasa LIII—LIV
D_1	peste 100 000	peste 500 000
D_2	30 001 ... 100 000	150 001 ... 500 000
D_3	2 501 ... 30 000	12 501 ... 150 000
D_4	501 ... 2 500	2 501 ... 12 500
D_5	51 ... 500	251 ... 2 500
D_6	11 ... 50	51 ... 250
D_7	pînă la 10	pînă la 50

OBSERVAȚIE:

În cazul în care se păstrează împreună lichide combustibile din clasele LI — LII cu lichide combustibile din clasele LIII—LIV, 1 m³ de lichid combustibil din clasele LI — LII se echivalează cu 5 m³ de lichid combustibil din clasele LIII—LIV

După modul de execuție, depozitele pot fi:

— supraterane — cînd fundul rezervoarelor se află deasupra terenului înconjurător, la același nivel cu el sau la o adîncime mai mică decît jumătate din înălțimea rezervoarelor, precum și în cazurile în care nivelul lichidului este cu 2 m mai sus de cota terenului înconjurător;

— semiîngropate — cînd fundul rezervoarelor se află îngropat la mai mult de jumătate din înălțimea acestora, iar nivelul maxim posibil al lichidului nu se găsește mai sus de 2 m de la nivelul terenului înconjurător;

— îngropate — cînd partea superioară a rezervoarelor este cu 20 cm mai jos decît cota terenului înconjurător.

Cota terenului înconjurător se va considera nivelul minim al terenului pe o distanță de 6 m de la mantaua rezervoarelor.

Optimizarea protecției contra incendiilor a clădirilor, instalațiilor tehnologice și materialelor. La proiectarea și executarea lucrărilor noi de construcții și instalații, precum și la modificarea sau schimbarea destinației celor existente, proiectantul și ceilalți factori ce participă la realizarea acestora răspund de luarea măsurilor tehnice de prevenire și stingere a incendiilor în strictă concordanță cu cerințele funcționale, asigurînd cele mai bune condiții de siguranță cu cheltuieli minime.

Organizațiile de proiectare a construcțiilor, instalațiilor, echipamentelor și utilajelor, împreună cu cele care elaborează proiectele de inginerie tehnologică sînt obligate:

— să stabilească și să cuprindă în documentațiile tehnico-economice pe care le întocmesc, măsurile și mijloacele de protecție contra incendiilor specifice utilajelor, tehnologiilor, instalațiilor și destinațiilor proiectate;

— să prevadă în documentații mașinile, instalațiile, utilajele, aparatura, echipamentul de protecție și substanțele pentru prevenirea și stingerea incendiilor, cu care urmează a fi dotate construcțiile, instalațiile și utilajele proiectate, inclusiv elementele și materialele de rezervă prevăzute de norme, precum și componența și dotarea formațiilor civile de pompieri;

— să prevadă tratarea cu substanțe ignifuge a tuturor materialelor combustibile utilizate la construcții, instalații, echipamente și utilaje, corespunzător cu importanța obiectivului și cu pericolul de incendiu;

— să întocmească și să predea beneficiarului scheme și instrucțiuni de funcționare, la parametrii proiectați, a dispozitivelor și instalațiilor de protecție contra incendiilor pe care le-au proiectat, precum și regulile de întreținere necesare în exploatare.

Pentru optimizarea protecției contra incendiilor a clădirilor, instalațiilor tehnologice și materialelor se vor analiza elementele cuprinse în organigrama logică de proiectare a siguranței la foc prezentată în figura 3.1.

3.1.1.2. Dotarea diferitelor categorii de clădiri cu instalații de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor. După felul armăturilor de serviciu cu care se echipează, instalațiile interioare de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor pot fi: cu hidranți interiori, cu sprinklere, cu drencere, cu pulverizatoare etc.

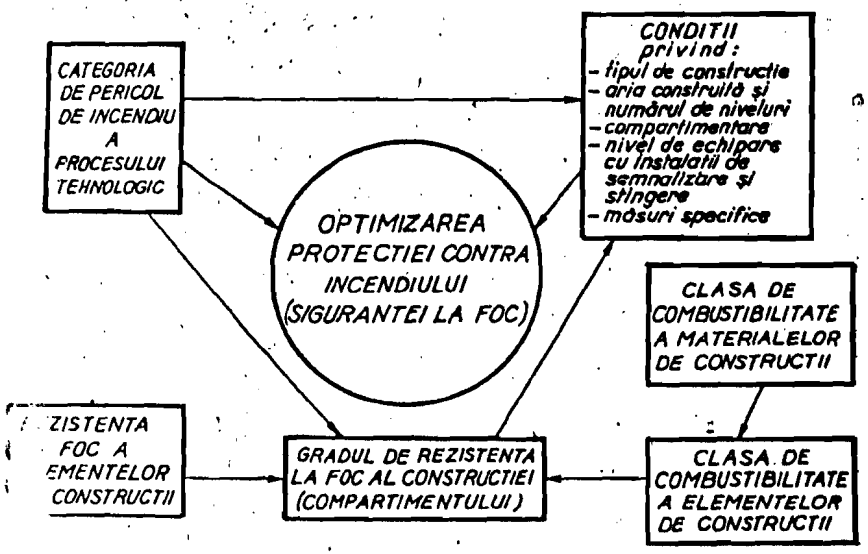


Fig. 3.1. Organigrama logică de proiectare a optimizării protecției contra incendiului (siguranței la foc).

Stabilirea tipurilor de instalații de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor ce urmează a fi montate în clădiri depinde de: mărimea clădirii (volumul construit și numărul de etaje), destinația clădirii (de locuit, social-culturală, industrială etc.), numărul de persoane, gradul de rezistență la foc și categoria de pericol de incendiu a clădirii, importanța clădirii sau a bunurilor și materialelor adăpostite în clădiri, precum și de alți factori tehnici sau economici.

Dotarea diferitelor categorii de clădiri cu instalații de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor se bazează pe normele generale și normele de dotare ale ministerelor și celorlalte organe centrale, comitetelor executive ale consiliilor populare județene și al municipiului București, după cum se arată în cele ce urmează.

Clădiri de locuit. Instalațiile de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor se adoptă în funcție de numărul de nivele sau de înălțime și de modul de utilizare a primelor două nivele (magazine, restaurante, unități de prestări servicii, depozite etc.).

La clădirile de locuit cu 12 sau mai multe nivele, dar cu înălțimea sub 45 m, se prevăd instalații de incendiu cu hidranți interiori, de tipul cu conducte uscate.

Clădirile de locuit cu înălțimea mai mare de 45 m (clădiri foarte înalte) se prevăd cu instalații de hidranți interiori sub presiune, iar la încăperile interioare pentru colectarea și depozitarea gunoiului, inclusiv în tuburile de gunoi din patru în patru nivele, se prevăd instalații cu sprinklere.

Clădirile de locuit cu maximum 11 nivele, care au la primul sau al doilea etaj localuri de alimentație publică (cantine, restaurante etc.) cu 300 locuri sau mai mult și magazine (inclusiv depozitele anexe) cu o suprafață totală a încăperilor în care se efectuează vînzarea, de 300 m² sau mai mult, se prevăd cu instalații cu hidranți interiori numai în spațiile din clădire ocupate de aceste localuri sau magazine.

Clădiri administrative și social-culturale. Instalațiile de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor se adoptă diferențiat, după cum urmează.

Clădirile pentru birouri și vestiarele anexelor întreprinderilor industriale se prevăd cu instalații cu hidranți interiori, dacă au un număr de patru sau mai multe nivele.

Nu se prevăd instalații de combaterea incendiilor cu hidranți interiori la pavilioanele administrative și vestiarele întreprinderilor industriale care nu sînt prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și care sînt situate în incinte industriale de categorie C, D și E de pericol de incendiu, cu suprafața teritoriului mai mică de 20 ha, la care stingerea din exterior a incendiilor se face cu pompe mobile direct din bazine sau rezervoare, precum și la pavilioanele administrative anexe întreprinderilor industriale care nu au instalații cu hidranți de incendiu exteriori.

Clădirile cu săli de spectacole și de întrunire (cluburi, cinematografe, teatre) sînt prevăzute cu instalații de combaterea incendiilor cu hidranți interiori dacă au mai mult de 300 locuri, cu excepția cinematografelor și căminelor culturale cu maximum 400 locuri, amplasate în localități rurale care nu au instalații exterioare de alimentare cu apă.

— clădiri de gradul I și II de rezistență la foc și categoria D de pericol de incendiu, în care utilajele, rafturile, paletele și ambalajele sau alte materiale sînt incombustibile;

— clădirile de gradul I și II de rezistență la foc și categoria D de pericol de incendiu cu volum mai mic de 4 000 m³, în care sînt utilaje, rafturi, palete sau ambalaje combustibile;

— clădirile de gradul III—V de rezistență la foc, din categoria D și E de pericol de incendiu cu un volum de maximum 2 000 m³;

— clădirile de categoria D sau E de pericol de incendiu cu volume mai mari de 2 000 m³, dacă sînt situate în incinte în care nu este obligatorie prevederea alimentării cu apă pentru stingerea din exterior a incendiilor sau la care alimentarea cu apă se admite să se facă direct din bazine sau rezervoare;

— clădirile din categoria C de pericol de incendiu cu un volum de cel mult 1 500 m³ în cazul în care se poate asigura ușor intervenția de la hidranții exteriori;

— garajele auto cu maximum 5 autovehicule;

— silozurile și magaziile de cereale de gradul I și II de rezistență la foc;

— încăperile în care se prevede inundarea cu bioxid de carbon, abur sau gaze inerte;

— clădirile, încăperile sau porțiuni ale acestora în care utilizarea apei ca agent de stingere nu este indicată.

La clădirile împărțite în compartimente de incendiu, necesitatea prevederii hidranților interiori se va stabili pentru fiecare compartiment în parte, luînd în considerare destinația cea mai periculoasă.

În clădirile industriale de gradul I și II de rezistență la foc, în care sînt încăperi cu pericol de incendiu diferit, hidranții interiori se vor prevedea numai pentru zonele în care există materiale, elemente sau utilaje combustibile.

Instalații cu sprinklere. Montarea sprinklerelor este obligatorie la următoarele tipuri de clădiri industriale:

— mori cu capacitate de măcinare a cerealelor de 30 t sau mai mult în 24 h și mori pentru servirea populației cu o capacitate de 60 t în 24 h, cu excepția acelora care au planșee de beton și utilaje incombustibile;

— secții de tîmplărie (croit, prelucrare la mașini, vopsitorie, finisaje, magazii) cu suprafața desfășurată de 2 000 m² sau mai mult, cînd sînt situate în clădiri independente, ori de 500 m² sau mai mult, cînd sînt situate în clădiri cu altă destinație, fără a fi separate de acestea prin pereți antifoc;

— secții de confecționare a modelelor de lemn cu o suprafață desfășurată de 1 000 m² sau mai mult, cînd sînt situate în clădiri independente, ori de 500 m² sau mai mult, amplasate în clădiri industriale cu alte destinații, fără a fi separate de acestea prin pereți antifoc;

— depozite pentru modele de lemn cu o suprafață desfășurată de 300 m² sau mai mult;

— spații de destrămare și amestec din secțiile de vigonie și bataje ale filaturilor;

— depozite de vată cu o suprafață de 700 m² sau mai mult, depozite de bumbac, lînă (cu excepția celor de lînă naturală), mătăsuri, tricotaje, textile, articole de galanterie și, în general, la depozite de mărfuri combustibile, în funcție de suprafața clădirii și de valoarea materialelor depozitate, pe baza hotărîrii ministerului sau organului central beneficiar și a organizației de proiectare;

— secții pentru fabricarea celuloidului, a obiectelor de celuloid, a filmelor cinematografice pe bază de nitroceluloză, precum și depozite de celuloid, articole din celuloid și filme pe bază de nitroceluloză;

— platouri de filmare acoperite;

— clădiri industriale fără lumină naturală și clădiri monobloc din categoriile A, B și C de pericol de incendiu, cu excepția celor la care materialele solide, lichide sau utilajele combustibile sînt în cantități reduse (sub 35 000 Wh/m²) și astfel distribuite încît nu pot favoriza dezvoltarea și propagarea incendiului, sau clădirile din categoria C de pericol de incendiu la care umiditatea existentă în procesul tehnologic (de peste 70%) nu conduce la prevederea unei instalații automate de stingerea incendiilor;

— garaje sau parcaje cu peste 50 autovehicule, amenajate în subsoluri, precum și la garaje supraterane închise, care au mai mult de două nivele;

— încăperi de tîmplărie și încăperi pentru depozitarea mobilei din clădiri cu înălțimi mai mari de 45 m.

Enumerarea clădirilor și încăperilor în care se prevăd instalații cu sprinklere nu este limitativă; funcție de pericolul de incendiu, importanța și amplasamentul clădirilor și de valoarea utilajelor și a materialelor depozitate, ministerele sau organele centrale beneficiare și organizația de proiectare pot stabili necesitatea prevederii instalațiilor cu sprinklere și în alte cazuri.

Încăperile prevăzute cu sprinklere se separă prin elemente incombustibile de spațiile învecinate neprevăzute cu astfel de instalații și în care se pot produce incendii.

Instalații cu drencere. Instalațiile cu drencere se prevăd pentru stingerea incendiilor și pentru realizarea perdelelor de apă pentru protecție împotriva focului.

Drencerele pentru stingerea incendiilor se utilizează în încăperile cu pericol mare de incendiu, unde din cauza propagării rapide a focului sau din alte considerente nu pot fi utilizate cu eficiență alte mijloace de stingere (de exemplu platouri de filmare, hangare pentru avioane, garaje cu mai mult de 50 autovehicule etc.).

Drencerele pentru realizarea perdelelor de protecție se utilizează la:

— protejarea golurilor — uși, ferestre etc. din pereții despărțitori, pentru a împiedica transmiterea focului de la o încăpere la alta;

— crearea unor perdele de apă pentru protecția cortinelor, ușilor și obloanelor din pereții antifoc;

— crearea unor perdele de apă sub zonele antifoc;

— protecția clădirilor în exterior, cînd nu sînt amplasate la distanțe corespunzătoare; în acest caz, drencerele se utilizează pentru protecția aco-

perișului și a cornișei combustibile, a ușilor, ferestrelor, pereților combustibili etc.;

— protejarea prin perdele de apă a unor porțiuni din încăperile cu pericol de incendiu.

Instalații de apă pulverizată. Acest tip de instalații se utilizează pentru stingerea incendiilor la:

— instalațiile tehnologice din rafinării, combinate chimice și petrochimice;

— parcurile de rezervoare orizontale cu lichide combustibile și rezervoare de gaze lichefiate;

— încăperile de depozitare a lichidelor combustibile cu ambalaje;

— gospodăriile de ulei ale unităților energetice și compresoarelor de mare putere;

— galeriile și tunelurile de cabluri pentru centrale, stații electrice, laminoare etc.;

— lichidele combustibile insolubile în apă, cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 60°C (de exemplu: lubrifianți, unsori consistente, asfalt etc.).

3.1.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

Hidranți interiori pentru combaterea incendiilor. Hidrantul interior pentru clădiri (STAS 2501-79, fig. 3.2) este un robinet de colț, cu ventil, prevăzut la intrare cu filet exterior pentru racordarea cu o țeavă de oțel de 2", iar la ieșire cu filet exterior pentru înșurubarea unui racord fix (STAS 701-77), la care se racordează furtunul din cînepă cu țeava de refulare.

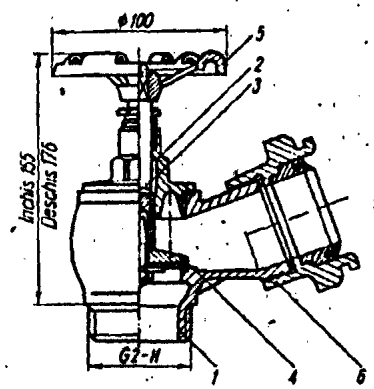


Fig. 3.2. Hidrant interior pentru clădiri:
1 — corp hidrant; *2* — capac hidrant; *3* — tijă; *4* — ventil; *5* — roată de manevră; *6* — racord fix C STAS 901-74.

Țevile de refulare pot fi: de mînă, simple (STAS 6264-60, fig. 3.3), executate în trei variante, cu dimensiunile redate în tabelul 3.6 și tip C de mînă,

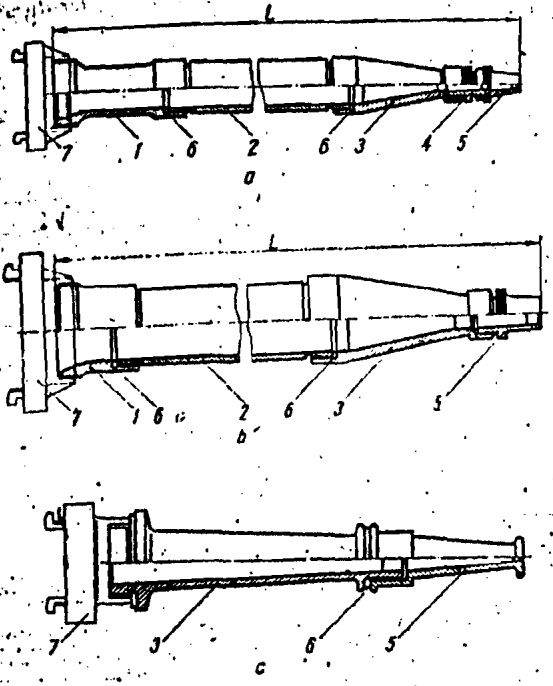


Fig. 3.3. Țevi de refulare de mînă simple:
a — țeavă de refulare de mînă, simplă, varianta I; *b* — țeavă de refulare de mînă simplă, varianta II; *c* — țeavă de refulare de mînă simplă, varianta III; *1* — tub de racordare; *2* — tub mingir; *3* — ajutaj de bază mingir; *4* — ajutaj intermediar; *5* — ajutaj final; *6* — garnitură; *7* — racord fix.

Tabelul 3.6

Dimensiunile țevilor de refulare de mînă simple (STAS 6264-84)

Varianta	Mărimea țevii	Mărimea racordului	Lungimea totală ≈ *L* mm	Diametrul de ieșire al ajutajelor, mm			Greutatea ≈ kg
				ajutajul de bază	ajutajul intermediar	ajutajul final	
I	G 8	C	465	12	10	8	1,200
II	B 12	B	430	20	—	12	1,750
	B 14	B	430	20		14	
	B 16	B	430	20		16	
	B 18	B	430	20		18	
	C 12	C	445	20	—	12	0,960
	C 14	C	445	20		14	
	C 16	C	445	20		16	
	C 18	C	445	20		18	
III	D 4	D	200	12	—	4	0,170

cu robinete (STAS 6782-63, fig. 3.4) executate în două variante, cu dimensiunile redate în tabelul 3.7.

Hidrantul împreună cu echipamentul de serviciu (furtunul şi ţeava de refulare) se montează în cutii metalice (STAS 3081-74, fig. 3.5).

Tabelul 3.7

Dimensiunile ţevilor de refulare tip C (STAS 6782-63)

Varianta	Mărimea ţevii	Mărimea racordului	Lungimea totală mm	Diametrul de ieşire			Masa kg
				Ajutaj de bază mm	Ajutaj intermediar mm	Ajutaj final mm	
I	12	C	500	20	16	12	0,98
II	8	C	485	12	10	8	1,2
	14	C	490	18	16	14	

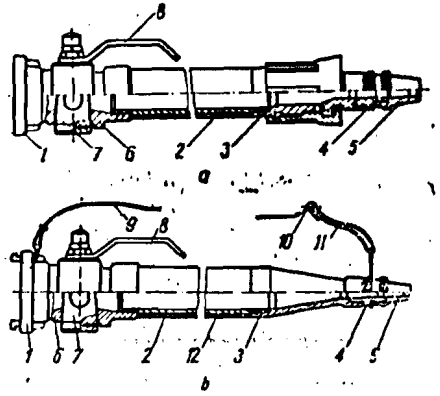


Fig. 3.4. Ţevi de refulare tip C de mină cu robinet:.

a — ţeavă de refulare de mină cu robinet, cu perdea de protecţie (tip C, varianta I); *b* — ţeavă de refulare de mină cu robinet, cu perdea de protecţie (tip C, varianta II): *1* — racord fix C (STAS 701-66); *2* — tub minier; *3* — ajutaj de bază; *4* — ajutaj intermediar; *5* — ajutaj final; *6* — corpul robinetului; *7* — capul robinetului; *8* — cheia robinetului; *9* — cingă; *10* — cataramă; *11* — curea.

Sprinklere. Sprinklerele utilizate frecvent în instalaţii sînt fie tip INOX cu diametrele orificiilor de 10,5; 12,0; 12,5 şi 19,0 mm, fie tip standard (fig. 3.6) cu diametrul orificiului de 12,7 mm.

Drencere. Drencerele (fig. 3.7) fabricate de Armătura — Cluj au diametrele orificiilor de: 8,0; 10,0; 10,5; 12,0; 12,5 şi 14,0 mm, iar drencerul de perdea de apă are diametrul 12,5 mm.

Pulverizatoare. Pulverizatorul de apă cu deflector conic tip PLUVIA (fig. 3.8) se execută (de întreprinderea „Energoreparaţii") cu diametrul orificiului de 6; 7; 8; 10 şi 12 mm.

Pulverizatorul tip „ER" (fig. 3.9) are diametrul orificiului de 7 mm şi este prevăzut cu un filtru sită cu orificii de 3 mm, iar la exterior are filet de 1" pentru montare prin înşurubare la reţeaua de conducte.

Pulverizatorul Ø 14 mm (fig. 3.10) are diametrul orificiului de refulare de 14 mm şi este prevăzut cu filet exterior de 1".

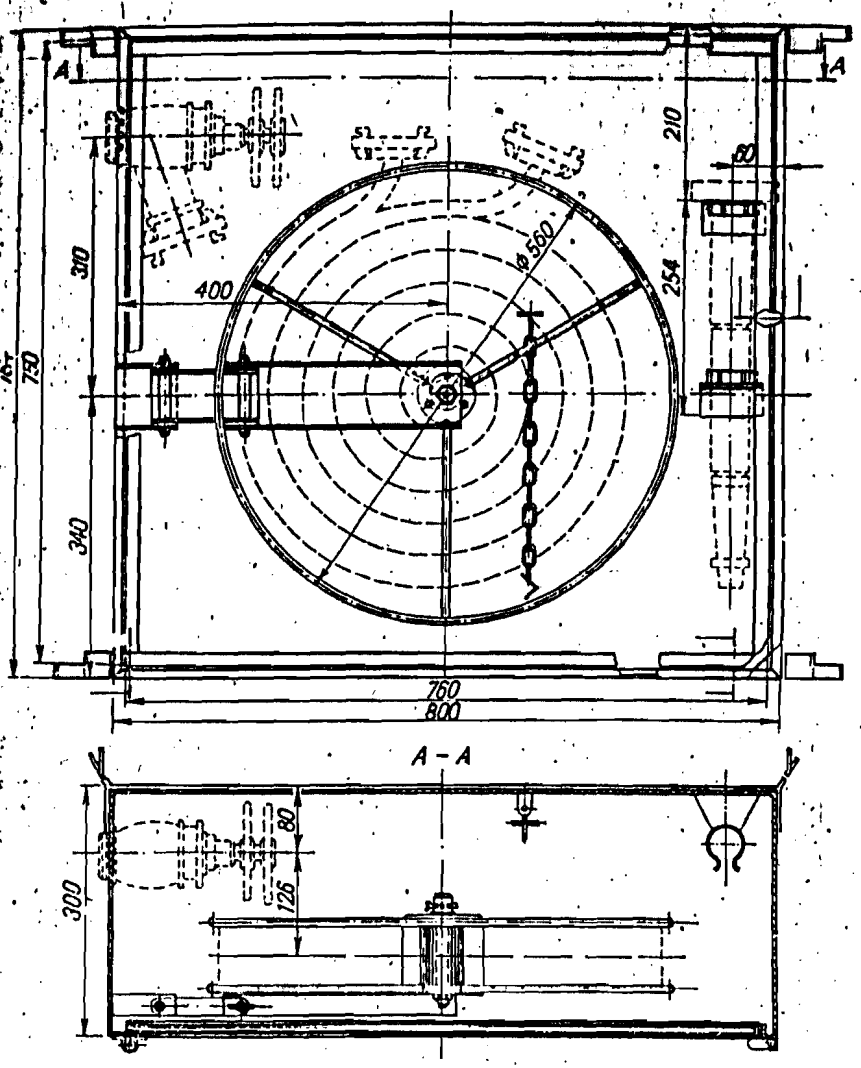


Fig. 3.5. Cutie metalică tip I, pentru hidrant interior

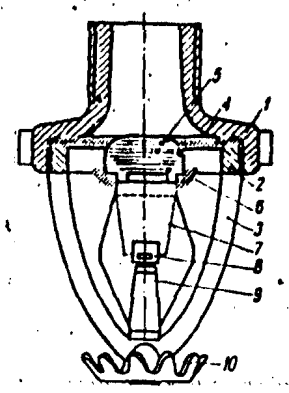


Fig. 3.6. Sprinkler tip standard:

1 — corpul sprinklerului; *2* — inel de bronz; *3*—cadru de susținere; *4*—diafragmă; *5*—ventil; *6* — închizător; *7*; *8*; *9*—plăcuțe din aliaj ușor fuzibil; *10* — rozetă.

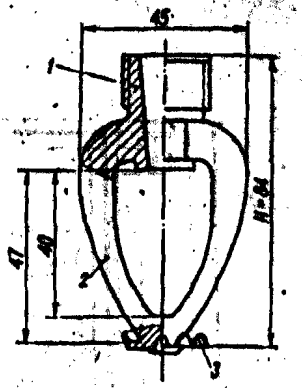


Fig. 3.7. Drencer tip „Armătura" — Cluj:

1—corpul drencerului; *2*—cadru de susținere; *3* — rozetă.

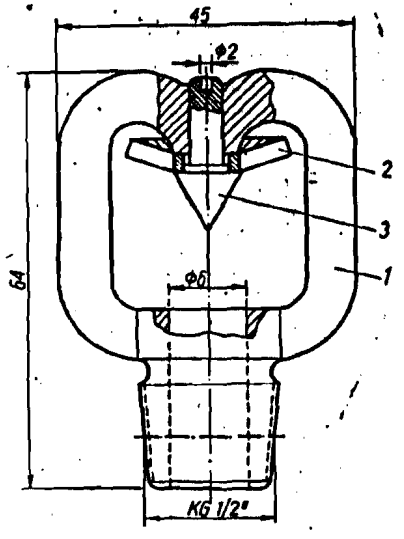


Fig. 3.8. Duză de pulverizare tip PLUVIA:

1 — corpul duzei; *2* — deflector; *3* — con.

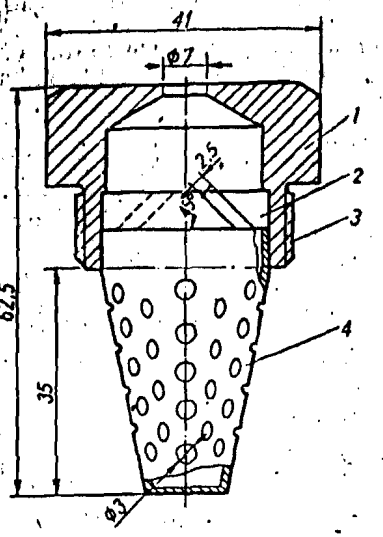


Fig. 3.9. Duză de pulverizare tip „ER" Ø 7 mm:

1 — corpul duzei; *2* — pastile de rotire; *3* — filet G_1"; *4* — filtru (sită).

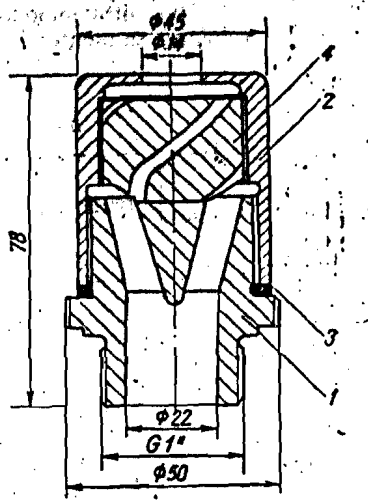


Fig. 3.10. Duză de pulverizare tip „14":

1 — corp cu filet exterior de 1"; *2* — carcasă cu orificiu de refulare a apei Ø 14 mm; *3*—garnitură de etanșare; *4* — corp interior cu patru canale.

3.2. Instalații cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor

3.2.1. Determinarea numărului de hidranți interiori și amplasarea lor în clădiri

În vederea stabilirii zonei pe care o poate acoperi un hidrant, la amplasarea acestora se ține seama de locurile recomandate pentru montarea hidranților, de pozițiile pereților, ușilor, căilor de evacuare etc., ce depind de caracteristicile constructive ale clădirii și de amplasarea utilajelor, mobilierului sau a materialelor depozitate în clădiri.

Amplasarea hidranților se face în locuri vizitabile, astfel încît să fie ușor accesibili și folosibili chiar în cazul circulației pentru evacuarea încăperilor. În acest sens, se recomandă montarea lor în casa scărilor, în holuri sau vestibule, pe coridoare, în încăperi amplasate în apropierea intrărilor etc., în locuri protejate de îngheț, urmărindu-se ca jeturile formate să atingă fiecare punct combustibil din interiorul clădirii.

Hidrantul împreună cu echipamentul de serviciu se montează în cutii speciale (STAS 3081-74), amplasate în nișă sau firidă în zidărie, la înălțimea de 1,35—1,50 m de la pardoseală.

Numărul de hidranți interiori pentru combaterea incendiilor se determină ținînd seamă de numărul de jeturi care trebuie să atingă fiecare punct combustibil din interiorul clădirii și de raza de acțiune a hidrantului

Fiecare punct combustibil din interiorul clădirii trebuie să fie atins de cel puțin un jet de apă.

La o serie de clădiri, pentru asigurarea condițiilor normale de stins incendiul este necesar ca fiecare punct din interiorul lor să fie atins de cel puțin două jeturi. În această categorie se încadrează: încăperile sau grupurile de încăperi ce comunică între ele prin goluri neprotejate; încăperile din categoriile A, B, C, de pericol de incendiu cu un volum mai mare de 1 000 m³, care nu sînt prevăzute cu instalații cu sprinklere; depozitele comerciale sau industriale; magaziile; expozițiile cu exponate combustibile dacă nu se prevăd cu sprinklere; sălile de spectacole la care se prevede, conform STAS 1478-84, funcționarea simultană a două sau mai multe jeturi.

În tabelul 3.8 se prezintă (după STAS 1478-84) numărul de jeturi în funcțiune simultană și lungimea jetului compact pentru hidranții interiori, în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate împotriva incendiului.

Hidranții interiori care trebuie să asigure atingerea fiecărui punct combustibil cu două jeturi simultane sînt în mod obligatoriu situați pe același nivel și în același compartiment de incendiu al clădirii.

Dacă nu se impune condiția ca fiecare punct combustibil să fie atins de două jeturi simultane, hidranții de incendiu ce funcționează simultan pot fi amplasați pe oricare nivel al clădirii.

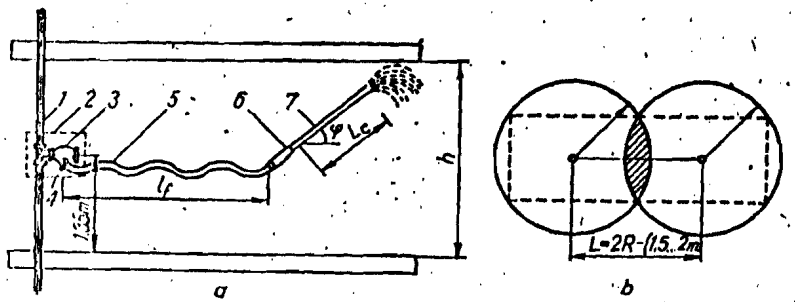
Raza de acțiune a hidranților se determină cu relația

$$R = L_f + L_j \text{ [m]}, \qquad (3.1)$$

în care: R este raza de acțiune a hidranților, în m (fig. 3.11, *a*);
L_j — proiecția pe orizontală a lungimii jetului compact dată de relația

$$L_j = \sqrt{L_c^2 - (h - 1{,}25)^2} \text{ [m]}, \qquad (3.2)$$

în care: L_c — lungimea jetului compact, în m (tabelul 3.8);
h — înălțimea încăperii în care se montează hidrantul, în m;
$L_f \geq 4$ m, distanță minimă de siguranță;
L_f — proiecția pe orizontală a lungimii furtunului, în m (ține seama de sinuozitățile în plan orizontal și vertical ale furtunului).



a b

Fig. 3.11. Schemă pentru determinarea razei de acțiune a unui hidrant:
a — hidrant interior în funcțiune; *b* — zona de acțiune a hidrantului; *1* — coloană de alimentare cu apă rece; *2* — niță; *3* — robinet de hidrant interior pentru incendiu; *4* — racord mobil; *5* — furtun; *6* — țeavă de refulare; *7* — jet de apă.

Tabelul 3.8

Debitul specific, numărul jeturilor în funcțiune simultană și debitul de calcul al instalației cu hidranți interiori (STAS 1478-84)

Destinația și caracteristicile clădirii protejate	Lungimea minimă a jetului compact l_c m	Debitul specific minim al unui jet q_{ih} l/s	Numărul jeturilor în funcțiune simultană*	Debitul de calcul al instalației Q_{ih} l/s
1	2	3	4	5
Blocuri de locuințe, clădiri pentru cazare comună, clădiri care adăpostesc birouri, școli, localuri pentru alimentație publică, vestiare, băi și spălătorii publice, gări:				
a) cu un volum mai mic de 25 000 m³;	6	2,5	1	2,5
b) cu un volum de 25 000 m³ sau mai mare	6	2,5	2	5,0
Clădiri care adăpostesc copii de vîrstă preșcolară, instituții medicale, aziluri pentru bătrîni sau infirmi, muzee, expoziții, biblioteci, arhive, clădiri de producție, de depozitare, industriale, garaje, magazine și depozite anexe:				
a) cu un volum mai mic de 5 000 m³;	6	2,5	1	2,5
b) cu un volum de 5 000 m³ sau mai mare	6	2,5	2	5,0
Cinematografe, cluburi și case de cultură (fără scenă amenajată), săli de concerte și săli de întruniri, de gimnastică și sport, cu o capacitate mai mică de 600 locuri:				
a) situate în clădiri de gradul I și II de rezistență la foc;	9	2,5	2	5,0
b) situate în clădiri de gradul III și IV de rezistență la foc	9	5,0	2	10,0
Cinematografe, cluburi și case de cultură (fără scenă amenajată), săli de concerte și săli de întruniri, de gimnastică și sport, cu capacitate de 600 locuri sau mai mult	9	5,0	2	10,0
Teatre dramatice sau muzicale, cluburi și case de cultură cu scenă amenajată:				
a) cu mai puțin de 1 000 locuri;	9	5,0	3	15,0
b) cu 1 000 locuri sau mai mult	9	5,0	4	20,0
Clădiri cu înălțimi peste 45 m				
a) cu un volum pînă la 50 000 m³;	9	5,0	3	15,0
b) cu un volum peste 50 000 m³	9	5,0	4	20,0

* Cazurile în care 2 jeturi în funcționare simultană trebuie să atingă, amîndouă, fiecare punct din interiorul încăperilor, sînt stabilite prin prescripțiile de specialitate în vigoare.

Hidranții interiori de incendiu se dotează cu furtun de 20 m lungime, cu excepția sălilor de spectacol unde furtunul are 10 m lungime (L_f = lungimea furtunului, din care se scad 2,5 — 3,0 m dați de sinuozitățile acestuia).

La încăperile cu $h = 3 - 3{,}5$ m, raza de acțiune a hidrantului se poate considera cu 1,0 — 2,0 m mai mare decît lungimea furtunului. Zona teoretică de acțiune a unui hidrant este un cerc avînd raza egală cu raza de acțiune a hidrantului (fig. 3.11, *b*). Raza de acțiune a fiecărui hidrant trebuie stabilită funcție de necesitatea atingerii fiecărui punct combustibil din clădire și de lungimea culoarelor de acces dintre utilaje, mobilier, agregate sau materiale depozitate.

În figura 3.12 se prezintă amplasarea în plan a hidranților dintr-o hală industrială, în două variante de atingere a fiecărui punct combustibil, cu un singur jet sau cu două jeturi de apă.

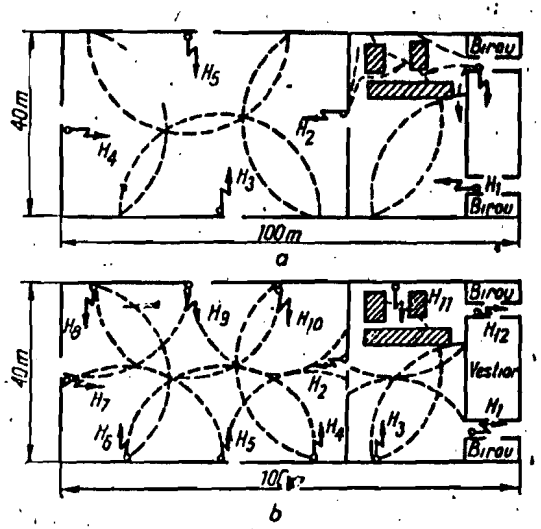


Fig. 3.12. Amplasarea hidranților de incendiu într-o hală industrială:

a — fiecare punct este stropit de un singur jet; b — fiecare punct este stropit de două jeturi.

3.2.2. Debite specifice și debite de calcul necesare dimensionării instalațiilor de alimentare cu apă folosind hidranți interiori pentru combaterea incendiilor

Debitul specific al unui hidrant interior, q_{ih} și debitul de calcul al instalației se determină în funcție de lungimea jetului compact necesar intervenției, destinația și caracteristicile construcției protejate.

Lungimea jetului compact — măsurată pe traiectoria sa — se alege din tabelul 3.9 (după STAS 1478-84), astfel încît să se asigure intervenția pentru stingerea în cele mai îndepărtate puncte combustibile din spațiul încăperilor.

Debitul specific, lungimea jetului compact și numărul jeturilor în funcțiune simultană nu trebuie să fie mai mici decît valorile indicate în tabelul 3.8.

Tabelul 3.9

Presiunea disponibilă la ajutajul țevii de refulare H_i, debitul specific q_{ih} și diametrul d al orificiului ajutajului final al țevii de refulare cu care se echipează hidrantul de incendiu, în funcție de lungimea jetului compact, L_c (STAS 1478-84)

Lungimea jetului compact L_c m	Diametrul orificiului final d, mm							
	14		16		18		20	
	H_i mH₂O	q_{ih} l/s	H_i mH₂O	q_{ih} l/s	H_i mH₂O	q_{ih} l/s	H_i mH₂O	q_{ih} l/s
6	—	—	—	—	7,69	3,04	7,63	3,75
6,4	—	—	8,40	2,50	8,27	3,15	8,16	3,90
7	—	—	9,34	2,64	9,14	3,31	9,03	4,10
8	—	—	10,82	2,84	10,60	3,58	10,45	4,4[illegible]
9	—	—	12,40	3,05	12,15	3,80	11,92	4,7[illegible]
10	14,55	2,52	14,05	3,24	13,70	4,05	13,40	5,00
11	16,45	2,68	15,85	3,43	15,38	4,29	15,03	5,30
12	18,50	2,84	17,65	3,63	17,10	4,53	16,65	5,60
13	20,60	3,01	19,60	3,82	18,92	4,75	18,40	5,85
14	22,95	3,16	21,70	4,03	20,85	5,00	20,20	6,15
15	25,45	3,34	24,00	4,23	22,90	5,25	22,20	6,45

Debitul q_{ih} în l/s al jetului de apă se determină cu relația

$$q_{ih} = 0{,}003477\ \mu\, d^2 \sqrt{H_i}, \tag{3.3}$$

în care: μ = 0,97—0,98, este coeficientul de debit;

d — diametrul ajutajului țevii de refulare a apei;

H_i — presiunea necesară la ajutajul țevii de refulare a apei, determinată cu relația

$$H_i = \frac{L_c}{\frac{1}{\alpha} - \varphi L_c}\ [\text{mH}_2\text{O}], \tag{3.4}$$

L_c — lungimea jetului compact;

$\alpha = 1{,}19 + 80\ (0{,}01\ L_c)^4$ — coeficient experimental;

$\varphi = \frac{0{,}00025}{d + 1\,000\ d^3}$ — coeficient experimental depinzînd de diametrul ajutajului țevii de refulare a apei și avînd valorile date în tabelul 3.10.

Tabelul 3.10

Valorile coeficientului φ

d, mm	12	14	16	18	20	22
φ	0,0183	0,0149	0,0214	0,0105	0,0090	0,0077

Pe baza relațiilor (3.3) și (3.4) au fost calculate datele redate în tabelul 3.9. Dacă la alegerea mărimii diametrului d al ajutajului țevii de refulare în funcție de lungimea jetului compact L, rezultă debite mai mari decît cele minime de calcul date în tabelul 3.8, se vor lua în considerare, la dimensionarea instalației interioare de alimentare cu apă a hidranților, datele din tabelul 3.9.

Presiunea minimă necesară la robinetul hidrantului interior pentru incendiu trebuie să acopere pierderile totale de sarcină în furtun și să asigure formarea unor jeturi compacte cu caracteristicile din tabelele 3.8 și 3.9.

Debitul de calcul necesar dimensionării instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori pentru incendiu se determină astfel:

— cînd alimentarea cu apă a hidranților interiori se face printr-o rețea comună cu alimentarea cu apă potabilă sau industrială, debitul de calcul se determină adăugînd la debitul de incendiu al hidranților (stabilit conform STAS 1478-84, tabelele 3.8 și 3.9), debitul maxim de apă potabilă sau industrială stabilit conform STAS 1478-84 sau a altor prescripții tehnologice, cu excepția a 85% din debitul de calcul necesar dușurilor și a debitului pentru spălări tehnologice și a pardoselilor care nu se iau în calcul;

— cînd alimentarea cu apă a hidranților interiori se face printr-o rețea separată, debitul de calcul și numărul de jeturi în funcțiune simultană se determină conform datelor din tabelul 3.8 și 3.9.

Se menționează că în cazul funcționării simultane a doi hidranți, rețeaua de conducte se va dimensiona considerînd cei doi hidranți amplasați la același nivel al clădirii, dar pe coloane alăturate.

3.2.3. Calculul hidraulic al conductelor de alimentare cu apă a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor

Metodologia de dimensionare a instalației cuprinde următoarele:

— se verifică încadrarea clădirii în prevederile normativelor actuale privind dotarea cu hidranți interiori pentru incendii, conform datelor prezentate la pct. 3.1.1;

— se stabilesc: numărul de jeturi în funcțiune simultană și necesitatea atingerii fiecărui punct combustibil al clădirii de unul sau două jeturi; debitul specific al fiecărui jet și debitul de calcul; lungimea jetului compact, lungimea furtunului și distanțele de siguranță, folosind datele din tabelele 3.8 și 3.9;

— se amplasează hidranții interiori pentru incendiu pe planurile de arhitectură ale clădirii, ținînd seamă de indicațiile de la pct. 3.2.1;

— se stabilește tipul rețelei de alimentare cu apă a hidranților interiori, care poate fi separată sau comună pentru consum menajer și industrial;

— se întocmește schema izometrică de calcul a rețelei de distribuție a apei;

— coloana de alimentare cu apă a hidranților interiori pentru incendiu se va executa, în toate cazurile, din țeavă din oțel avînd diametrul de 2" constant pe întreaga înălțime;

— se stabilesc debitele de calcul pentru toate tronsoanele rețelei de distribuție cu apă, conform indicațiilor de la pct. 3.2.2;

— pentru dimensionarea conductelor se folosesc nomogramele din fig. 2.4 și fig. 2.5 pentru țevi din oțel pentru apă rece și respectiv din figurile 2.2 și 2.3 pentru țevi din PVC — G (utilizate în cazul rețelelor comune de alimentare cu apă pentru consum menajer sau industrială și pentru incendii), ținînd seama că viteza maximă admisă a apei este de 3 m/s;

— pierderile totale de sarcină se determină cu relația

$$h_r = h_{re} + h_{rf} \ [mH_2O], \tag{3.5}$$

în care: h_{re} reprezintă pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul rețelei de conducte de la hidrantul de incendiu spre punctul de alimentare cu apă al instalației, calculate după metodologia de la cap. 2.2.1, cu nomogramele din figurile 2.2; 2.3; 2.4; 2.5 și 2.8;

$h_{rf} = M_f Q^2 = A_f l_f Q^2 = i_f l_f$ — pierderea de sarcină liniară pe furtunul de racord al hidrantului la țeava de refulare, în mH_2O;

$M_f = A_f l_f$ — modulul de rezistență hidraulică al furtunului;

A_f — rezistența hidraulică unitară a furtunului avînd valori redate în tabelul 3.11;

Tabelul 3.11

Valorile rezistenței hidraulice unitare pentru diverse tipuri de furtun

Tipul furtunului	Rezistența unitară	
	d=50 mm	d=64 mm
— furtun de cînepă	0,015	0,00385
— furtun din fibre sintetice tip A	0,015	—
— furtun din fibre sintetice tip B	0,015	—

l_f — lungimea furtunului;

Q — debitul de apă evacuat prin furtun;

i_f — pierderea de sarcină liniară unitară a apei la trecerea prin furtunul din cînepă, care poate fi determinată cu nomograma din figura 3.13;

— sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} pentru alimentarea cu apă a instalației cu hidranți interiori pentru incendiu se determină cu relația

$$H_{nec} = H_{gh} + H_i + h_r \ [m\ H_2O], \tag{3.6}$$

în care: H_{gh} este înălțimea geodezică a hidrantului de incendiu amplasat la cota cea mai mare față de un plan de referință unic admis;

H_i — presiunea necesară la ajutajul țevii de refulare;

h_r — suma pierderilor totale de sarcină calculate cu relația (3.5).

Calculul hidraulic al instalațiilor de alimentare cu apă a hidranților interiori pentru incendiu poate fi sistematizat într-un tabel, după cum se arată în exemplele de calcul de la pct. 3.2.4.

Exemplul de calcul 3.1. Să se dimensioneze instalația interioară de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor cu hidranți interiori din figura 3.14, aferentă unei clădiri pentru învățămînt superior cu parter și 4 etaje ($P + 4$), avînd un volum construit de 24 000 m³.

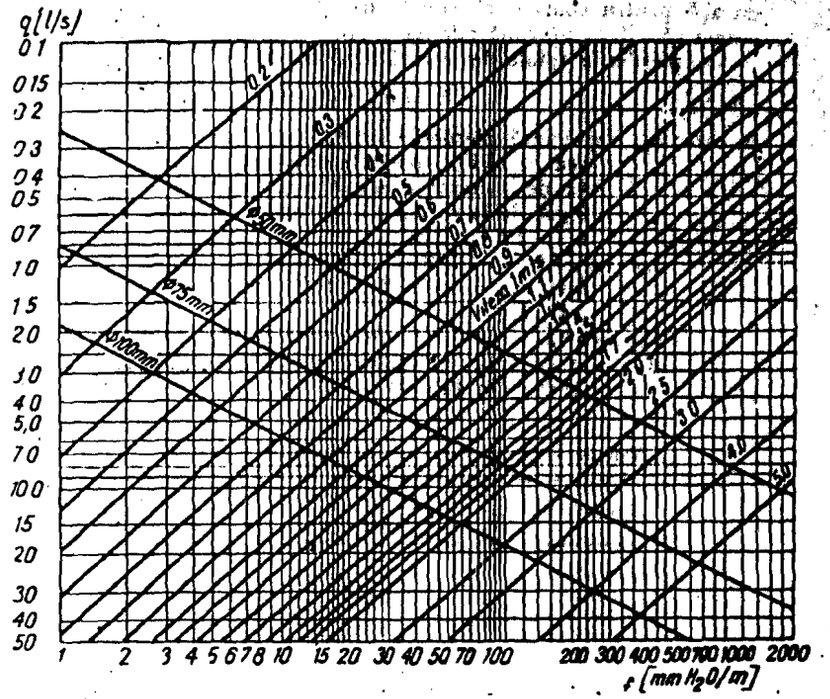


Fig. 3.13. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină unitară prin furtunul de cînepă.

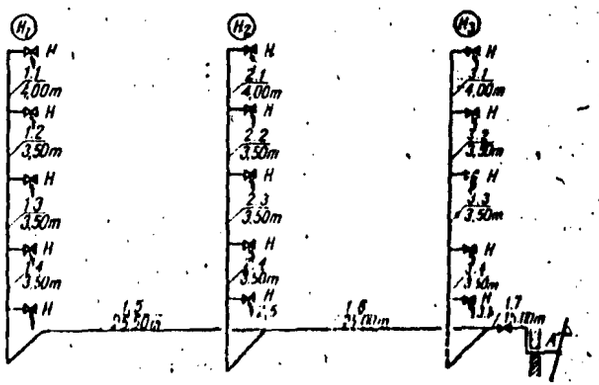


Fig. 3.14. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori, aferente unei clădiri pentru învățămînt superior avînd $P + 4$ etaje:

H — hidrant interior pentru incendiu; H_1, H_2, H_3 — coloane de hidranți.

Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer a clădirii se execută din țevi din PVC tip G.

Rezolvare. **Conform indicațiilor de la pct. 3.1.1, instituțiile de învățămînt superior cu un volum mai mare de 5 000 m³ sînt prevăzute cu instalații interioare de combaterea incendiilor cu hidranți interiori.**

Pe baza indicațiilor de la pct. 3.2.1, fiecare punct combustibil din clădire va fi atins de un singur jet, iar din tabelul 3.8 rezultă necesar un singur jet în funcțiune simultană avînd $q_{th} = 2{,}5$ l/s și lungimea minimă a jetului compact de 6 m.

Din tabelul 3.9, pentru un jet compact de 6,4 m lungime la un diametru al orificiului țevii de refulare de 16 mm se obține debitul specific $q_{th} = 2{,}5$ l/s la o presiune necesară $H_f = 8{,}4$ mH_2O considerată ca presiune de utilizare.

Întrucît instalația interioară de alimentare cu apă rece se execută cu conducte din PVC tip G, rețeaua interioară de alimentare cu apă pentru hidranți va fi separată de cea pentru consum menajer. În acest caz, fiecare tronson se va calcula la debitul de 2,5 l/s.

Calculul hidraulic este sistematizat în tabelul 3.12. La completarea tabelului 3.12 s-a ținut seama de următoarele observații:

— tronsoanele de pe coloanele 2 și 3 au aceleași diametre ca și cele de pe coloana 1;

— întrucît toate tronsoanele au același debit de 2,5 l/s, acestea nu s-au mai calculat separat, considerîndu-se un singur tronson cu lungimea egală cu suma tronsoanelor componente (tronsoanele 1.1... 1.7, $l = 80$ m);

— pierderile de sarcină pe furtun s-au determinat cu ajutorul nomogramei din figura 3.13;

— pierderile de sarcină liniare au fost determinate folosind nomograma din figura 3.2, iar pentru pierderile de sarcină locale nomograma din fig. 2.8, calculul coeficienților de rezistență locale, fiind redat în tabelul 3.13.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației este $H_{nec} = H_g + H_f + h_r = 15{,}5 + 8{,}4 + 6{,}6525 = 31{,}552$ mH_2O, în care înălțimea geodezică are valoarea; $H_g = 4 \cdot 3{,}5 + 1 \cdot 1{,}5 \quad 15{,}5$ m.

Exemplul de calcul 3.2. Să se dimensioneze instalația de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiilor la un cămin studențesc cu parter și 5 etaje ($P + 5$), avînd un volum construit de 12 000 m³. Înălțimea unui etaj este 2,80 m.

Schema izometrică de calcul este prezentată în figura 3.15. Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer se execută din țevi din oțel zincat. Regimul de furnizare a apei este de 24 h. Temperatura apei calde de consum este de 60° C.

Rezolvare. **Din indicațiile date la pct. 3.1.1, pentru clădirile de cazare comună care au peste $P + 4$ etaje se prevăd instalații pentru combaterea incendiilor cu hidranți interiori.**

Întrucît instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer se execută din țevi din oțel zincat, cele două instalații (de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiilor) au o rețea de distribuție comună. Din tabelul 3.8 se stabilește necesitatea unui singur jet în funcțiune, avînd: $q_{th} = 2{,}5$ l/s și $L_c = 6$m.

Din tabelul 3.9, la un jet compact de 6 m și pentru diametrul orificiului țevii de refulare de 16 mm rezultă un debit specific $q_{th} = 2{,}5$ l/s la $H_f = 8{,}4$ mH_2O, considerată ca presiune de utilizare. Rețeaua de distribuție a apei reci fiind comună, pentru asigurarea circulației și în coloanele cu hidranți, acestea s-au legat la cîte un obiect sanitar (robinetul *R* de pe coloanele *1* și *4*, fig. 3.15).

Pe tronsoanele ce alimentează cu apă obiecte sanitare, debitul de calcul se stabilește funcție de echivalenți (folosind tabelele 2.2; 2.3; 2.5 și 2.6).

Pe tronsoanele ce alimentează cu apă diferite obiecte sanitare, inclusiv dușurile și hidranții interiori, debitul de calcul se stabilește prin însumarea debitului de calcul al obiectelor sanitare (pentru dușuri se ia 15% din debitul de calcul, conform indicațiilor de la pct. 3.2.2) și debitul de calcul pentru hidranții de incendiu.

Întrucît presiunea necesară la un hidrant este cu mult mai mare decît la oricare obiect sanitar, calculul hidraulic s-a început cu traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, de la primul hidrant de pe coloana H_1 (tronsonul 1.a, fig. 3.15) și de la legătura coloanei H_1 la robinetul *R* (tronsonul 1, fig. 3.15) și este redat în tabelele 3.14 și 3.15.

Dimensionarea conductelor din țevi din oțel zincat pentru apă rece s-a efectuat folosind nomograma din fig. 2.5.

Tabelul 3.12

Calculul hidraulic al instalației de combatere a incendiilor cu hidranți interiori la o clădire pentru învățămînt superior, a cărei schemă este prezentată în fig. 3.14 (exemplul de calcul 3.1)

Număr tronson	q l/s	l sau L_c m	d mm	v m/s	i mm H_2O/m	il mm H_2O	$\Sigma(il)$ mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma(il-h_{rl})$ mm H_2O	H_l mm H_2O	H_g mm	H_{nec} mm H_2O
Ajutaj	2,5	6,4	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Furtun	2,5	20	50	1,20	100	2 000	2 000	—	—	—	—	—	—	—
1.1 .. 1.7	2,5	80	50	1,18	40	3 200	5 200	20,7	1 452,5	1 452,5	6 652,5	8 400	15 500	31 552,5

Tabelul 3.13

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale pentru instalația din fig. 3.14

Tip rezistență locală / Tronson	Valoarea coeficientului ζ					
	Teu de trecere	Teu de derivație	Cot 2"	Robinet cu ventil 2"	Robinet de hidrant 2"	$\Sigma\zeta$
1.1 ... 1.7	7×0,5=3,5	1×2=2	5×1=5	1×8=8	1×2,2=2,2	20,7

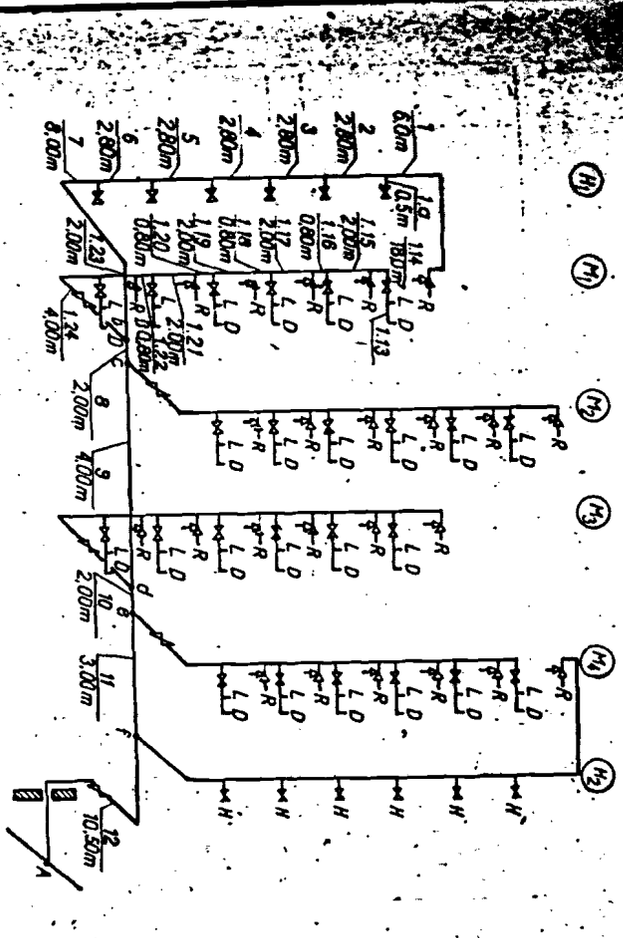


Fig. 3.13. Schema izometrică de calcul a instalației comune de alimentare cu apă a hidranților interiori de incendiu și pentru consum menajer la un cămin de studenți cu $P + 5$ etaje:

H — hidrant interior de incendiu; *L* — lavoar; *D* — duș; *R* — rezervor; H_1, H_2 — coloane de hidranți; $M_1 \ldots M_4$ — coloane de alimentare cu apă rece pentru consum menajer.

Pentru calculul pierderilor de sarcină liniare ale apei la curgerea prin furtunul din cînepă cu diametrul de 50 mm s-a folosit nomograma din figura 3.13.

Calculul pierderilor de sarcină locale s-a efectuat folosind nomograma din figura 2.8.

În punctul *A* de alimentare cu apă a instalației a rezultat sarcina hidrodinamică necesară: $H_{nec} = 31,502$ mH_2O (tabel 3.14).

Tronsoanele coloanelor M_1; M_2; M_4 și H_2 racordate la traseul principal respectiv în punctele *b*; *c*; *d*; *e*; *f* și dimensionează la presiunile disponibile în nodurile respective $H_b = 29,602$m H_2O; $H_c = 29,662$ mH_2O; $H_d = 29,796$ mH_2O; $H_e = 29,900$ mH_2O și $H_f = 30,053$ mH_2O.

Tronsoanele 1.13 .... 1.24 care alcătuiesc coloana M_3 au fost dimensionate la sarcina (presiunea) disponibilă $H_b = 29,602$ mH_2O (tabel 3.14), folosind viteze ale apei pînă la 2 m/s (viteza maximă admisă), rezultînd în nodul *b* (fig. 3.15) sarcina (presiunea) efectivă $H_{ef b} = 22,037$ mH_2O.

Diferența (excesul) de presiune $H_g = H_b - H_{ef b} = 29,602 - 22,037 = 7,563$ mH_2O va putea fi consumată în robinetul de reglaj montat la baza coloanei M_1 (pe tronsonul 1.24, fig. 3.15).

Coloanele M_2, M_3 și M_4 avînd aceeași configurație geometrică, aceleași lungimi ale tronsoanelor și aceleași debite de calcul ca și coloana M_3, vor avea aceleași diametre ale tronsoanelor similare celor ale coloanei M_3, în condițiile în care dimensionarea s-a efectuat cu viteze ale apei pînă la limita vitezei maxime admise de 2 m/s.

Diferențele de presiuni din nodurile *c*, *d* și *e*, respectiv, vor fi consumate în robinetele de reglaj montate la baza fiecărei coloane.

Coloana H_2 este identică cu coloana H_1, iar presiunea în exces în nodul *f* este: $H_f = 30,053 - 29,602 = 0,451$ mH_2O.

Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și combaterea incendiilor cu hidranți interiori la un cămin de studenți, a cărei schemă este redată în fig. 3.15 (exemplul de calcul 3.2)

Tabelul 3.14

Nr. tronson	Numărul și felul armăturilor la fiecare tronson	$0{,}7\,E_1$	E_2	E	Debitul de calcul pentru fiecare tronson, l/s: Menajer q	Incendiu q_i	Total	L sau L_e m	d_n țoli	v m/s	i mm H_2O/m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Coloana H_1										
1	1R	—	0,5	0,5	0,07	—	0,07	6,0	3/8	0,75	120
	AJUTAJ — RH	—	—	—	—	2,5	2,5	6,4	—		
	FURTUN — RH	—	—	—	—	2,5	2,5	20,0	2"	1,20	100
1. a	1RH	—	—	—	—	2,5	2,5	0,5	2"	1,20	40
2 ... 7	1RH+1R	—	0,5	0,5	0,07	2,5	2,57	22	2"	1,21	46
8	1RH+6R	—	3,0								
	6L	1,5	—	4,5	0,67						
	6D	4,2	—	4,2	0,09	2,5	3,26	2,0	$2^1/_2$	0,95	18
9	1RH+12R	—	6,0	—							
	12L	3,0	—	9,0	1,35						
	12D	8,4	—	8,4	0,19	2,5	4,04	4,0	$2^1/_2$	1,05	26
10	1RH+18R	—		—							
	18L	4,5	9,0	13,5	1,65						
	18D	12,6	—	12,6	0,24	2,5	4,39	2,0	$2^1/_2$	1,25	32
11	1RH+23R	—	11,5	—							
	24L	6,0	—	17,5	1,88						
	24D	16,8	—	16,0	0,28	2,5	4,66	3,0	$2^1/_2$	1,30	36
12	1RH+24R		12,0								
	24L	6,0	—	18,0	1,91						
	24D	16,8	—	16,8	0,28	2,5	4,69	10,5	2"	1,35	40
	Traseul 1.13 ... 1.24 (Coloana M_1): $H_{disp'b}$ = 29 602 mm H_2O										
1.13	1D	0,7	—	0,7	0,11	—	0,11	1,0	1/2	0,66	70
1.14	1D+1L	0,95		0,95	0,14	—	0,14	1,8	1/2	0,83	110
1.15	1D+1L+1R	0,95	0,5	1,45	0,20	—	0,20	2,0	1/2	1,30	260
1.16	2D+2L+1R	1,89	0,5	2,39	0,35	—	0,35	0,8	3/4	1,03	110
1.17	2D+2L+2R	1,89	1,0	2,89	0,43	—	0,43	2,0	3/4	0,45	50
1.18	3D+3L+2R	2,83	1,0	3,83	0,57	—	0,57	0,8	1	1,05	75
1.19	3D+3L+3R	2,83	1,5	4,33	0,66	—	0,66	2,0	1	1,20	100
1.20	4D+4L+3R	3,78	1,5	5,28	0,80	—	0,80	0,8	1	1,50	130
1.21	4D+4L+4R	3,78	2,0	5,78	0,87	—	0,87	2,0	$1^1/_4$	0,98	50
1.22	5D+5L+4R	4,72	2,0	6,72	0,99	—	0,99	0,8	$1^1/_4$	1,10	60
1.23	5D+5L+5R	4,72	2,5	7,22	1,09	—	1,09	2,0	$1^1/_4$	1,15	65
1.24	6D+6L+5R	5,67	2,5	8,17	1,23	—	1,23	4,0	$1^1/_4$	1,20	70

h_{rt} mm H_2O	Σh_{rt} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma(h_{rt}+h_{rl})$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_g mm	H_{nec} mm H_2O	Observații
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
720	720	22,5	616	616	1 336	2 000	1 000	4 336	
—						8 400			Ajutaj ∅ 16 mm
2 000	2 000	—							
20	2 020	4,2	295	295	2 315				
1 012	3 032	5,0	375	670	3 702	8 400	17 500	29 602	
36	3 068	0,5	24	694	3 762	8 400	17 500	29 662	S-a considerat 15% din debitul dușurilor
104	3 172	0,5	30	724	3 896	8 400	17 500	29 796	
64	3 236	0,5	40	764	4 000	8 400	17 500	29 900	
108	3 344	0,5	45	809	4 153	8 400	17 500	30 053	
420	3 764	12,00	1 030	1 839	5 603	8 400	17 500	31 503	
70	70	2,5	56	56	126				
198	268	15,5	570	626	824				
520	788	0,5	45	671	1 459				
88	876	0,5	30	701	1 577				
100	976	0,5	10	711	1 687				
60	1 036	0,5	30	741	1 777				
200	1 236	0,5	34	775	2 011				
104	1 340	0,5	60	835	2 175				
100	1 440	0,5	24	859	2 299				
480	1 920	0,5	33	892	2 812				
130	2 050	0,5	35	927	2 977				
280	2 330	12,2	880	1 807	4 137	3 000	14 900	22 037	

Tabelul 3.15

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale pentru instalația din fig. 3.15 (exemplul de calcul 3.2)

Tip Rezistențe locale \ Tronson	Valoarea coeficientului ξ										
	1 1/2"	1.4 2"	2;3;4;5;6 8;9;10;11;	7 2"	12 2 1/2"	13 3/8"	14 1/2"	15;16;17; 18;19;20; 21;22;23	24 1 1/4"		
Teu de trecere	1×0,5=0,5		1×0,5=0,5	1×0,5=0,5		1×0,5=0,5	1×0,5=0,5	1×0,5=0,5			
Teu de derivație		1×2=2			1×2=2				1×2=2		
Cot	3×2=6			2×1=2	3×1=3	1×2=2	1×2=2		1×12=12		
Robinet cu ventil drept	1×16=16				1×7=7		1×13=13		1×9=9		
Robinet cu sertar pentru hidrant		1×2,2= =2,2									
	22,5	4,2	0,5	2,5	12,00	2,5	15,5	0,5	12,2		

3.3. Instalații cu sprinklere pentru combaterea incendiilor

3.3.1. Caracteristicile hidraulice, geometrice și funcționale ale sprinklerelor

Caracteristicile hidraulice, geometrice și funcționale ale sprinklerelor, de care se ține seama la alegerea tipurilor și numărului acestora, sînt: debitul specific, diametrul orificiului, forma geometrică a jetului de apă dispersată, aria suprafeței stropite și aria de declanșare simultană a sprinklerelor, intensitatea de stropire și intensitatea de stingere cu apă și temperatura de declanșare a sprinklerelor.

Debitul specific al sprinklerului. Debitul specific q_{is}, în l/s, al unui sprinkler se determină cu relația

$$q_{is} = a_i\sqrt{H_i}, \qquad (3.7)$$

în care: H_i este presiunea disponibilă a apei în secțiunea orificiului sprinklerului, în mH_2O;

a_i — coeficient caracteristic al tipului de sprinkler, care depinde de coeficientul de debit și de diametrul orificiului sprinklerului și are valori redate în tabelul 3.16.

Tabelul 3.16

Valorile coeficientului a_i ai sprinklerelor utilizate în instalațiile de combatere a incendiilor (STAS 1478-84)

Tipul dispozitivului	Diametrul orificiului mm	H_i, mH_2O			
		5	10	15	20
		a			
Sprinkler INOX	10,5	0,340	0,358	0,359	0,366
	12,5	$a^* = 0,355$; $H_i \geq 10$			
	12,5	0,443	0,484	0,514	0,507
	14,0	0,582	0,629	0,641	0,652
Sprinkler standard !	12,7	$a^* = 0,460$; $H_i \geq 5$			

* Valori medii ale coeficientului de debit

Diametrul orificiului sprinklerului. Sprinklerul standard are diametrul de 12,7 mm. În instalațiile cu sprinklere ce necesită intensități de stingere variate se folosesc sprinklere tip INOX, cu diametrele orificiilor de 10,5 mm ; 12,0 mm, 12,5 mm și 14,0 mm.

Forma geometrică a jetului de apă dispersată. Calitatea, formele jetului de apă dispersată, realizate cu diferite tipuri de sprinklere sînt redate în figura 8.16. Caracteristicile jeturilor de apă dispersată se determină experimental (conform STAS 9576/1-79); în figura 8.17 se prezintă formele geometrice ale jeturilor de apă dispersată pentru sprinklerul tip INOX cu diametrul orificiului de 10,5 mm, în funcție de presiunea apei în secțiunea orificiului.

Aria suprafeței stropite și aria de declanșare. Suprafața stropită de un sprinkler se definește ca proiecția pe un plan orizontal a secțiunii transver-

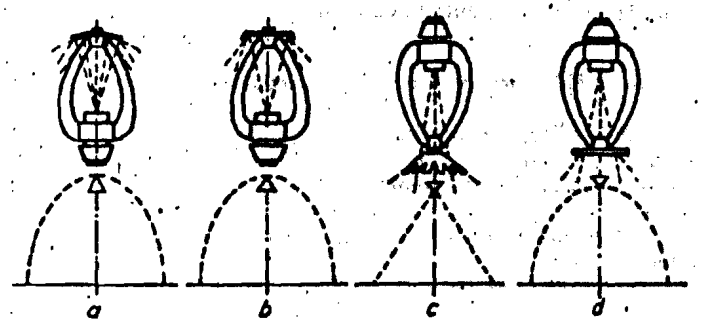


Fig. 3.16. Secțiuni verticale prin jeturile de apă ale diferitelor tipuri de sprinklere:

a — secțiune verticală a jetului format de un sprinkler standard; *b* — secțiune verticală a jetului format de un sprinkler cu rozetă concavă; *c* — secțiune verticală a jetului format de un sprinkler cu deflector conic; *d* — secțiune verticală a jetului format de un sprinkler cu deflector în formă de disc plan, prevăzut cu fante pe direcția radială.

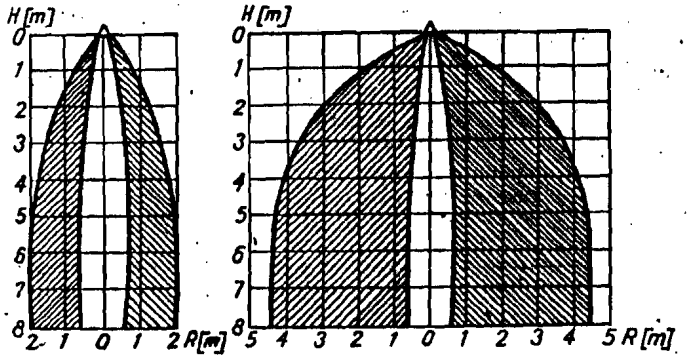


Fig. 3.17. Formele geometrice ale jetului de apă pentru sprinklerele cu diametrul de 10,5 mm:

a — forma jetului de apă la presiuni de 5—15 mH$_2$O la orificiul de stropire; *b* — forma jetului de apă la presiuni de 20—45 mH$_2$O la orificiul de stropire.

sale a jetului de apă dispersată și are aproximativ forma unei coroane circulare a cărei arie, A_f, depinde de tipul sprinklerului și de înălțimea de montaj H, în m, a sprinklerului față de suprafața protejată (fig. 3.17).

Întrucît sprinklerele se montează, de regulă, în rînduri paralele, suprafața protejată care revine unui sprinkler are forma pătrată sau dreptunghiulară (fig. 3.18). În aceste condiții, aria protejată de un sprinkler A_p la funcționarea în grup este dată de relația

$$A_p = l_x \cdot l_y \ [m^2]. \qquad (3.8)$$

Aria de declanșare A_d reprezintă aria în care vor fi acționate, în caz de incendiu, n sprinklere din totalul de N sprinklere existente într-un compartiment de incendiu al clădirii și este dată de relația

$$A_d = n \cdot A_p \ [m^2]. \qquad (3.9)$$

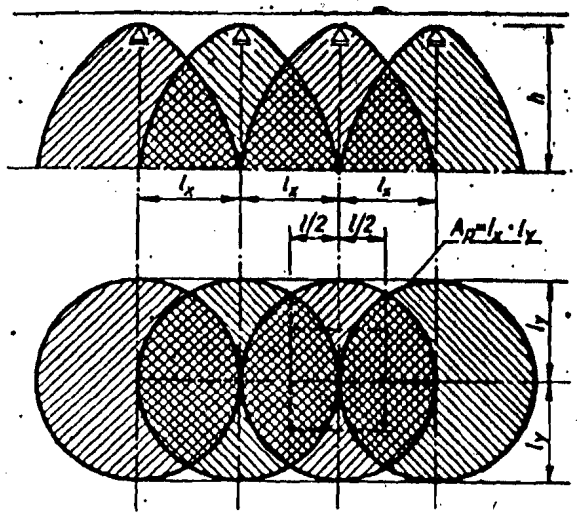


Fig. 3.18. Aria A_p protejată de un sprinkler la funcționarea în grup a unui rînd de sprinklere.

Intensitatea de stropire și intensitatea de stingere cu apă. Intensitatea de stropire cu apă i_i la funcționarea unui singur sprinkler avînd debitul specific q_u în l/s, este dată de relația

$$i_i = \frac{q_{is}}{A_i} \ [l/sm^2]. \qquad (3.10)$$

Intensitatea de stingere i_s este dată de relația

$$i_s = \frac{q_{is\,min}}{A_i} \ [l/sm^2], \qquad (3.11)$$

în care $q_{is\,min}$ este debitul specific al sprinklerului amplasat în poziția cea mai dezavantajată din punct de vedere hidraulic (în punctul cel mai înalt și mai îndepărtat de punctul de alimentare cu apă a instalației), în l/s.

Intensitatea de stingere este o caracteristică specifică materialelor care trebuie protejate și reprezintă intensitatea minimă de stropire ce determină oprirea arderii. Intensitatea de stingere se realizează numai la funcționarea în grup a sprinklerelor prin suprapunerea jeturilor (fig. 3.17) și are valorile indicate în tabelul 3.17 pentru materialele cu pericol mare de incendiu.

Temperatura de declanșare a sprinklerelor. Temperatura de declanșare a sprinklerelor este temperatura mediului ambiant la care dispozitivul de blocare (aliajul fuzibil) al sprinklerului se desface și permite curgerea apei prin orificiul acestuia.

În tabelul 3.18 sînt indicate valorile temperaturilor de declanșare ale sprinklerelor tip INOX.

Instalațiile cu sprinklere amplasate în încăperi în care temperatura poate să scadă sub +4°C, se proiectează în sistemul aer-apă, porțiunile din instalație amplasate în încăperi cu pericol de îngheț fiind pline cu aer.

Tabelul 3.17

Intensitatea de stingere, i_s, și aria de declanșare, A_d a sprinklerelor pentru materiale care prezintă pericol mare de incendiu, așezate în stive normale (STAS 1478-84)

Destinația încăperii	Intensitatea de stingere i_s l/s · m²	Aria de declanșare simultană A_s m²
Încăperi din clădiri industriale și civile obișnuite	0,07	215
Depozite sau încăperi în care se prelucrează materiale celulozice (lemn, textile, hîrtie etc.), nedepozitate în stive înalte	0,07	260
Secții de distilare a rășinii sau terebentinei, secții de fabricare a negrului de fum, articole de cauciuc, secții de prelucrare a lacurilor și vopselelor	0,12	260
Secții de distilare a gudronului, fabrici de chibrituri, secții de prelucrare a spumei de materiale plastice (fără depozitare)	0,17	260
Secții de fabricare și prelucrare a celuloidului	0,25	260

OBSERVAȚIE:

Aria de declanșare pentru alte cazuri decît cele prevăzute în tabel se determină experimental sau pe baze statistice, în funcție de numărul persoanelor, valoarea bunurilor materiale, pericolul de incendiu din spațiul protejat, precum și de intensitatea de stingere cu apă adoptată.

Tabelul 3.18

Valorile temperaturilor de declanșare ale sprinklerelor de tip INOX în funcție de temperaturile mediului ambiant

Trepte ale temperaturii de declanșare, °C	Limitele temperaturii mediului ambiant în care se pot monta capetele de sprinklere, °C	
	Minimă	Maximă
72	−5[1)]	38
93	−5[1)]	60
141	+5	100
182	+5	140

[1)] Temperatura minimă −5°C este specifică numai instalațiilor de aprindere în sistem aer-apă.

3.3.2. Alegerea tipurilor și determinarea numărului de sprinklere și amplasarea lor în clădiri

Sprinklerele se aleg pe baza datelor din tabelele 3.16, 3.17 și 3.18, cu condiția ca valorile intensităților de stropire să fie mai mare sau cel puțin egale cu valorile intensităților de stingere redate în tabelul 3.17.

În cazul în care intensitatea de stropire este mai mică decît cea de stingere, se pot modifica coordonatele geometrice de amplasare a sprinklerelor

(înălțimi, distanțe între sprinklere), caracteristicile hidraulice ale sprinklerelor (mărimile a_i și H_i) sau se aleg alte tipuri de sprinklere.

Numărul n de sprinklere care funcționează simultan (din numărul total N de sprinklere montate în instalație) amplasate în aria de declanșare A_s dintr-un compartiment de incendiu al clădirii, se determină cu relația

$$n = \frac{A_s}{A_p}. \qquad (3.12)$$

Se menționează că, pentru înlocuirea sprinklerelor deteriorate sau declanșate în caz de incendiu, se va prevedea o rezervă de sprinklere, calculată separat pentru fiecare tip din cele montate, astfel:

— dacă instalația are pînă la 30 sprinklere, rezerva va fi egală cu numărul celor montate;

— dacă instalația are peste 30 sprinklere, rezerva va fi de 5—25% din numărul total de sprinklere, în funcție de tipul acestora, însă nu mai puțin de 30 sprinklere;

— dacă instalația are sprinklere rezistente la coroziune, care declanșează la temperaturi mai mari de 90°C, rezerva acestora va fi egală cu numărul sprinklerelor montate în sectorul cel mai mare.

Amplasarea sprinklerelor se va face în funcție de pericolul de incendiu, gradul de rezistență la foc al încăperilor, poziția și dimensiunile grinzilor, pozițiile diferitelor instalații, utilaje sau stive de materiale și de caracteristicile hidraulice și funcționale ale sprinklerelor, astfel încît să se asigure: sensibilitatea de declanșare a sprinklerelor; protecția elementelor portante de construcție cu limită de rezistență la foc redusă; dispersarea cît mai uniformă a apei pe suprafața protejată; intensitatea de stingere cu apă.

La montarea sprinklerelor se vor respecta prescripțiile înscrise în normele generale P 118—83 și departamentale, de prevenire și stingere a incendiilor și anume:

— distanța în plan vertical față de placa planșeului sau a tavanului continuu, minim 8 cm, maxim 35 cm la elementele combustibile și 40 cm la elementele de construcție incombustibile;

— la acoperișurile înclinate sau la luminatoare, sprinklerele se amplasează în poziție verticală la cel mult 90 cm sub coama acestor elemente de construcție;

— sprinklerele montate în dreptul grinzilor pot avea deflectorul situat la minimum 2,5 cm sub partea inferioară a grinzii;

— la clădirile cu planșee cu grinzi înalte și dese (90—225 cm între ele), distanța dintre deflectorul sprinklerului și planșeu trebuie să fie mai mică decît înălțimea grinzii h_g, în cm, cu înălțimea de siguranță h_s, în cm (fig. 3.19), conform datelor din tabelul 3.19;

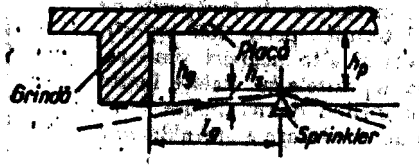


Fig. 3.19. Distanțele de amplasare ale sprinklerelor față de planșee și grinzi.

Tabelul 3.19

Înălțimea de siguranță, h_s, pentru amplasarea deflectorului sprinklerelor față de înălțimea grinzilor h_g

h_g, cm	≤ 30	30—60	60—75	75—90	90—105	105—120	120—135	135—150	150—165	165—180
h_s, cm	0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	17,5	22,5	27,5	35,5

— la spațiile de depozitare cu stive sau stelaje înalte, amplasarea sprinklerelor se face atît la tavan cît și la nivelele intermediare dintre stive sau la nivelul acestora. Distanța dintre deflectorul sprinklerului și stive va fi de 45—90 cm, funcție de forma jetului, distanța pe orizontală între elementele de construcții, instalații sau utilaje, așa încît să nu fie împiedicată dispersarea normală a jetului. La montarea sprinklerelor din stelaje, distanța minimă față de materialele depozitate este de 15 cm și se vor lua măsuri de protejare a materialelor depozitate pentru a nu fi degradate de sprinklerele de la nivelele superioare. Poziția de montare a sprinklerelor cu deflectorul în sus sau în jos se stabilește în funcție de forma deflectorului și secțiunea transversală a jetului de apă dispersată; la instalațiile cu aer și aer-apă se utilizează numai sprinklere care au poziția de montare cu deflectorul în sus;

— în cazul clădirilor cu tavane suspendate incombustibile, sprinklerele se amplasează astfel încît dispersarea apei să nu fie împiedicată de elementele tavanului, iar la tavanele suspendate executate din materiale combustibile situate la distanțe mai mari de 90 cm de planșeu, se prevăd sprinklere atît sub tavan cît și în spațiul dintre tavan și planșeu;

— la golul scărilor rulante sau la golurile neprotejate din planșee, se prevăd ecrane incombustibile continue cu înălțimea de 45 cm, pentru a împiedica împrăștierea aerului cald provenit dintr-un eventual incendiu prin efectul de tiraj. Sprinklerele, în acest caz, se montează la maximum 1,80 m de ecranul incombustibil;

— în cazul sprinklerelor amplasate la mică distanță între ele, cînd există pericolul stropirii reciproce, ce ar avea ca efect întîrzierea declanșării lor, între sprinklere se prevăd ecrane ce coboară sub nivelul deflectorului cu 5—8 cm;

— dacă în locul ușilor sau încăperilor antifoc se prevăd tamburi deschiși antifoc, aceștia se prevăd cu un sprinkler pentru fiecare m² suprafață de tambur;

— sprinklerele se amplasează în rînduri paralele, astfel ca distanța dintre două rînduri sau dintre două sprinklere să fie cuprinsă între 2,5 și 6,0 m, funcție de categoria de pericol de incendiu a clădirii. Distanța dintre rîndurile de sprinklere și respectiv dintre sprinklere, la încăperile cu pericol obișnuit de incendiu (încăperi cu o încărcare termică sub 200 kg/m²) este de pînă la 6 m, aria protejată de un sprinkler fiind de maximum 12 m², în timp ce la încăperile cu pericol mărit de incendiu (încăperi cu încărcări termice peste 200 kg/m²), cum sînt scenele amenajate, depozite de decoruri și alte încăperi similare, distanța dintre sprinklere va fi de 3—3,6 m, iar la depozitele cu stelaje înalte de 2,5—3,6 m, aria protejată aferentă unui sprinkler fiind de maximum 9 m².

În figura 3.20 sînt prezentate cîteva moduri de amplasare a sprinklerelor deasupra ariei ce trebuie protejată.

Sprinklerele pot fi amplasate în rînduri paralele (fig. 3.20, *a* și 3.20, *b*) sau decalate (fig. 3.20, *c* și 3.20, *d*), distanțele dintre sprinklere rezultînd din condiția ca intensitatea de stropire a unui sprinkler la funcționarea în grup să fie mai mare sau cel puțin egală cu intensitatea de stingere. În funcție de forma jetului de apă dispersat pot apare unele zone de suprafețe neudate (cercurile albe din fig. 3.20, *a* și 3.20, *c*) rezultînd necesitatea apropierii sprinklerelor, în care caz unele zone vor fi udate de trei sau patru sprinklere (zonele hașurate pe fig. 3.20, *b*, 3.20, *d*).

Instalația cu sprinklere se împarte în sectoare, pentru asigurarea unei bune semnalizări a intrării în funcțiune în caz de incendiu; fiecare sector este dotat cu un aparat de control și semnalizare.

De regulă, sectoarele trebuie să grupeze sprinklerele montate în același compartiment de incendiu al clădirii. În cazuri speciale, cînd instalația cuprinde un număr mic de sprinklere, se pot grupa în același sector sprinklerele montate în mai multe compartimente de incendiu, situate în vecinătate, dacă considerente de semnalizare a incendiilor nu cer altfel.

Sectoarele pot avea un număr de maximum 800 sprinklere în cazul instalațiilor cu apă sub presiune, amplasate în încăperi fără pericol de îngheț; în cazul sprinklerelor montate în mai multe încăperi separate între ele prin pereți și uși incombustibile, numărul sprinklerelor dintr-un sector poate fi mărit pînă la 1 200 bucăți.

În cazul instalațiilor cu sprinklere în sistemul aer-apă (amplasate în încăperi cu pericol de îngheț), numărul de sprinklere dintr-un sector va fi de 600 bucăți. În acest caz, volumul de apă al instalației nu va depăși 1 200 l pentru instalațiile fără accelerator și de 3 000 l pentru instalațiile cu accelerator.

Aparatele de control și semnalizare (ACS, fig. 3.21) pot fi cu apă sau cu apă-aer în funcție de sistemele de instalații cu sprinklere adoptate. Aparatul de control și semnalizare, împreună cu dispozitivele anexe se montează pe conducta principală de alimentare cu apă a fiecărui sector de sprinklere, în încăperi proprii sau în încăperi cu alte destinații, care nu prezintă pericol de incendiu.

După amplasarea sprinklerelor se trasează pe planurile de instalații rețelele de conducte de alimentare cu apă, care pot fi ramificate sau inelare. Pe o ramificație se pot monta maximum 6 sprinklere. Ramificațiile se prevăd la capete cu armături care permit aerisirea și curățarea conductelor. Pentru a elimina aerul sau apa din ele, conductele se vor monta cu pante de 2‰ pînă la 5‰, pantele mai mari prevăzîndu-se pentru conducte cu diametre mai mici. La montarea conductelor se va evita formarea sacilor de aer, iar acolo unde acest lucru nu este posibil se vor prevedea posibilități de golire și aerisire a conductelor.

Rețeaua de conducte va fi prevăzută cu racorduri fixe amplasate la nivelul terenului, în locuri accesibile, ferite de îngheț, pentru cuplarea la pompe mobile de incendiu. Aceste racorduri pot fi montate și în camere tip STAS 9342-72. Numărul racordurilor se stabilește în funcție de debitul instalației, considerînd 15 l/s pentru fiecare racord. Legătura cu rețeaua instalației cu sprinklere se face după aparatul de control și semnalizare tip apă-apă și înaintea celui tip aer-apă. Pe conductele de legătură se montează robinete cu ventil de reținere.

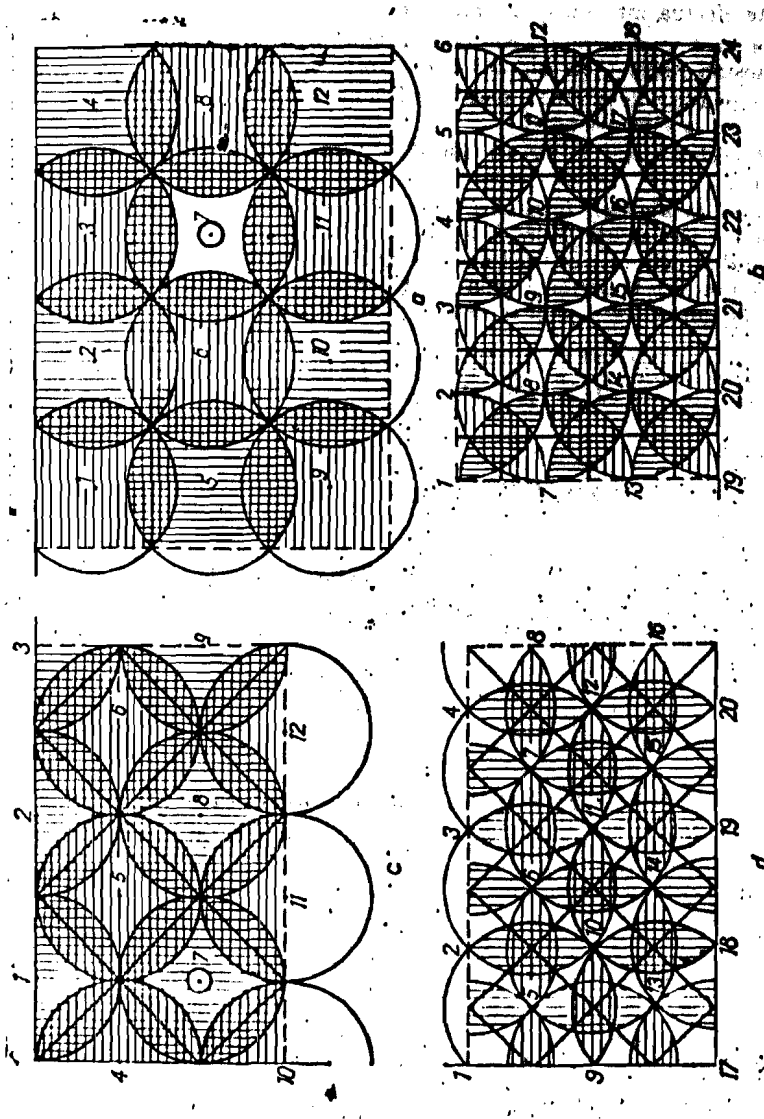


Fig. 3.20. Modul de amplasare a sprinklerelor deasupra ariei care trebuie protejată, ținînd seama de raza de stropire:
a — sprinklere așezate paralel, cu condiția stropirii ariei protejate de un singur sprinkler; *b* — idem, cu condiția stropirii ariei protejate de două sprinklere; *c* — sprinklere așezate decalat, cu condiția stropirii ariei protejate de un singur sprinkler; *d* — idem, cu condiția stropirii ariei protejate de două sprinklere;

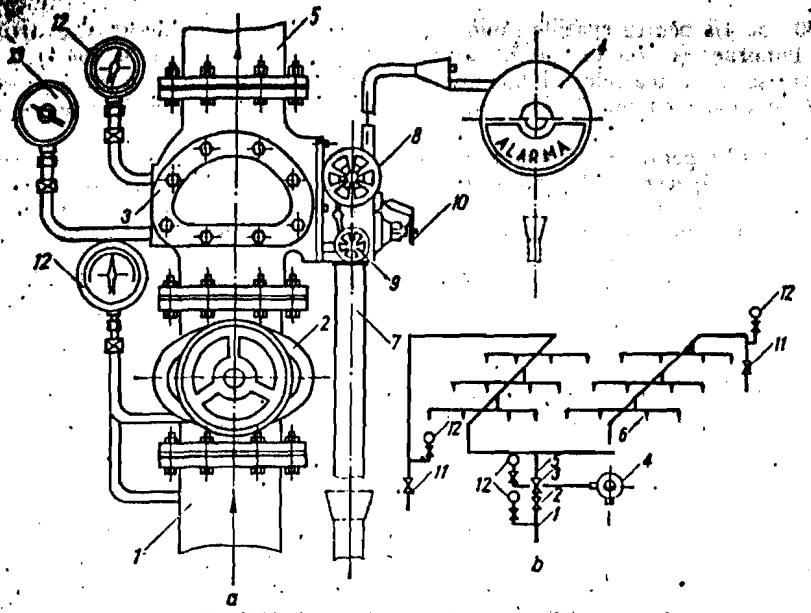


Fig. 3.21. Aparat de control și semnalizare:
a — ansamblu; *b* — schemă de montaj a instalației de sprinklere sistem apă-apă;
1 — conductă de alimentare cu apă d_n 150 mm; *2* — robinet principal de închidere d_n 150 mm P_n 10; *3* — aparat de control și semnalizare d_n 150 mm P_n 10; *4* — turbină hidraulică de semnalizare acustică; *5* — conductă de distribuție; *6* — sprinklere Ø 10,5 mm; *t* = 72°C; *7* — conductă de golire; *8* — robinet de golire; *9* — robinet pentru probarea instalației; *10* — robinet de închidere a turbinei; *11* — robinet de aerisire; *12* — manometre; *13* — manometre cu contacte electrice pentru alarmă la distanță

3.3.3. Debitul de calcul necesar dimensionării instalației cu sprinklere

Debitul de calcul al conductelor Q_{ts} se determină considerînd funcționarea simultană a sprinklerelor amplasate în aria A_s de declanșare a sprinklerelor dintr-un compartiment de incendiu al clădirii, cu relația:

$$Q_{ts} = \sum_{j=1}^{n} q_{ts\,j} \quad [l/s] \qquad (3.13)$$

în care: n este numărul sprinklerelor prevăzute să funcționeze simultan — montate în aria de declanșare A_s — determinat conform pct. 3.3.2 relația (3.12);

$q_{ts\,j}$ — debitul specific pentru un sprinkler determinat cu relația (3.7).

În lipsa unor valori determinate ale ariei de declanșare, debitul de calcul al instalației cu sprinklere se stabilește considerîndu-se funcționarea simultană a sprinklerelor montate în compartimentul de incendiu, debit care poate fi limitat la valorile următoare:

— 30 l/s, pentru construcții industriale sau civile obișnuite; în cazul particular cînd se utilizează motopompe KSM și presiunea din conducta de aspirație este sub 7 mH_2O, acest debit poate fi de 27,5 l/s;

— 30—50 l/s pentru spațiile sălilor aglomerate în funcție de destinație, valoarea bunurilor și aria încăperilor separate prin pereți rezistenți la foc, cu excepția scenelor teatrelor și buzunarelor scenei, pentru care debitul se determină în raport cu numărul capetelor de sprinklere montate în aceste zone;

— 75—100 l/s pentru studiouri de filme sau televiziune;

— pentru încăperile de depozitare în stive înalte, în funcție de mărimea ariei minime de declanșare și a intensității de stingere indicate în prescripții specifice sau, în cazul instalațiilor cu stingere rapidă, în funcție de specificul acestora;

— pentru clădirile industriale monobloc, în funcție de volumul construit, conform tabelului 3.20.

Tabelul 3.20

Debitul de calcul al instalației cu sprinklere la clădirile monobloc (STAS 1478-84)

Volumul clădirii, m^3	pînă la 100 000	100 001 ...200 000	200 001 ... 300 000	peste 300 000
Debitul de calcul minim, Q_{ic}, l/s	30	35	40	50

Debitul de calcul al unui sector de sprinklere depinde, evident (prin debitul specific al sprinklerului), de presiunea disponibilă în secțiunea orificiului fiecărui sprinkler.

Presiunea minimă la orificiul sprinklerului se determină conform tabelului 3.16, astfel încît să se asigure dispersarea corespunzătoare a apei și intensitatea de stingere minimă necesară în punctele cele mai îndepărtate.

Trebuie să se evite variațiile mari ale presiunii disponibile la orificiile sprinklerelor, pentru a se realiza o stropire cu apă aproximativ uniformă; valoarea medie a intensității de stropire proiectate nu trebuie să depășească, de regulă, cu mai mult de 15% intensitatea de stingere minimă prevăzută în punctele cele mai îndepărtate ale ariei de declanșare.

3.3.4. Calculul hidraulic al conductelor instalației cu sprinklere

La calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere se ține seama de următoarele particularități:

— pentru a se asigura funcționarea normală a instalației cu sprinklere, debitul sprinklerului montat pe o conductă (ramură) a rețelei, în situația cea mai favorabilă (cel mai apropiat de punctul de intrare a apei în conducta respectivă), nu va depăși cu 15% debitul sprinklerului din situația cea mai defavorabilă (cel mai depărtat de punctul de intrare a apei în conductă), ceea ce revine la limitarea pierderii totale de sarcină pe ramura respectivă, între sprinklerele extreme, considerînd că acestea au aceeași înălțime geodezică;

— pentru a determina debitul la fiecare sprinkler se va calcula, în prealabil, presiunea disponibilă la sprinklerul respectiv;

— în cazurile în care echilibrarea hidraulică a rețelei nu se poate realiza numai prin dimensionarea la vitezele maxime admise ale apei, se prevăd diafragme pe ramurile cu presiune în exces.

Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere în condițiile arătate mai sus se poate efectua într-unul din următoarele moduri:

— prin adoptarea unui diametru constant al ramurii pe care se montează sprinklerele, folosind rezistențele hidraulice unitare;

— folosind o pierdere de sarcină liniară specifică medie, i_m, în mm H_2O/m, pentru ramura care se dimensionează;

— realizînd același debit la fiecare sprinkler prin diafragmarea racordurilor acestora.

Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere folosind rezistențele hidraulice unitare. Rezistența hidraulică unitară A corespunzătoare unui anumit diametru d se definește ca fiind numeric egală cu pierderea de sarcini liniară h_{rl} ce se produce la trecerea unui debit q egal cu unitatea, printr-o conductă avînd lungimea $l = 1$ m și se determină din relația

$$h_{rl} = il = \frac{\lambda l}{d}\frac{v^2}{2g} = \frac{8}{10^6\, g\pi^2 d^5}\cdot\frac{\lambda}{d^5}\cdot lq^2 = Alq^2, \qquad (3.14)$$

de unde

$$A = \frac{0{,}0826}{10^6}\cdot\frac{\lambda}{d^5}, \qquad (3.15)$$

în care: λ este coeficientul de rezistență hidraulică;

$g = 9{,}81$ m/s^2 — accelerația gravitațională;

v — viteza medie a apei în conductă, în m/s;

$q = 10^3\frac{\pi d^2}{4}v$ — debitul de apă, în l/s.

Considerînd debitul $q = 1$ l/s și calculînd criteriul Reynolds, $\mathrm{Re} = \frac{vd}{\nu} = \frac{4}{10^3\pi\nu}\cdot\frac{q}{d}$ cu valoarea coeficientului cinematic de viscozitate a apei la temperatura de 10°C, $\nu = 1{,}31\cdot 10^{-6}$ m^2/s și pentru valorile diametrelor standardizate ale țevilor din oțel, se constată că $2340 < \mathrm{Re} < 10^{-7}$ și, ca urmare, pentru calculul coeficientului de rezistență hidraulică λ s-a aplicat relația Moody:

$$\lambda = 0{,}0055\left[1 + \left(20\,000\,\frac{K}{d} + \frac{10^6}{\mathrm{Re}}\right)^{1/3}\right], \qquad (3.16)$$

în care s-a considerat pentru coeficientul de rugozitate al țevilor din oțel valoarea $K = 0{,}15$ mm [4]; [5].

Pe baza relațiilor (3.15) și (3.16) s-a întocmit tabelul 3.21, cu valorile rezistențelor hidraulice unitare A pentru țevi din oțel cu diametre nominale de la 10 mm la 200 mm.

Tabelul 3.21

Valorile rezistenței hidraulice unitare A, a conductelor cu diametre d_n 10 mm—200 mm pentru $q = 1$ l/s

d m	v m/s	Re	λ	A
0,010	12,73	97 194	0,042	34,692
0,015	5,65	64 796	0,038	4,133
0,020	3,18	48 597	0,035	0,903
0,025	2,03	38 877	0,034	0,287
0,032	1,24	30 373	0,033	0,08123
0,040	0,79	24 298	0,032	0,02581
0,050	0,50	19 438	0,031	0,008193
0,065	0,30	14 953	0,031	0,002206
0,080	0,198	12 149	0,032	0,0008066
0,100	0,1273	9 719	0,033	0,0002725
0,125	0,08	7 775	0,034	0,00009202
0,150	0,056	6 479	0,036	0,00003915
0,200	0,031	4 859	0,038	0,000009808

Metodologia calculului hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere, folosind rezistențele hidraulice unitare, este următoarea:

— se determină intensitatea de stingere i_s, în l/s·m², și aria de declanșare simultană A_s, în m², a sprinklerelor, în funcție de destinația încăperii, din tabelul 3.17;

— se alege tipul de sprinkler, ținînd seamă de datele din tabelele 3.16 și 3.17;

— se determină distanțele de amplasare a sprinklerelor și se întocmește schema izometrică de calcul a conductelor;

— cunoscînd aria de declanșare simultană a sprinklerelor A_s și suprafața protejată (udată) de un sprinkler, A_p, cu relația (3.12) se determină numărul n de sprinklere ce vor funcționa simultan din numărul total N de sprinklere;

— se delimitează pe schema izometrică de calcul sectorul de n sprinklere aflate în funcțiune simultană, cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație, care va cuprinde pe una din ramuri sprinklerul cel mai depărtat pe orizontală și pe verticală de punctul de alimentare cu apă a instalației;

— dacă distanțele dintre sprinklerele de pe aceeași ramificație sînt egale, se poate determina un diametru constant pe întreaga ramificație (ceea ce ușurează și execuția), aplicînd modelul de calcul al conductei cu consumuri uniform concentrate, considerînd într-o primă aproximație că debitele sînt egale la fiecare sprinkler. În aceste condiții, pierderea de sarcină liniară h_{rl}, de la primul și pînă la ultimul sprinkler de pe aceeași ramură va fi

$$h_{rl} = \frac{1}{2} A l q^2 \sum_{j=1}^{n-1} j^2 = \frac{1}{2} A l q^2 \frac{n(n-1)(2n-1)}{6}, \qquad (3.17)$$

în care: A este rezistența hidraulică unitară a conductei, corespunzătoare debitului q în l/s și pierderii de sarcină liniare h_{rl} în mH_2O;

l — lungimea tronsonului de conductă între două sprinklere, în m;

$q = q_{1s} = a_1\sqrt{H_1}$ — debitul la cel mai depărtat sprinkler de pe ramura care se dimensionează, determinat cu formula (3.7);

n — numărul sprinklerelor de pe ramificația care se dimensionează.

Din relația (3.17) se obține:

$$A = \frac{6h_{rl}}{n(n-1)(2n-1)\, l\, a_1^2 H_1}. \qquad (3.18)$$

Punînd condiția ca debitele sprinklerelor extreme de pe o ramificație să nu difere cu mai mult de 15%, se obține:

$$q_n = 1{,}15 q_1; \quad q_1 = a_1\sqrt{H_1}; \quad q_n = a_1\sqrt{H_1 + h_{rl}} \qquad (3.19)$$

$$h_{rl} \approx 0{,}3\ H_1, \qquad (3.20)$$

care reprezintă valoarea pierderii de sarcină liniare pentru care nu vor exista variații mai mari decît 15% între debitele q_1 și q_n ale sprinklerelor extreme de pe o ramificație. Introducînd relația (3.20) în (3.18) și considerînd un spor de 35% pentru pierderile de sarcină locale, se obține

$$A = \frac{1{,}33}{n(n-1)\ (2n-1)\ l\, a_1^2}. \qquad (3.21)$$

Pe baza valorii obținute pentru A cu relația (3.21) se alege preliminar diametrul ramificației din tabelul 3.21;

— se efectuează calculul definitiv, determinînd pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe fiecare tronson al ramificației de diametru preliminar ales, și anume: pentru tronsonul 1.1 de pe ramificația *I* (fig. 3.22) cunoscînd debitul q_1 la sprinklerul *1* (calculat cu formula 3.7) și folosind nomogramele din figura 2.4 sau 2.5, se determină pierderea de sarcină liniară unitară i, în mmH_2O/m, folosind viteze ale apei pînă la 5 m/s, iar din nomograma din figura 2.8 se determină pierderea de sarcină locală h_{rl} pentru $\Sigma\zeta$ calculată pe tronsonul respectiv și la viteza medie a apei din acest tronson și rezultă astfel pierderea totală de sarcină pe tronsonul 1.1: $h_{r1\cdot1} = (il + h_{rl})_{1\cdot1}$. Se determină apoi debitul q_2 la sprinklerul *2* de pe ramura *I* (fig. 3.22) cu relația: $q_2 = a_1\sqrt{H_1 + h_{r1.1}}$. Se calculează debitul pe tronsonul 1.2 care va fi suma debitelor q_1 și q_2 ale sprinklerelor *1* și *2*: $q_{12} = q_1 + q_2$. Cunoscînd debitul q_{12} se calculează pierderile totale de sarcină (liniare și locale), $h_{r1.2}$ pe tronsonul 1.2 analog cu tronsonul 1.1. Se însumează pierderile totale de sarcină pe tronsoanele 1.1 și 1.2 și se calculează debitul q_3 la sprinklerul *3*: $q_3 = a_1\sqrt{H_1 + h_{r1.1} + h_{r1.2}}$. Se determină debitul pe tronsonul 1.3: $q_{1.3} = q_1 + q_2 + q_3$ și se calculează pierderea totală de sarcină $h_{r1.3}$. Se calculează debitul $q_4 = a_1\sqrt{H_1 + h_{r1.1} + h_{r1.2} + h_{r\,1.3}}$ și debitul pe tronsonul 1.4, $q_{1.4} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$, după care se determină $h_{r1.4}$ și, în continuare, debitul la sprinklerul *5*, $q_5 = a_1\sqrt{H_1 + h_{r1.1} + h_{r1.2} + h_{r1.3} + h_{r1.4}}$. Va rezulta apoi debitul pe tronsonul 1.5, $q_{1.5} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$ și se va calcula pierderea de sarcină pe tronsonul 1.5, $h_{1.5}$, iar în final, debitul la sprinklerul *6*: $q_6 = a_1\sqrt{H_1 + h_{r1.1} + \ldots + h_{r1.5}}$. Ramura I (fig. 3.22) va avea diametrul constant pe tronsoanele 1.1 ... 1.5 (pînă în punctul *a*);

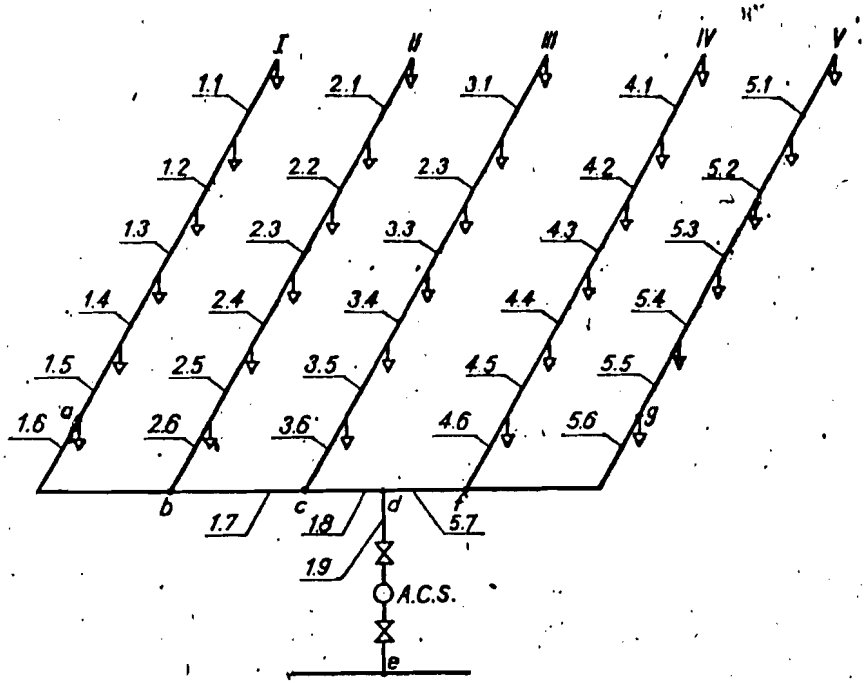


Fig. 3.22. Schema izometrică de calcul a instalației de sprinklere.

— se dimensionează tronsonul 1.7 la debitul $q_{1.7} = q_1 + q_2 + \ldots + q_6$, folosind aceleași nomograme și pentru viteze ale apei pînă la 5 m/s și se calculează pierderile totale de sarcină $h_{r1.7}$. Diametrul minim al tronsonului 1.7 trebuie să fie cel puțin egal cu diametrul (constant) al ramurii I;

— se determină sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul *b* (fig. 3.22):

$$H_{disp\,b} = H_{g1} + H_1 + h_{r1.1,\ldots1.7} \quad [\text{mH}_2\text{O}], \tag{3.22}$$

în care: h_{g1} este înălțimea geodezică a sprinklerului *1* de pe tronsonul 1.1 (ramura I);

H_1 — presiunea de utilizare la sprinklerul 1;

$h_{r1.1\ldots1.7}$ — suma pierderilor totale de sarcină pe tronsoanele 1.1 ...1.7;

— se alege preliminar diametrul constant al ramurii II (tronsoanele 2.1 ... 2.5) pe baza valorii rezistenței hidraulice unitare *A* calculate cu relația (3.21), din tabelul 3.21;

— se consideră o presiune de utilizare *H'* necunoscută la sprinklerul *7* (cel mai depărtat pe ramura II, fig. 3.22) și se calculează pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe ramura II (tronsoanele 2.1 ... 2.6) în mod analog ca la ramura I;

— se determină sarcina hidrodinamică efectivă în nodul *b* funcție de *H'* și se egalează cu sarcina disponibilă în nodul *b* dată de relația (3.22); din ecuația obținută rezultă *H'* (trebuie ca $H' > H_1$) valoare cu care se

calculează debitul q_7 al sprinklerului *7* de pe tronsonul 2.1 și, în continuare, pierderea totală de sarcină $h_{r2.1}$ pe tronsonul 2.1, debitul $q_8 = a_1\sqrt{H' + h_{r2.1}}$ al sprinklerului *8* și așa mai departe (analog ca la ramura I), determinîndu-se în final sarcina efectivă în nodul *b*; dacă $H_{disp\,b} > H_{efectiv\,b}$ excesul de presiune $h_e = H_{disp\,b} - H_{efectiv\,b}$ se preia într-o diafragmă (montată pe tronsonul 2.6);

— dacă rezultă $H' < H_1$ se alege pentru ramura II diametrul imediat superior dintre diametrele standardizate ale conductelor și calculul se reia ca mai sus;

— se dimensionează tronsonul 1.8 (fig. 3.22) la debitul $q_{1.8} = q_{1.7} + q_{2.6}$ și la viteze ale apei pînă la 5 m/s și se determină sarcina disponibilă în nodul *c*;

— pentru dimensionarea ramurii III se procedează la fel ca la ramura II, alegînd pentru sprinklerul 1.3 (cel mai dezavantajat) o presiune necunoscută *H'* care se determină egalînd sarcina disponibilă cu sarcina efectivă (calculată) în nodul *c*; se calculează apoi debitele sprinklerelor de pe ramura III și sarcina efectivă în nodul *c*. Dacă nu se realizează echilibrarea hidraulică în nodul *c*, se prevede o diafragmă pe tronsonul 3.6 (fig. 3.22), în care se preia presiunea în exces;

— calculul hidraulic al rețelei se continuă ca mai sus pînă la punctul *e* (fig. 3.22) de alimentare cu apă al instalației, determinîndu-se în final sarcina hidrodinamică necesară a instalației cu sprinklere în acest punct. Dacă pe unul din tronsoanele de conducte se ajunge la debitul maxim (conform pct. 3.3.3), se continuă calculul hidraulic pentru toate tronsoanele următoare ale traseului principal cu valoarea debitului maxim admis;

— dimensionarea ramurilor care nu fac parte din aria de declanșare simultană a sprinklerelor (de exemplu, ramurile IV și V, fig. 3.22) se efectuează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal, după metodologia arătată mai sus.

Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere folosind pierderea de sarcină liniară specifică medie. Metodologia de calcul hidraulic cuprinde la început aceleași etape ca la punctul anterior, delimitînd pe schema izometrică sectorul de *n* sprinklere în funcțiune simultană amplasat cel mai dezavantajat din întreaga instalație.

Se pune condiția ca între debitele sprinklerelor extreme (*1* și *18*, fig. 3.22) montate cel mai depărtat și respectiv cel mai apropiat de punctul de intrare a apei, să nu existe o variație de debit mai mare de 15%: $q_n = 1{,}15\, q_1$. Cunoscînd că

$$q_1 = a_1\sqrt{H_1}; \quad q_n = a_1\sqrt{H_n} \tag{3.23}$$

$$H_n = \frac{q_n^2}{a_1^2} = \frac{1{,}3225\, q_1^2}{a_1^2} \tag{3.24}$$

se calculează pierderea de sarcină liniară specifică medie cu relația

$$i_{med} = \frac{H_n - H_1}{1{,}35\sum_{i=1}^{n} l_i} = \frac{0{,}3225\, q_1^2}{1{,}35 \cdot a_1^2} = 0{,}23\,\frac{q_1^2}{a_1^2} \quad [\text{mH}_2\text{O/m}], \tag{3.25}$$

în care $\sum_{i=1}^{n} l_i$ este suma lungimilor tronsoanelor de conducte pe traseul dintre sprinklerele extreme amplasate în aria de declanșare simultană.

În continuare, calculul se efectuează în modul următor:

— cunoscînd debitul q_1 și i_{med} se dimensionează tronsonul 1.1 cu nomogramele din figurile 2.4; 2.5 și 2.8 și se determină pierderea totală de sarcină $h_{r1.1}$ pe tronsonul 1.1 (ramura I, fig. 3.22);

— se calculează debitul $q_2 = \sqrt{H_1 + h_{r1,2}}$ la sprinklerul 2 și apoi debitul $q_{1.2} = q_1 + q_2$ pe tronsonul 1.2;

— se dimensionează tronsonul 1.2 cunoscînd debitul $q_{1,2}$ și i_{med} și se calculează pierderea totală de sarcină $h_{r1.2}$;

— se continuă calculul ca mai sus, determinînd succesiv debitele la fiecare sprinkler și debitul de calcul al fiecărui tronson, pe traseul principal, pînă la punctul de alimentare cu apă a instalației cu sprinklere;

— se determină sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere;

— dacă pe unul din tronsoanele de conducte se ajunge la debitul maxim admis, se continuă calculul hidrodinamic pentru toate tronsoanele următoare ale traseului principal, cu valoarea debitului maxim și cu i_{med};

— dimensionarea ramurilor care nu fac parte din aria de declanșare simultană a sprinklerelor se efectuează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal. Prin aplicarea procedeului de calcul arătat mai sus, rezultă că tronsoanele de conducte ale instalației cu sprinklere vor avea diametre diferite și se va ține seama ca diametrele conductelor să fie monoton crescătoare, de la sprinklerul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic spre punctul de alimentare cu apă al rețelei.

Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere considerînd același debit la fiecare sprinkler. În acest caz, debitul de calcul al unui tronson de conductă rezultă prin însumarea debitelor sprinklerelor alimentate cu apă din acel tronson de conductă.

Calculul hidraulic se efectuează mai întîi pentru traseul principal, de alimentare cu apă a sprinklerului cel mai dezavantajat, amplasat în sectorul cu n sprinklere cuprinse în aria de declanșare simultană. Cunoscînd debitul de calcul al fiecărui tronson de conductă și alegînd viteze medii ale apei pînă la valoarea maximă admisă de 5 m/s, dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se efectuează cu nomogramele din figurile 2.4; 2.5 și 2.8. În final, se determină sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere. Ramurile secundare se dimensionează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal de conducte al rețelei. Consecința acestui procedeu de calcul este că atît la racordul fiecărui sprinkler cît și pe ramificațiile secundare trebuie prevăzute diafragme pentru consumarea sarcinii (presiunii) în exces h_e.

Pentru calculul unei diafragme se determină, în prealabil, coeficientul de pierdere de sarcină locală necesar, ζ_{nec}, din nomograma redată în figura 2.8, cunoscînd sarcina în exces (care va fi egală cu pierderea de sarcină locală în diafragmă) și viteza apei pe tronsonul de conductă respectiv. Cunoscînd ζ_{nec}, cu nomograma din fig. 3.23 se determină valoarea raportului $\frac{A_0}{A_1}$ între aria A_0 a secțiunii orificiului diafragmei și aria A_1 a secțiunii transversale a conductei care trebuie diafragmată, din care se deduce raportul $\frac{d_0}{d_1}$

între diametrul d_0 al orificiului diafragmei și diametrul interior d_1 al conductei, de aici rezultînd imediat diametrul d_0 cunoscînd diametrul d_1.

Prin aplicarea procedeului de dimensionare a conductelor prezentat mai sus, rezultă că tronsoanele de conducte ale instalației cu sprinklere vor avea

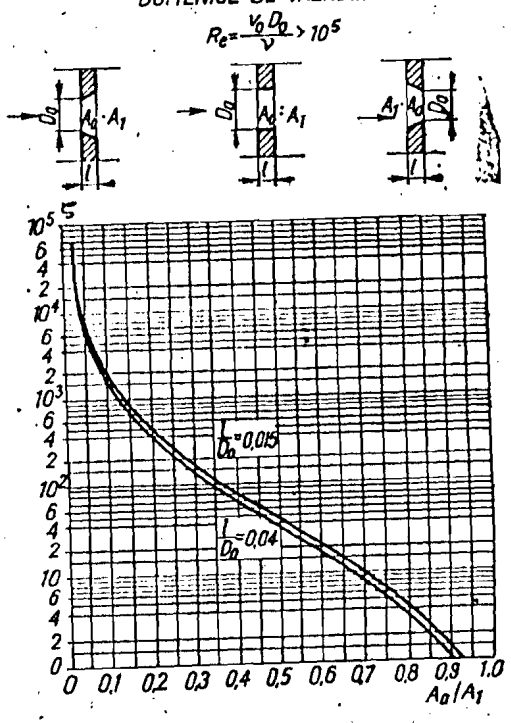


Fig. 3.23. Nomogramă pentru calculul diafragmelor.

diametre diferite, care trebuie să fie monoton crescătoare de la cel mai dezavantajat sprinkler spre punctul de alimentare cu apă al instalației. Acest procedeu de calcul conduce la reducerea consumului de metal, a debitului de calcul și a rezervei de apă pentru combaterea incendiului, dar este îngreunată execuția instalației fiind necesară montarea diafragmelor pe racordurile fiecărui sprinkler și pe conductele ramurilor secundare ale rețelei.

Exemplul de calcul 3.3. Să se efectueze calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere din interiorul unei secții de prelucrare a lacurilor și vopselelor, folosind rezistențele hidraulice unitare și să se determine sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord al instalației la rețeaua exterioară de alimentare cu apă. Hala are un singur nivel, cu dimensiunile în plan 28×20 m și înălțimea sub grinzi de 3 m. Instalația se execută cu țevi din oțel.

Rezolvare. Pentru secțiile de prelucrare a lacurilor și vopselelor, din tabelul 3.17, rezultă intensitatea de stingere $i_s = 0{,}12$ l/sm² și aria de declanșare simultană a sprinklerelor $A_s = 260$ m².

Se aleg sprinklere tip INOX cu diametrul orificiului $d = 10{,}5$ mm, pentru care, din tabelul 3.16 rezultă la valoarea presiunii de utilizare în secțiunea orificiului $H_1 = 10$ mH_2O, valoarea coeficientului $\alpha_1 = 0{,}358$.

Aria protejată de un sprinkler, calculată din relația (3.11) este

$$A_p = \frac{q_{is\,min}}{i_s} = \frac{a_i\sqrt{H_i}}{i_s} = \frac{0{,}358\sqrt{10}}{0{,}12} = 9{,}43\ m^2.$$

Numărul de sprinklere prevăzute să funcționeze simultan se determină cu relația (3.12)

$$n = \frac{A_s}{A_p} = \frac{260}{9{,}43} \approx 28\ \text{sprinklere.}$$

Numărul minim necesar N de sprinklere, considerînd întreaga suprafață a halei protejată, $A = 28 \cdot 20 = 560\ m^2$ va fi $N = \frac{560}{9{,}43} \approx 60$ sprinklere.

Distanța de montaj dintre două sprinklere de pe o ramură s-a luat inițial egală cu latura pătratului înscris în cercul determinat de raza de stropire: $l = \sqrt{2}\,R = \sqrt{\frac{2A_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}43}{3{,}14}} = 2{,}45$ m. Din condițiile de amplasare a celor $N = 60$ sprinklere, luînd distanțele de 1,5 m respectiv 1,4 m, față de pereții laterali ai halei și înălțimea de montaj a sprinklerelor de 0,20 m sub grinzile halei, au rezultat: distanța de montaj dintre două sprinklere de pe aceeași rampă de 2,8 m și distanța dintre două rampe ale rețelei de 3,4 m. În final, a rezultat soluția de amplasare și de racordare a sprinklerelor la rețeaua de conducte redată în schema izometrică din figura 3.24. Pe schema izometrică a fost delimitat sectorul

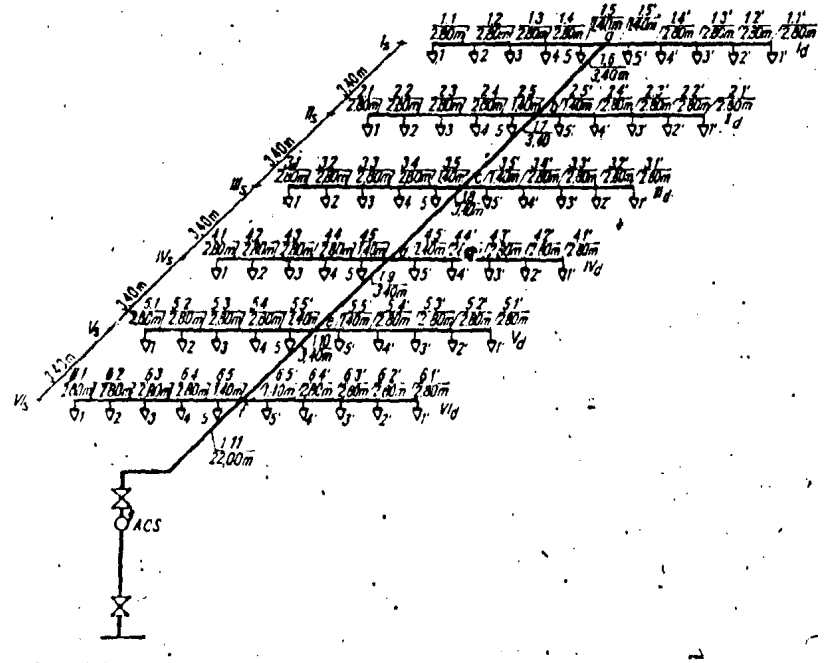


Fig. 3.24. Schema izometrică de calcul a instalației contra incendiului cu sprinklere, la o secție de prelucrare lacuri și vopsele.

cu $n = 28$ sprinklere în funcțiune simultană amplasate pe ramurile $I_s \ldots VI_s$ (fig. 3.24), sprinklerul *1* de pe ramura I_s din acest sector fiind cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație. Calculul hidraulic s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1 ... 1.11 și este redat în tabelul 3.22.

Pentru alegerea preliminară a diametrului constant al tronsoanelor 1.1 ... 1.4 ale ramurii I_s (fig. 3.24), se calculează rezistența hidraulică unitară A, cu relația (3.21)

$$A = \frac{1{,}33}{3 \cdot 4 \cdot 9 \cdot 2{,}8 \cdot 0{,}358^2} = 0{,}0205899\ s^2/l^2$$

și din tabelul 3.21 se alege diametrul conducte de 40 mm pentru care $A = 0{,}02581\ s^2/l^2$ (valoarea cea mai apropiată de A calculat).

Cunoscînd debitul sprinklerului *1*, $q_1 = 0{,}368\sqrt{10} = 1{,}13$ l/s care este debitul $q_{1.1}$ al tronsonului 1.1 și diametrul de 40 mm al acestui tronson, cu nomogramele din figurile 2.4 și 2.8 s-au calculat pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe tronsonul 1.1, $h_{r1.1} = 172$ mmH_2O, rezultînd la sprinklerul *2* o sarcină (presiune) disponibilă $H_{l2} = 10 + 0{,}172 = 10{,}172$ mH_2O. S-a calculat apoi debitul la sprinklerul *2*, $q_2 = 0{,}358\sqrt{10{,}172} = 1{,}14$ l/s și debitul pe tronsonul 1.2; $q_{1.2}$: $q_{1.2} = q_1 + q_2 = 1{,}13 + 1{,}14 = 2{,}27$ l/s. În continuare s-au calculat pierderile totale de sarcină $h_{r1.2}$ pe tronsonul 1.2, analog tronsonului 1.1, apoi debitul la sprinklerul *3* și așa mai departe (v. tabel 3.22).

Diametrul constant al ramurii II_s (fig. 3.24) se alege preliminar pe baza valorii rezistenței hidraulice unitare A calculate cu relația (3.21) și din tabelul 3.21 rezultă diametrul de 40 mm cu $A = 0{,}02581\ s^2/l^2$. În continuare, ramura II_s se calculează la sarcina disponibilă în nodul *b*, $H_{disp\,b} = 15\,837$ mmH_2O. În acest scop, se consideră o presiune de utilizare H' (necunoscută) în secțiunea orificiului sprinklerului *1* de pe ramura II_s și se calculează sarcina necesară în nodul *b*, $H_{nec\,b} = 1{,}56343\,H'$ mmH_2O, calculele fiind redate în tabelul 3.23.

Din condiția: $H_{nec\,b} = H_{disp\,b}$ sau $1{,}56343\,H' = 15\,837$, rezultă $H' = 10\,129{,}651$ mm$H_2O \approx 10{,}129$ mH_2O, valoare cu care se determină debitul la sprinklerul *1* de pe ramura II_s: $q_1 = 0{,}358\sqrt{10{,}129} = 1{,}13$ l/s. Mai departe, ramura II_s se calculează analog ramurii I_s (v. tabel 3.22). Calculul ramurilor III_s, IV_s, V_s și VI_s se efectuează la sarcinile disponibile în nodurile *c*, *d*, *e* și *f* analog celui descris pentru ramura II_s.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$:

Tronsoane: 1.1; 2.1; 3.1; 4.1; 5.1; 6.1:

1 cot d_n 40 mm	$1 \times 1{,}2 = 1{,}2$
1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	1,7

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.10; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 6.1; 6.2; 6.3; 6.4:

1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	0,5

Tronsoane: 1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 5.5; 6.5:

1 teu de derivație	$1 \times 1{,}5 = 1{,}5$
Total	1,5

Tronson: 1.11:

2 coturi d_n 125 mm	$2 \times 1 = 2{,}0$
2 robinete cu ventil înclinat d_n 125 mm	$2 \times 2 = 4{,}0$
1 teu de derivație	$1 \times 2 = 2{,}0$
Total	8,0

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă rece a instalației cu sprinklere, determinată în punctul de racord *g* (fig. 3.24) este $H_{nec} = 54{,}387$ mH_2O, valoare care include și pierderea de sarcină locală de 30 mH_2O în aparatul de control și semnalizare (v. tabel 3.22).

Exemplul de calcul 3.4. Să se efectueze calculul hidraulic al conductelor instalației cu sprinklere din figura 3.24, pe baza datelor din exemplul de calcul 3.3, folosind pierderea de sarcină liniară specifică.

Calculul hidraulic al conductelor instalației cu sprinklere, folosind rezistențele hidraulice unitare

Tabelul 3.22

A (exemplul de calcul 3.3)

Nr. tronson sau sprinkler	q_{sp} l/s	q_c l/s	l m	A	d mm	v m/s	i mm H_2O / m	h_{rt} mm H_2O	Σh_{rt} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mmH_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma(h_{rt}+h_{rc})$ mmH_2O	H_u mmH_2O	H_g mm	$H_{t\cdot nec.}$ mmH_2O	h_e mmH_2O	d_e mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
RAMURA $I_s(I_d)$																		
1	1,13																	
1.1	—	1,13	2,8	0,02581	40	0,92	32	89,6	90	1,7	82	82	172	10 000	—	10 172	—	—
2	1,14																	
1.2	—	2,27	2,8	0,02581	40	1,80	112	314,0	404	0,5	85	167	571	10 000	—	10 571	—	—
3	1,16																	
1.3	—	3,43	2,8	0,02581	40	2,60	240	672,0	1 076	0,5	180	347	1 423	10 000	—	11 423	—	—
4	1,20																	
1.4	—	4,63	2,8	0,02581	40	3,50	400	1 120,0	2 196	0,5	300	647	2 843	10 000	—	12 843	—	—
5	1,28																	
1.5	—	5,91	1,4	0,02581	40	4,20	600	840,0	3 036	1,5	1 350	1 997	5 033	10 000	—	15 033	—	—
1.6	—	11,82	3,4		65	3,20	160	544,0	3 580	0,5	260	2 257	5 837	10 000	—	15 837	—	—
RAMURA $II_s(II_d)$ $H_{disp\cdot b}$= 15 837 mm H_2O																		
1	1,139																	
2.1	—	1,139	2,8	0,02581	40	0,92	32	90,0	90	1,7	82	82	172	10 130	—	10 302	—	—
2	1,148																	
2.2	—	2,287	2,8	0,02581	40	1,80	112	314,0	404	0,5	85	167	571	10 130	—	10 701	—	—
3	1,171																	
2.3	—	3,458	2,8	0,02581	40	2,60	240	672,0	1 076	0,5	180	347	1 423	10 130	—	11 553	—	—
4	1,216																	
2.4	—	4,674	2,8	0,02581	40	3,60	420	1176,0	2 252	0,5	320	667	2 919	10 130	—	13 049	—	—
5	1,29																	
2.5	—	5,96	1,4	0,02581	40	4,50	650	910,0	3 162	1,5	1 600	2 267	5 429	10 130	—	15 559	278	—
1.7	—	23,74	3,4		125	1,70	24	82,0	3 662	0,5	75	2 332	5 994	10 000	—	15 994	—	—
RAMURA $III_s(III_d)$ $H_{disp\cdot c}$= 15 994 mm H_2O																		
1	1,14																	
3.1	—	1,14	2,8	0,02581	40	0,92	32	90,0	90	1,7	82	82	172	10 230	—	10 402	—	—
2	1,15																	
3.2	—	2,29	2,8	0,02581	40	1,80	112	314,0	404	0,5	85	167	571	10 230	—	10 801	—	—
3	1,17																	
3.3	—	3,46	2,8	0,02581	40	2,60	240	672,0	1 076	0,5	180	347	1 423	10 230	—	11 653	—	—
4	1,22																	
3.4	—	4,68	2,8	0,02581	40	3,60	420	1176,0	2 252	0,5	320	667	2 919	10 230	—	13 149	—	—
5	1,29																	
3.5	—	5,97	1,4	0,02581	40	4,50	650	910,0	3 162	1,5	1 600	2 267	5 429	10 230	—	15 659	335	—
1.8	—	30,00	3,4		125	2,25	40	136,0	3 798	0,5	135	2 467	6 265	10 000	—	16 265	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RAMURA $IV_s(IV_d)$ $H_{disp'e}$ = 16 255 mm H_2O										
1 4.1	1,13 —	1,13	2,8	0,02581	40	0,92	32	90,0	90	1,7
2 4.2	1,14 —	2,27	2,8	0,02581	40	1,80	112	314,0	404	0,5
3 4.3	1,16 —	3,43	2,8	0,02581	40	2,60	240	672,0	1 076	0,5
4 4.4	1,20 —	4,63	2,8	0,02581	40	3,50	400	1120,0	2 196	0,5
5 4.5	1,28 —	5,91	1,4	0,02581	40	4,20	600	840	3 036	1,5
1.9	—	30,0	3,4		125	2,25	40	136	3 934	0,5
RAMURA $V_s(V_d)$ $H_{disp'e}$ = 16 536 mm H_2O										
1 5.1	1,13 —	1,13	2,8	0,02581	40	0,92	32	90	90	1,7
2 5.2	1,14 —	2,27	2,8	0,02581	40	1,80	112	314	404	0,5
3 5.3	1,16 —	3,43	2,8	0,02581	40	2,60	240	672	1 076	0,5
4 5.4	1,20 —	4,63	2,8	0,02581	40	3,50	400	1 120	2 196	0,5
5 5.5	1,28 —	5,91	1,4	0,02581	40	4,20	600	840	3 036	1,5
1.10	—	30,00	3,4		125	2,25	40	136	4 070	0,5
RAMURA $VI_s(VI_d)$ $H_{disp'e}$ = 16 807 mm H_2O										
1 6.1	1,13 —	1,13	2,8	0,02581	40	0,92	32	90	90	1,7
2 6.2	1,14 —	2,27	2,8	0,02581	40	1,80	112	314	404	0,5
3 6.3	1,16 —	3,43	2,8	0,02581	40	2,60	240	672	1 076	0,5
4 6.4	1,20 —	4,63	2,8	0,02581	40	3,50	400	1 120	2 196	0,5
5 6.5	1,28 —	5,91	1,4	0,02581	40	4,20	600	840	3 036	1,5
1.11	—	30,00	22,0		125	2,25	40	880	4 950	8,0

* Pe lungă h_{r1} = 2 200 mm H_2O s-a adăugat și pierderea de sarcină prin aparatul de

Tabelul 3.22 (continuare)

12	13	14	15	16	17	18	19
82	82	172	10 000	—	10 172	—	—
85	167	571	10 000	—	10 571	—	—
180	347	1 423	10 000	—	11 423	—	—
300	647	2 843	10 000	—	12 843	—	—
1 350	1 997	5 033	10 000	—	15 033	1 232	37,09
135	2 602	6 536	10 000	—	16 536	—	—
82	82	172	10 000	—	10 172	—	—
85	167	571	10 000	—	10 571	—	—
180	347	1423	10099	—	11 423	—	—
300	647	2 843	10 000	—	12 843	—	—
1 350	1 997	5 033	10 000	—	15 033	1 503	36,8
135	2 737	6 807	10 000	—	16 807	—	—
82	82	172	10 000	—	10 172	—	—
85	167	571	10 000	—	10 571	—	—
180	347	1 423	10 000	—	11 423	—	—
300	647	2 843	10 000	—	12 843	—	—
1 350	1 997	5 033	10 000	—	15 033	1 774	36,8
32 200*	34 937	39 887	10 000	4 500	54 387	—	—

control și semnalizare (A.C.S.) de 30 000 mm H_2O.

Tabelul 3.23

Calculul presiunii de utilizare H' pentru sprinklerele montate pe ramurile secundare ale instalației din fig. 3.24 (exemplul de calcul 3.3)

Nr. trons. sau sprinkler	q_{sp} l/s	q_c l/s	l m	d mm	A	$i = Aq_c^2$ $\frac{mmH_2O}{m}$	h_{rt} mmH_2O	$1{,}35\ h_{rt}$ mm H_2O	$H_{t\,sec.}$ mmH_2O	Observații
		RAMURA II_s (II_d); III_s (III_d); IV_s (IV_d); V_s (V_d); VI_s (VI_d)								
1	$0{,}358\sqrt{H'}$	$0{,}358\sqrt{H'}$	2,8	40	0,02581	$0{,}00307\ H'$	0,00926 H'	0,01250 H'	1,01250 H'	
2.1	—									
2	$0{,}358\sqrt{1{,}01250\,H'} =$ $= 0{,}36\sqrt{H'}$									
2.2	—	$0{,}718\sqrt{H'}$	2,8	40	0,02581	0,01330 H'	0,03725 H'	0,05029 H'	1,06279 H'	
3	$0{,}358\sqrt{1{,}06279\,H'} =$ $= 0{,}368\sqrt{H'}$									
2.3	—	$1{,}086\sqrt{H'}$	2,8	40	0,02581	0,03044 H'	0,08523 H'	0,1150 H'	1,17700 H'	
4	$0{,}358\sqrt{1{,}177\,H'} =$ $= 0{,}387\sqrt{H'}$									
2.4	—	$1{,}47\sqrt{H'}$	2,8	40	0,02581	0,05607 H'	0,15699 H'	0,2119 H'	1,38893 H'	
6	$0{,}358\sqrt{1{,}388\,H'} =$ $= 0{,}42\sqrt{H'}$									
2.5	—	$1{,}89\sqrt{H'}$	1,4	40	0,02581	0,09233 H'	0,12926 H'	0,1745 H'	1,56343 H'	

Rezolvare. Se pune condiția ca debitul q_8 la sprinklerul *5* de pe tronsonul 6.5 amplasat cel mai apropiat de punctul *f* de alimentare cu apă (fig. 3.24) să nu difere cu mai mult de 15% de debitul q_1 al sprinklerului *1* (tronsonul 1.1) amplasat cel mai depărtat de punctul *f*: $q_8 = 1{,}15\ q_1 = 1{,}15 \cdot 0{,}358\sqrt{10} = 1{,}30$ l/s.

Se calculează: $H_8 = \frac{q_1^2}{a^2} = \frac{1{,}3^2}{0{,}358^2} = 13{,}186$ mH$_2$O. Suma lungimilor tronsoanelor 1.1 ... 1.11 este de 39,6 m. Pierderea de sarcină liniară specifică, calculată cu relația (3.25) este $i_{med} = 60$ mmH$_2$O/m. Calculul hidraulic al conductelor este sistematizat în tabelul 3.24. S-au dimensionat mai întîi tronsoanele 1.1 ... 1.6, aplicînd metodologia de la punctul 3.3.4. Cunoscînd debitul $q_1 = 1{,}13$ l/s la sprinklerul *1* și $i_{med} = 60$ mmH$_2$O/m și folosind nomogramele din figura 2.4 (pentru $H_g < 15$ m) și din figura 2.8 s-a calculat pierderea de sarcină $h_{rt\,1} = 338$ mmH$_2$O pe tronsonul 1.1. S-a calculat apoi debitul $q_2 = 0{,}358\sqrt{10{,}338} = 1{,}15$ l/s la sprinklerul 2 și debitul pe tronsonul 1.2, $q_{1\text{-}2} = q_1 + q_2 = 1{,}13 + 1{,}15 = 2{,}28$ l/s și se continuă calculul hidraulic, determinîndu-se sarcina disponibilă în nodul *b* (fig. 3.24): $H_b = 11{,}949$ mH$_2$O.

Pentru dimensionarea ramurii II_s, tronsoanele 2.1 ... 2.5, se calculează pierderea de sarcină liniară specifică $i_{med\,II}$ între sprinklerul *1* de pe tronsonul 2.1 și punctul *b*: $i_{med\,II} = \frac{1\,443}{12{,}6} = 114{,}5$ mmH$_2$O/m în care s-a considerat $H_{disp\,b} - H_1 = 11\,949 - 10\,000 = 1\,949$ mmH$_2$O, pierderile de sarcină locale reprezentînd 35% din pierderile de sarcină liniare, iar suma lungimilor tronsoanelor 2.1 ... 2.5 de 12,6 m.

În mod analog au fost dimensionate tronsoanele de conducte ale ramurilor III_s, IV_s, V_s și VI_s la sarcinile disponibile din nodurile *c*, *d*, *e* și *f* (tabel 3.24).

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$:

Tronsoane: 1.1; 2.1.; 3.1; 4.1; 5.1; 6.1:

1 cot d_n 32 mm	$1 \times 1{,}2 = 1{,}2$
1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
	Total 1,7

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.10; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 6.1; 6.2; 6.3; 6.4:

1 teu de trecere	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
	Total 0,5

Tronsoane: 1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 5.5; 6.5:

1 teu de derivație	$1 \times 1{,}5 = 1{,}5$
	Total 1,5

Tronson: 1.11:

2 coturi d_n 125 mm	$2 \times 1 = 2{,}0$
2 robinete cu ventil înclinat d_n 125 mm	$2 \times 2 = 4{,}0$
1 teu de derivație	$1 \times 2 = 2{,}0$
	Total 8,0

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul *g* (fig. 3.24) de racord al instalației cu sprinklere la rețeaua exterioară de alimentare cu apă este $H_{nec} = 50{,}777$ mH$_2$O în care s-a inclus și pierderea de sarcină locală de 30 mH$_2$O în aparatul de control și semnalizare.

Exemplul de calcul 3.5. Să se efectueze calculul hidraulic al conductelor instalației cu sprinklere din figura 3.24, pe baza datelor din exemplul de calcul 3.3, considerînd același debit la fiecare sprinkler.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei s-a efectuat cunoscînd debitele de calcul pe fiecare tronson de conductă și utilizînd vitezele maxime admise (pînă la 5 m/s), cu ajutorul nomogramelor din figurile 2.4 și 2.8 și este sistematizat în tabelul 3.25.

Tabelul 3.24

Calculul hidraulic al conductelor instalației cu sprinklere folosind pierderea de sarcină liniară specifică medie (exemplul de calcul 3.4)

Nr. tronson sau spr.	q_{sp} l/s	q_c l/s	l m	d m	v m/s	i mm H_2O m	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma(h_{rl}+h_{rl})$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_6 mm	$H_{t\text{-}nec}$ mm H_2O	h_s mm H_2O	d_0 mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						RAMURA I_s (Id)											
1	1,13																
1.1	—	1,13	2,8	32	1,2	70	196	196	1,7	142	142	338	10 000	—	10 338	—	—
2	1,15																
1.2	—	2,28	2,8	40	1,8	112	314	510	0,5	85	227	737	10 000	—	10 737	—	—
3	1,17																
1.3	—	3,45	2,8	50	1,7	75	210	720	0,5	75	302	1 022	10 000	—	11 022	—	—
4	1,18																
1.4	—	4,63	2,8	65	1,3	34	95	815	0,5	45	347	1 162	10 000	—	11 162	—	—
5	1,19																
1.5	—	5,82	1,4	65	1,6	50	70	885	1,5	210	557	1 442	10 000	—	11 442	—	—
1.6	—	11,64	3,4	80	2,3	80	272	1 157	0,5	135	792	1 949	10 000	—	11 949	—	—
						RAMURA II_s (IId); $H_{disp\text{-}b}$ = 11 949 mm H_2O											
1	1,13																
2.1	—	1,13	2,8	32	1,2	70	196	196	1,7	142	142	338	10 000	—	10 338	—	—
2	1,14																
2.2	—	2,28	2,8	40	1,8	112	314	510	0,5	85	227	737	10 000	—	10 737	—	—
3	1,17																
2.3	—	3,45	2,8	50	1,7	75	210	720	0,5	75	302	1 022	10 000	—	11 022	—	—
4	1,18																
2.4	—	4,63	2,8	50	2,2	120	336	1 056	0,5	120	422	1 478	10 000	—	11 478	—	—
5	1,21																
2.5	—	5,84	1,4	65	1,6	50	70	1 126	1,5	210	632	1 758	10 000	—	11 758	191	—
1.7	—	23,32	3,4	100	2,6	75	255	1 412	0,5	180	972	2 384	10 000	—	12 384	—	—

Tabelul 3.24 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						RAMURA III_s (IIId); $H_{disp\text{-}c}$ = 12 384 mm H_2O											
						Tronsoanele 3.1 ... 3.4 la fel cu tronsoanele 2.1 ... 2.4											
5	1,21																
3.5	—	5,84	1,4	50	2,7	190	266	1 322	1,5	570	992	2 314	10 000	—	12 314	70	—
1.8	—	30,0	3,4	125	2,25	40	136	1 548	0,5	135	1 107	2 655	10 000	—	12 655	—	—
1.9	—	30,0	3,4	125	2,25	40	136	1 684	0,5	135	1 242	2 926	10 000	—	12 926	—	—
1.10	—	30,0	3,4	125	2,25	40	136	1 820	0,5	135	1 377	3 197	10 000	—	13 197	—	—
1.11	—	30,0	22,0	125	2,25	40	880	2700	8,0	32 200*	33 577	36 277	10 000	4 500	50 777	—	—
						RAMURA IV_s (IVd); $H_{disp\text{-}d}$ = 12 655 mm H_2O											
1	1,13																
4.1	—	1,13	2,8	32	1,2	70	196	196	1,7	142	142	338	10 000	—	10 338	—	—
2	1,15																
4.2	—	2,28	2,8	32	2,3	215	602	798	0,5	130	272	1 070	10 000	—	11 070	—	—
3	1,19																
4.3	—	3,47	2,8	50	1,7	75	210	1 008	0,5	75	347	1 355	10 000	—	11 355	—	—
4	1,21																
4.4	—	4,68	2,8	50	2,2	120	336	1 344	0,5	120	467	1 811	10 000	—	11 818	—	—
5	1,24																
4.5	—	5,92	1,4	50	2,7	190	266	1 610	1,5	570	1 037	2 647	10 000	—	12 647	8	—

Tabelul 3.24 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
RAMURA V_8 (Vd): $H_{disp\text{-}s}$ = 12 926 mmH$_2$O																	
Tronsoanele 5.1... 5.5 la fel cu tronsoanele 4.1... 4.4																	
5.5	1,24	5,92	1,4	50	2,7	190	266	1 610	1,5	570	1 037	2 647	10 000	—	12 647	279	—
RAMURA VI_8 (Vld): $H_{disp\text{-}j}$ = 13 197 mm H$_2$O																	
Tronsoanele 6.1, 6.2 la fel cu tronsoanele 4.1, 4.2																	
6.3	—	3,47	2,8	40	2,5	220	616	1 414	0,5	160	432	1 846	10 000	—	11 846	—	—
4	1,23																
6.4	—	4,70	2,8	50	2,2	120	336	1 750	0,5	120	332	2302	10 000	—	12 302	—	—
5	1,26																
6.5	—	5,96	1,4	50	2,75	200	280	2 030	1,5	580	1 132	3 162	10 000	—	13 162	35	—

* Pe linga k_{rl} = 2 200 mm s-a adăugat și pierderea de sarcină locală prin aparatul de control și semnalizare (A.C.S) de 30 000 mm H$_2$O.

S-au calculat mai întîi tronsoanele 1.1... 1.11 care alcătuiesc traseul de alimentare cu apă al sprinklerului *1* (tronsonul 1.1, ramura I_s, fig. 3.24) cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație și a rezultat în punctul *g* de racord al instalației cu sprinklere la rețeaua exterioară sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} = 64,029 mH$_2$O. Ramurile care pornesc din nodurile traseului principal au fost calculate la sarcinile disponibile din nodurile respective, folosind vitezele maxime ale apei, iar sarcinile în exces (egale cu diferențele între sarcinile disponibile și sarcinile efective) au fost folosite pentru dimensionarea diafragmelor, determinînd din nomograma din figura 2.8 valoarea ζ_{nec}, iar cu ajutorul nomogramei din figura 3.23, diametrul orificiului diafragmei.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$:

Tronsoane: 1.1; 2.1; 3.1; 4.1; 5.1; 6.1:

1 cot d_n 25 mm	1 × 1,5 = 1,5
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	2,0

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.10; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 6.1; 6.2; 6.3; 6.4:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronsoane: 1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 5.5; 6.5:

1 teu de derivație	1 × 1,5 = 1,5
Total	1,5

Tronson: 1.11:

2 coturi d_n 100 mm	2 × 1 = 2,0
2 robinete cu ventil înclinat d_n 100 mm	2 × 2 = 4,0
1 teu derivație	1 × 2 = 2,0
Total	8,0

Exemplul de calcul 3.6. Să se compare din punct de vedere tehnico-economic, rezultatele calculului hidraulic de dimensionare a instalației cu sprinklere din figura 3.24, obținute în exemplele de calcul 3.3; 3.4 și 3.5.

Rezolvare. Pentru fiecare soluție de rețea rezultată din calculul hidraulic de dimensionare s-au determinat: consumul de metal *G*, în kg, și cantitatea de energie înglobată, exprimată în kg de combustibil convențional, *W*, folosind indicii de energie înglobată în diferite materiale de instalații elaborați de ICCPDC [12].

Rezultatele calculelor sînt prezentate în tabelul 3.26, în care sînt trecute și valorile sarcinilor hidrodinamice necesare pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere.

Comparînd rezultatele din cele trei variante de calcul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere, în care varianta folosind rezistențele hidraulice unitare s-a considerat varianta de referință, rezultă următoarele:

— varianta folosind pierderea de sarcină liniară specifică este comparabilă cu varianta de referință în ceea ce privește consumul de metal și de energie înglobată, dar, varianta de referință prezintă avantajul prefabricării instalației, ramurile pe care se montează sprinklerele avînd diametru constant;

— varianta cu debite egale la fiecare sprinkler, obținute prin folosirea diafragmelor, conduce la reducerea consumului de metal cu 22%, reducerea energiei înglobate cu 18,5% și la creșterea sarcinii hidrodinamice necesare cu 17% (ceea ce nu influențează decît dimensionarea pompelor care vor funcționa în caz de incendiu). Această soluție necesită o atenție deosebită la execuția instalației, trebuind montate un număr mare de diafragme de diametre diferite pe racordurile sprinklerelor și pe ramurile secundare ale rețelei.

Calculul hidraulic al conductelor instalației cusprinklere considerînd

Nr. tronsoon	q_c l/s	l m	d mm	v m/s	i mm H_2O / m	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RAMURA I_s (Id)									
1.1	1,13	2,8	25	2,10	270	756	756	2,0	450
1.2	2,26	2,8	32	2,30	230	644	1 400	0,5	135
1.3	3,39	2,8	32	3,30	440	1 232	2 632	0,5	270
1.4	4,52	2,8	40	3,20	350	980	3 612	0,5	260
1.5	5,65	1,4	40	4,20	600	840	4 452	1,5	1 350
1.6	11,30	3,4	65	3,10	170	578	5 030	0,5	240
1.7	22,60	3,4	80	4,50	270	918	5 948	0,5	500
1.8	30,00	3,4	100	3,60	130	442	6 390	0,5	330
1.9	30,00	3,4	100	3,60	130	442	6 832	0,5	330
1.10	30,00	3,4	100	3,60	130	442	7 274	0,5	330
1.11	30,00	22,0	100	3,60	130	2 860	10 134	8,0	35 200*
RAMURA II_s (II_d); $H_{disp\cdot b}$ = 17 735 mm H_2O									
Tronsoanele 2.1 ... 2.4 la fel cu tronsoanele 1.1 .... 1.4									
2.5	5,65	1,4	40	4,20	600	840	4 452	1,5	1 350
RAMURA III_s ($IIId$); $H_{disp\cdot c}$ = 19 153 mm H_2O									
Tronsoanele 3.1 ... 3.3 la fel cu tronsoanele 1.1 ... 1.3									
3.4	4,52	2,8	32	4,70	900	2 520	5 152	0,5	570
3.5	5,65	1,4	40	4,20	600	840	5 992	1,5	1 350
RAMURA IV_s (IVd); $H_{disp\cdot d}$ = 19 925 mm H_2O									
4.1	1,13	2,8	25	2,10	270	756	756	2,0	450
4.2	2,26	2,8	25	4,10	1 000	2 800	3 556	0,5	410
4.3	3,39	2,8	32	3,30	440	1 232	4 788	0,5	270
4.4	4,52	2,8	40	3,20	350	980	5 768	0,5	260
4.5	5,65	1,4	40	4,20	600	840	6 608	1,5	1 350
RAMURA V_s (Vd); $H_{disp\cdot e}$ = 20 697 mm H_2O									
Tronsoanele 5.1 ... 5.4 la fel cu tronsoanele 4.1 ... 4.4									
5.5	5,65	1,4	40	4,20	600	840	6 608	1,5	1 350
RAMURA VI_s (VId); $H_{disp\cdot f}$ = 21 469 mm H_2O									
Tronsoanele 6.1 ... 6.3 la fel cu tronsoanele 4.1 ... 4.3									
6.4	4,52	2,8	32	4,70	900	2 520	7 308	0,5	570
6.5	5,65	1,4	40	4,20	600	840	8 148	1,5	1 350

* Pe lîngă h_{rl} = 5 200 mm H_2O s-a adăugat și pierderea de sarcină locală prin apara-

Tabelul 3.23

același debit la fiecare sprinkler (exemplul de calcul 3.5)

Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma(h_{rl}+h_{rl})$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_g mm	$H_{nec.}$ mm H_2O	h_c mm H_2O	$\zeta_{nec.}$	d_t mm	d_c/d	d_c mm
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
450	1 206	10 000	—	11 206	1 206	5,36	25	0,86	21,5
585	1 985	10 000	—	11 985	1 985	7,36	25	0,83	20,7
855	3 487	10 000	—	13 487	3 487	6,28	25	0,84	21,0
1 115	4 727	10 000	—	14 727	4 727	9,05	25	0,82	20,5
2 465	6 917	10 000	—	16 917					
2 705	7 735	10 000	—	17 735					
3 205	9 153	10 000	—	19 153					
3 535	9 925	10 000	—	19 925					
3 865	10 697	10 000	—	20 697					
4 195	11 469	10 000	—	21 469					
39 395	49 529	10 000	4 500	64 029					
2 465	6 917	10 000	—	16 917	818	0,90	40	0,93	37,3
1 425	6 577	10 000	—	16 577	6 577	5,84	32	0,86	27,5
2 775	8 767	10 000	—	18 767	386	0,42	40	0,94	37,9
450	1 206	10 000	—	11 206	1 206	5,36	25	0,86	21,5
860	4 416	10 000	—	14 416	4 416	5,15	25	0,86	21,5
1 130	5 918	10 000	—	15 918	5 918	10,66	32	0,86	25,6
1 390	7 158	10 000	—	17 158	7 158	13,71	40	0,70	28,0
2 740	9 348	10 000	—	19 348	577	0,64	40	0,93	37,2
2 740	9 348	10 000	—	19 348	1 349	1,50	40	0,92	37,0
1 700	9 008	10 000	—	19 008	9 008	8,00	25	0,81	20,4
3 050	11 198	10 000	—	21 198	271	0,30	40	0,94	37,9

tul de control și semnalizare (A.C.S) de 30 000 mm H_2O.

Tabelul 3.26

Valorile sarcinii hidrodinamice necesare, consumului de metal și de energie înglobată pentru instalația cu sprinklere din figura 3.24

Exemplul de calcul	H_{nec}, mH_2O		G, kg		W, kgcc	
	Total	%	Total	%	Total	%
3.3	54,387	100	1 055,8	100	4 285,8	100
3.4	50,777	93	1 136,2	107,66	4 495,8	104,9
3.5	64,029	117	821,1	78	3 491,0	81,5

3.4. Instalații cu drencere pentru combaterea incendiilor

3.4.1. Stabilirea tipului și numărului de drencere și amplasarea lor în clădiri

Instalațiile cu drencere se folosesc pentru combaterea incendiilor cu scopul de a obține:

— stingerea incendiilor în spațiile cu pericol mare de incendiu, unde datorită dezvoltării rapide a combustiei, protecția nu poate fi asigurată eficient cu alte mijloace;

— răcirea suprafeței bunurilor periclitate de căldură în caz de incendiu, protecția asigurîndu-se prin stropire sau acoperirea cu o peliculă de apă;

— realizarea perdelelor de apă destinate: protecției golurilor de trecere prin pereți sau zonele antifoc; a ușilor sau ferestrelor din pereții antifoc, compartimentării încăperilor cu dimensiuni mari; protejării din exterior a elementelor de construcție la clădirile amplasate la distanțe mici.

Pentru stingerea incendiilor și răcirea suprafețelor corpurilor se folosesc, în general, drencere tip „Armătura" — Cluj, iar pentru formarea perdelelor de apă, drencere de perdea.

Întrucît drencerele sînt corpuri de sprinklere fără ventil, avînd orificiul permanent deschis, se utilizează în instalații fixe, a căror caracteristică principală o constituie faptul că în poziție de așteptare conductele nu sînt pline cu apă decît parțial (de la sursă pînă la dispozitivul de acționare al instalației de drencere).

Acționarea instalațiilor cu drencere se face manual sau automat. Acționarea automată se prevede atunci cînd drencerele se utilizează la stingerea incendiilor în încăperile în care nu se lucrează permanent și, în general, atunci cînd operațiile de acționare manuală nu pot fi efectuate în timp util.

Tipul și amplasarea drencerelor utilizate la protecția prin răcire a elementelor de construcții și utilajelor se stabilesc astfel încît să se asigure în punctul cel mai dezavantajos o intensitate de răcire i, de:

— 0,1—0,2 l/s pentru fiecare metru pătrat al elementelor orizontale sau înclinate, în funcție de natura, poziția și dimensiunile instalațiilor, utilajelor sau materialelor protejate, precum și de caracteristicile capetelor de debitare a apei utilizate; pentru instalații tehnologice vulnerabile la incendii din secții cu pericol deosebit, intensitatea de stropire este, după caz, mai mare, 0,2—0,5 l/s m²;

— 0,2 l/s pe fiecare metru liniar al perdelei sau peliculei de protecție pentru elemente verticale;

— 0,1—0,15 l/s pentru fiecare metru pătrat al rezervoarelor orizontale sau sferice, incendiate sau expuse radiației termice; pentru determinarea debitului de apă necesar pentru răcirea rezervoarelor cilindrice învecinate se ia în considerare un sfert din suprafețele lor laterale totale;

— 0,5 l/s pentru fiecare metru al circumferinței rezervorului incendiat și 0,25 l/s pentru fiecare metru al semisumei circumferinței rezervoarelor expuse radiației termice, protejate cu instalații mobile.

Pentru rezervoarele cilindrice orizontale învecinate neizolate termic, ce conțin lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate peste 55°C, depozitate la o temperatură inferioară celei de inflamabilitate, intensitățile de răcire se reduc cu 50%.

Pentru rezervoarele cilindrice orizontale izolate termic cu izolații incombustibile, nu se prevăd instalații de răcire.

În cazurile în care se prevede ca răcirea elementelor orizontale, înclinate și verticale să se asigure prin instalații mobile, debitul se majorează, după caz, cu 30—50%.

Prin „rezervoare învecinate expuse radiației" se înțeleg rezervoarele situate la o distanță de rezervorul incendiat mai mică decît 1,5 × diametrul rezervorului incendiat.

Drencerele utilizate pentru stingerea incendiilor se amplasează la fel cu sprinklerele, fără a se impune o distanță maximă față de plafon, dacă nu trebuie să asigure protecția elementelor de construcție a tavanului.

Drencerele pentru protecția cu peliculă de apă a elementelor de construcție și a utilajelor se amplasează cu paleta orizontal sau înclinat la 45°.

Distanța între două drencere se recomandă să fie de 1,5→2,5 m; dinstanța între rîndul de drencere și golul de protejat 0,25—1,20 m. Dacă distanța între două drencere este mai mică de 1 m, acestea se amplasează alternativ, unele cu orificiul de stropire în sus altele în jos.

Drencerele pentru protecția golurilor se amplasează cu cel puțin 40 cm deasupra golurilor protejate și cu orificiul de stropire orientat în jos. Pentru protecția golurilor mici se recomandă utilizarea drencerelor cu orificiul de stropire 6—8 mm, iar la cele mari, drencere cu orificiul mai mare de 8 mm.

Numărul, tipul și amplasarea drencerelor utilizate pentru formarea perdelelor de apă se stabilesc astfel încît să se asigure, în punctul cel mai dezavantajos, intensitatea de stropire de minimum:

— 0,5 l/s m, în cazul în care golul sau elementul de compartimentare protejat are o înălțime pînă la 3 m inclusiv;

— 1 l/s m, în cazul în care suprafața protejată are o înălțime mai mare de 3 m; aceeași intensitate se adoptă indiferent de înălțime la construcțiile la care propagarea incendiului ar prezenta pericol deosebit pentru aglomerări de oameni sau bunuri de mare valoare.

Drencerele pentru perdelele de apă se amplasează astfel încît să formeze o pînză continuă de apă pe toată suprafața perdelei.

Numărul de drencere N_{tt} se stabilește în funcție de debitul specific minim q_{tt}, mărimea zonei protejate A_t sau L_t și intensitatea minimă de debitare a apei i_{tt}, cu relația

$$N_{tt} = \frac{A_t \cdot i_t}{q_{tt}} \quad \text{sau} \quad N_{tt} = \frac{L_t \cdot i_t}{q_{tt}}, \tag{3.26}$$

... care: A_i; L_i reprezintă aria, respectiv lungimea zonei care trebuie protejată, conform prescripțiilor legale în vigoare cu privire la gradul de dotare a obiectivelor, în m² sau m;

i_i — intensitatea minimă de debitare a apei (după caz: intensitatea de stingere, intensitatea de răcire, intensitatea de proiecție), în l/s m² sau l/s m;

q_{ti} — debitul specific minim al unui drencer, în l/s.

Instalația cu drencere se compune din sectoare în care sînt grupate maximum 72 drencere, fiecare sector fiind alimentat cu apă printr-o conductă principală prevăzută cu robinete de acționare.

Rețeaua de distribuție a instalației cu drencere poate fi ramificată sau inelară. Pe o ramură a rețelei ramificate se pot monta cel mult 6 drencere.

Instalația cu drencere poate fi realizată separat sau combinată cu alte tipuri de instalații de combatere a incendiilor.

3.4.2. Debite specifice, debite de calcul și calculul hidraulic al conductelor instalației cu drencere

Debitul specific al unui drencer se determină cu relația

$$q_{ti} = a_i \sqrt{H_i}, \qquad (3.27)$$

în care: H_i este presiunea normală de utilizare în secțiunea orificiului drencerului, în mH_2O;

a_i — coeficient care depinde de coeficientul de debit μ și de diametrul d al orificiului, avînd valori redate în tabelul 3.27.

Debitul de calcul al conductelor unei instalații cu drencere, Q_{tr}, utilizate la protecția prin răcire a elementelor de construcții și utilajelor se stabilește cu relația

$$Q_{tr} = \sum_{j=1}^{n} q_{trj} \quad \left[\frac{l}{s}\right], \qquad (3.28)$$

în care: n este numărul drencerelor prevăzute să funcționeze simultan;

q_{trj} — debitul specific al drencerului, determinat cu relația (3.27).

Debitul de calcul al conductelor unei instalații cu drencere utilizate la crearea perdelelor de apă, Q_{tp}, pentru limitarea propagării incendiilor, se stabilește cu relația

$$Q_{tp} = \sum_{j=1}^{n} q_{tpj} \quad \left[\frac{l}{s}\right], \qquad (3.29)$$

în care: n este numărul drencerelor prevăzute să funcționeze simultan, situate într-un compartiment de incendiu al construcției;

q_{tpj} — debitul specific al unui drencer determinat cu relația (3.27).

Tabelul 3.27

Valorile coeficientului a_i și ale presiunii normale de utilizare H_i pentru drencere (STAS 1478-84)

Tipul dispozitivului	Diametrul orificiului mm	H_i, mH_2O			
		5	10	15	20
Drencer ARMĂTURA Cluj	8,0	$a^* = 0,210$;		$H_i \geq 4,5$	
	10,0	$a^* = 0,280$;		$H_i \geq 4,5$	
	10,5	0,340	0,358	0,359	0,366
	12,0	$a^* = 0,355$		$H_i \geq 4,5$	
	12,5	0,443	0,489	0,514	0,507
	14,0	0,582	0,629	0,641	0,639
Drencer de perdea	12,5	0,488	0,431	0,430	0,436

* Valorile medii ale coeficientului de debit

Calculul hidraulic al conductelor instalației cu drencere se efectuează după aceeași metodologie ca la instalația cu sprinklere, pentru dimensionarea conductelor putîndu-se folosi rezistențele hidraulice unitare, pierderea de sarcină liniară specifică medie sau să se considere același debit la fiecare drencer, prevăzîndu-se diafragme pentru consumarea presiunilor în exces.

3.5. Instalații cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiilor

3.5.1. Caracteristicile hidraulice, geometrice și funcționale ale pulverizatoarelor de apă

Debitul specific al unui pulverizator se determină cu relația

$$q_{ti} = a_i \sqrt{H_i} \quad [l/s], \qquad (3.30)$$

în care: H_i este presiunea normală de utilizare în secțiunea orificiului pulverizatorului, în mH_2O;

a_i — coeficientul pulverizatorului, avînd valori redate în tabelul 3.28.

Pulverizatoarele de apă cu deflector conic tip PLUVIA (fig. 3.8) realizează o intensitate de stropire aproximativ uniformă, cuprinsă între 0,10 l/sm² și 0,40 l/sm², care depinde de diametrul d al orificiului pulverizatorului, presiunea apei H_i și de distanța h_i față de duză. În figura 3.25 se prezintă caracteristicile jetului de apă pulverizat prin pulverizatorul tip PLUVIA (P6) cu diametrul orificiului $d = 6$ mm, la presiunea $H_i = 40$ mH_2O iar în figura 3.26 este redată curba caracteristică debit-presiune $q = f(p)$ pentru acest tip de pulverizator.

Tabelul 3.28

Valorile coeficientului a_f și ale presiunii normale de utilizare H_f pentru pulverizatoare (STAS 1478-84)

Tipul dispozitivului	Diametrul orificiului mm	H_f, mH_2O		
		40	50	60
Pulverizator PLUVIA	6,0	0,139	0,138	0,135
	7,0	0,161	0,165	0,163
	8,0	0,199	0,194	0,192
	10,0	0,321	0,350	0,358
	12,0	0,416	0,414	0,413
Pulverizator ER	7,0	0,094	0,092	0,092
Pulverizator 14	14,0	$a^* = 0,200$;		$H_f \geq 25$

* Valori medii al coeficientului a_f

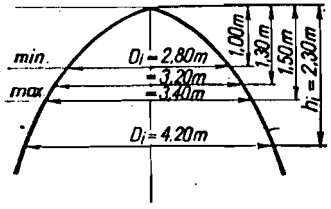


Fig. 3.25. Caracteristica jetului de apă pulverizată prin pulverizatorul PLUVIA, P 6.

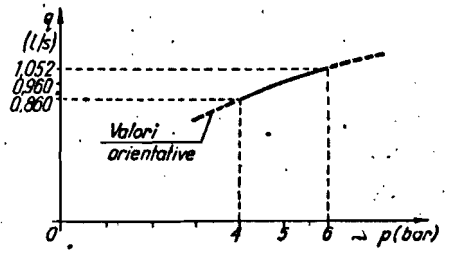


Fig. 3.26. Caracteristica $q = f(p)$ pentru duza de pulverizare PLUVIA, P 6.

Duza de pulverizare tip „ER" cu diametrul de 7 mm (fig. 3.9), utilizată la unele instalații de apă pulverizată din tunelele de cabluri, are capul *1* executat dintr-o singură piesă și în interior este plasată o pastilă de rotire *2* cu două canale laterale înclinate la 45°. Pentru reținerea impurităților, pulverizatorul are un filtru-sită *4* cu orificii având diametrul de 3 mm. La exterior, duza este prevăzută cu filetul *3* de 1".

Caracteristicile jetului de apă pulverizată prin duza tip „ER" cu diametrul de 7 mm la presiunea $H_f = 40$ mH_2O sînt redate în figura 3.27, iar în figura 3.28 se prezintă caracteristica debit-presiune pentru acest tip de pulverizator.

Pulverizatorul Ø 14 mm (fig. 3.10) poate realiza la presiunea $H_f = 40$ mH_2O și la distanța $h_f = 1,30$ m de la orificiu o suprafață stropită de 4,50 m^2.

Pulverizatoarele nu produc particule de aceeași mărime, ci un spectru de picături de diametre diferite, a cărui amplitudine depinde atît de construcția pulverizatorului, cît și de presiunea apei. De aceea, jeturile sînt caracterizate de diametrul mediu al picăturilor și, în unele cazuri, de diametrul maxim.

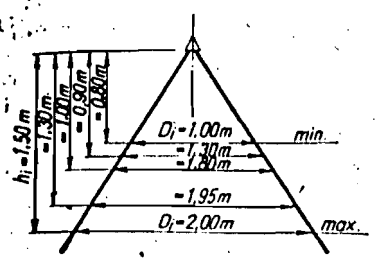


Fig. 3.27. Caracteristica jetului de apă pulverizată prin pulverizatorul „ER" de 7 mm.

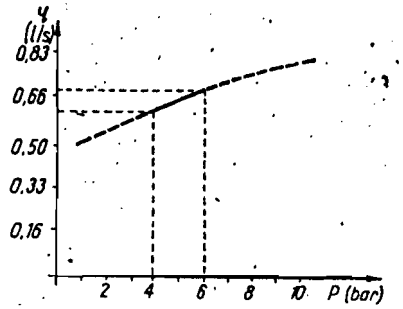


Fig. 3.28. Caracteristica $q = f(p)$ pentru duza de pulverizare „ER" Ø 7 mm.

Experiențele au arătat că la 50 mH_2O, jetul pulverizatoarelor de construcție îngrijită cuprinde 90—96% picături având diametrul 0,1—1 mm. La presiuni mai ridicate, diametrul mediu rămîne constant, însă se elimină picăturile mari, care nu au eficiență ridicată, fără a se constata deplasări considerabile în domeniul picăturilor mici și mijlocii, spre picături fine.

La ieșirea din pulverizator, picăturile de apă antrenează aerul din jur și se deplasează împreună cu el. Efectul de stingere al jetului astfel format se obține prin răcirea flăcărilor și a suprafeței materialelor aflate în combustie. Pentru aceasta, jetul de apă pulverizată trebuie să aibă nu numai capacitate de răcire ci și capacitate de pătrundere pînă la suprafața materialului solid sau lichid incendiat, străbătînd gazele calde și flăcările, fără a fi deviat sau evaporat de acestea. Cu cît presiunea H_f și diametrul picăturilor sînt mai mari, cu atît este mai mare capacitatea de pătrundere a jetului. Prin reducerea diametrului picăturilor crește capacitatea de răcire în detrimentul capacității de pătrundere. Deși picăturile mici au capacitate de răcire mai mare, gradul de dispersie nu poate fi prea mult mărit, întrucît particulele fine sînt ușor antrenate de curenți ascendenți sau se evaporă înainte de a ajunge în zona de combustie. Formarea aburului determină, în special în spațiile închise, un efect secundar de înăbușire, care se adaugă celui de răcire.

Jeturile cu unghiul de atac mare, deci larg dispersate, care prezintă interes pentru proiectarea instalațiilor fixe, au o bătaie relativ redusă ce nu crește apreciabil în funcție de presiune. Ele trebuie să fie, de regulă, pline, adică amestecul de apă-aer din care se compun să fie aproximativ omogen în întreaga secțiune de curgere, normală pe axa jetului.

Din îmbinarea efectului celor doi factori principali — răcire, pătrundere — rezultă dimensiunile optime ale picăturilor. Cercetările efectuate au arătat că diametrul optim al picăturilor de apă poate varia în funcție de construcția pulverizatorului și natura materialului combustibil incendiat, între 0,1 și 1 mm. Particulele cu diametrul mai mic de 0,1 mm și în special cele cu diametrul de 0,01—0,04 mm se ridică în aer, plutesc și formează ceață.

La refularea jetului din poziția laterală, direct asupra focarului, influențele exercitate de presiunea flăcărilor, gazele arse și evaporarea pe traseu a picăturilor fine devin minime.

3.5.2. Stabilirea tipurilor, numărului şi modului de amplasare a pulverizatoarelor de apă în instalaţii

Numărul N_{pi} de pulverizatoare se determină cu relaţia (3.26), în care debitul specific se calculează cu relaţia (3.30).

Tipul şi amplasarea pulverizatoarelor se stabilesc astfel încît să se asigure în punctul cel mai dezavantajos intensitatea de răcire i_r, în l/s, că şi în cazul instalaţiei cu drencere (v. pct. 3.41). Distanţa dintre pulverizatoare se determină în funcţie de raza lor de stropire $R_i = D_i/2$ (v. fig. 3.25 şi 3.27), astfel încît să se asigure cît mai uniform intensitatea de stingere sau răcire pe întreaga suprafaţă protejată.

Pulverizatoarele pot avea axa jetului perpendiculară pe suprafaţa protejată sau înclinată cu un unghi $\alpha \leqslant 45°$.

În figura 3.29 se prezintă ca exemplu un detaliu de montare cu racord scurt a pulverizatorului tip PLUVIA, P6, iar în figura 3.30 un detaliu de montare cu racord lung a aceluiaşi tip de pulverizator.

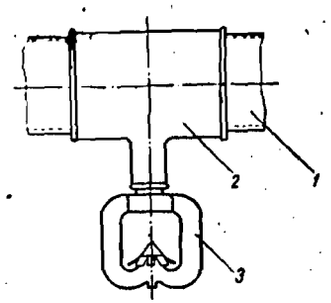


Fig. 3.29. Detaliu de montare cu racord scurt a pulverizatorului tip PLUVIA, P 6:

1 — conductă de alimentare cu apă; 2 — teu; 3 — pulverizator PLUVIA, P 6.

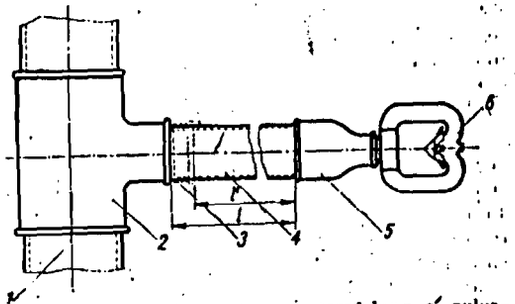


Fig. 3.30. Detalii de montare cu racord lung a pulverizatorului tip PLUVIA, P 6:

1 — conductă de alimentare cu apă; 2 — teu; 3 — reducţie; 4 — ţeavă cu racord lung; 5 — muf㠖 6 — pulverizator tip PLUVIA.

3.5.3. Calculul hidraulic al conductelor instalaţiei cu pulverizatoare de apă

Debitul de calcul al conductelor instalaţiei cu pulverizatoare se stabileşte cu relaţia (3.28), în care debitul specific se calculează cu relaţia (3.30).

Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor se efectuează după aceeaşi metodologie ca şi în cazul instalaţiei cu sprinklere.

Reţelele de distribuţie a apei pot fi ramificate sau inelare. Ramurile reţelelor ramificate pe care se montează pulverizatoarele se execută, de regulă, cu diametru constant, ceea ce uşurează şi execuţia prefabricată a instalaţiei. Diametrul conductei inelare se alege, de asemenea, constant, ceea ce măreşte şi gradul de siguranţă în alimentarea cu apă a pulverizatoarelor.

La calculul reţelelor inelare se pune problema determinării punctului de convergenţă, adică punctul în care se întîlnesc curenţii ce pleacă în sensuri contrare din punctul de alimentare cu apă al inelului. Acest punct se determină punînd condiţia ca pe traseele parcurse de cei doi curenţi din punctul de alimentare cu apă pînă în punctul de convergenţă considerat, pierderile totale de sarcină să fie practic egale (se admite o diferenţă de ± 5%), avînd în vedere că toate punctele inelului au, de regulă, aceeaşi înălţime geodezică. Cu alte cuvinte, se pune condiţia ca în punctul de convergenţă sarcina hidrodinamică a apei să aibă o valoare unic determinată.

Exemplul de calcul 3.7. Să se efectueze calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalaţiei cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiului la un tunel de cabluri electrice (fig. 3.31) şi să se determine debitul şi sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la reţeaua exterioară de alimentare cu apă.

Rezolvare. Ţinînd seama de indicaţiile de la pct. 3.5.2 şi de datele din figura 3.31, se aleg pulverizatoare tip PLUVIA, P6, avînd diametrul orificiului $d = 6$ mm, presiunea de utilizare $H_i = 40$ mH$_2$O şi coeficientul $a_i = 0{,}139$ (v. tabel. 3.28).

Pentru realizarea unei soluţii economice s-a aplicat condiţia ca între debitele pulverizatoarelor extreme amplasate pe o ramificaţie (în aria de declanşare simultană) să nu fie diferenţe mai mari de 15%. Această condiţie s-a respectat considerînd diametrul constant pe întreaga ramificaţie (ceea ce uşurează şi execuţia prefabricată a instalaţiei) şi întrucît distanţele dintre pulverizatoare sînt egale s-a calculat conducta cu debite uniform concentrate. Pentru alegerea preliminară a diametrului ramificaţiei s-a calculat rezistenţa hidraulică unitară cu relaţia (3.21) $A = \dfrac{1{,}33}{7 \cdot 6 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 0{,}139^2} = 0{,}0630375$ s^2/l^6 şi din tabelul 3.21 s-a ales diametrul conductei de 40 mm avînd $A = 0{,}02581$.

Calculul hidraulic al conductelor este redat în tabelul 3.29. S-a calculat mai întîi ramura I, tronsoanele 1.1 ... 1.7, stabilindu-se sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul (fig. 3.31): $H_{disp\,a} = 50{,}042$ mH$_2$O. Ramura II, tronsoanele 2.1 ... 2.7 s-a calculat la sarcina disponibilă în punctul *a*, considerînd la pulverizatorul 1 de pe tronsonul 2.1 o presiune de utilizare necunoscută H' în funcţie de care s-a determinat sarcina necesară în punctul a, calculele fiind redate în tabelul 3.30. Din egalitatea $H_{nec\,a} = H_{disp\,a}$, respectiv $1{,}22698\,H' = 50{,}042$ a rezultat $H' = 40{,}784$ mH$_2$O.

S-a determinat debitul pulverizatorului *1* de pe tronsonul 2.1 $q = 0{,}139\sqrt{40{,}784} = 0{,}887$ l/s şi s-a efectuat calculul hidraulic al ramurii II determinîndu-se sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul *b*, $H_{disp\,b} = 52{,}982$ mH$_2$O, valoare la care a fost calculată ramura III analog ramurii II. Sarcina hidrodinamică necesară determinată în punctul *A* (fig. 3.31) de alimentare cu apă a instalaţiei este $H_{nec\,A} = 56{,}452$ mH$_2$O.

Calculul hidraulic al conductelor s-a efectuat folosind nomogramele din figurile 2.4 şi 2.8.

Calculul sumei coeficienţilor de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$:

Tronsoane: 1.1; 2.1; 3.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 cot d_n 40	1 × 1,2 = 1,2
	Total 1,7

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 1.8; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson: 1.7:

4 coturi d_n 50 mm	4 × 1,0 = 4,00
1 robinet cu ventil înclinat d_n 50 mm	1 × 2,2 = 2,2
2 teuri de trecere	2 × 0,5 = 1,00
	Total 7,2

Tronson: 2.7:

1 teu de derivaţie	1 × 1,5 = 1,5
1 robinet cu ventil înclinat d_n 80 mm	1 × 2,0 = 2,0
3 coturi d_n 80 mm	3 × 1,0 = 3,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 7,0

Calculul hidraulic al conductelor instalației cu pulverizatoare folosind rezistențele hidraulice

Nr. tronson sau pulverizator	q_{sp} l/s	q_s l/s	l m	A	d mm	v m/s	$\frac{mmH_2O}{m}R$	h_{rt} mm H_2O	Σh_{rt} mm H_2O
				RAMURA I					
1	0,879								
1.1	—	0,879	2,0	0,02581	40	0,60	14	28	28
2	0,880								
1.2	—	1,759	2,0	0,02581	40	1,30	62	124	152
3	0,881								
1.3	—	2,640	2,0	0,02581	40	1,90	128	256	378
4	0,885								
1.4	—	3,525	2,0	0,02581	40	2,65	240	480	858
5	0,891								
1.5	—	4,416	2,0	0,02581	40	3,20	340	680	1 538
6	0,901								
1.6	—	5,317	2,0	0,02581	40	4,00	530	1 060	2 598
7	0,917								
1.7	—	6,234	15,5	—	50	2,80	220	3 410	6 008
				RAMURA II; $H_{disp\cdot a}$ = 50 042 mm H_2O					
1	0,887								
2.1	—	0,887	2,0	0,02581	40	0,68	18	36	36
2	0,888								
2.2	—	1,775	2,0	0,02581	40	1,35	65	130	166
3	0,890								
2.3	—	2,665	2,0	0,02581	40	2,00	140	280	446
4	0,894								
2.4	—	3,559	2,0	0,02581	40	2,70	250	500	946
5	0,901								
2.5	—	4,460	2,0	0,02581	40	3,30	360	720	1 666
6	0,913								
2.6	—	5,373	2,0	0,02581	40	3,90	500	1 000	2 666
7	0,927								
2.7	—	6,300	3,0	0,02581	50	2,90	220	660	3 326
1.8	—	12,534	12,0	—	65	3,50	220	2 690	8 648
				RAMURA III; $H_{disp\cdot b}$ = 52 982 mm H_2O					
1	0,913								
3.1	—	0,913	2,0	0,02581	40	0,72	20	40	40
2	0,914								
3.2	—	1,827	2,0	0,02581	40	1,35	70	140	180
3	0,916								
3.3	—	2,793	2,0	0,02581	40	1,80	115	230	410
4	0,919								
3.4	—	3,662	2,0	0,02581	40	2,60	230	460	870
5	0,925								
3.5	—	4,587	2,0	0,02581	40	3,40	380	760	1 630
6	0,936								
3.6	—	5,523	2,0	0,02518	40	4,30	600	1 200	2 830
7	0,953								
3.7	—	6,476	3,0	0,02581	50	3,20	250	750	3 580
1.9	—	19,010	1,0	—	80	4,00	220	220	8 868

Tabelul 3.29

mitare, *A* (exemplul de calcul 3.7)

$\Sigma\zeta$	h_{rt} mm H_2O	Σh_{rt} mm H_2O	$\Sigma(h_{rt}+h_{rt})$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_g mm	$H_{t\cdot nec.}$ mm H_2O	h_g mm H_2O	d_g mm
1,7	34	34	62	40 000	—	40 062	—	—
0,5	45	79	233	40 000	—	40 233	—	—
0,5	93	174	552	40 000	—	40 552	—	—
0,5	135	309	1 167	40 000	—	41 167	—	—
0,5	240	549	2 087	40 000	—	42 087	—	—
0,5	400	949	3 547	40 000	—	43 547	—	—
7,2	3 085	4 034	10 042	40 000	—	50 042	—	—
1,7	42	42	78	40 785	—	40 863	—	—
0,5	45	87	253	40 785	—	41 038	—	—
0,5	100	187	633	40 785	—	41 418	—	—
0,5	190	377	1 323	40 785	—	42 108	—	—
0,5	350	727	2 393	40 785	—	43 178	—	—
0,5	390	1 117	3 783	40 785	—	44 568	—	—
7,0	3 100	4 217	7 543	40 785	—	48 328	1 714	44,1
0,5	300	4 334	12 982	40 000	—	52 982	—	—
1,7	48	48	88	43 180	—	43 268	—	—
0,5	48	96	276	43 180	—	43 456	—	—
0,5	85	181	591	43 180	—	43 771	—	—
0,5	130	311	1 181	43 180	—	44 361	—	—
0,5	280	591	2 221	43 180	—	45 401	—	—
0,5	450	1 041	3 871	43 180	—	47 051	—	—
6,0	3 000	4 041	7 621	43 180	—	50 801	2 180	46,3
1,5	1 250	5 584	14 452	40 000	—	56 452	2 000	—

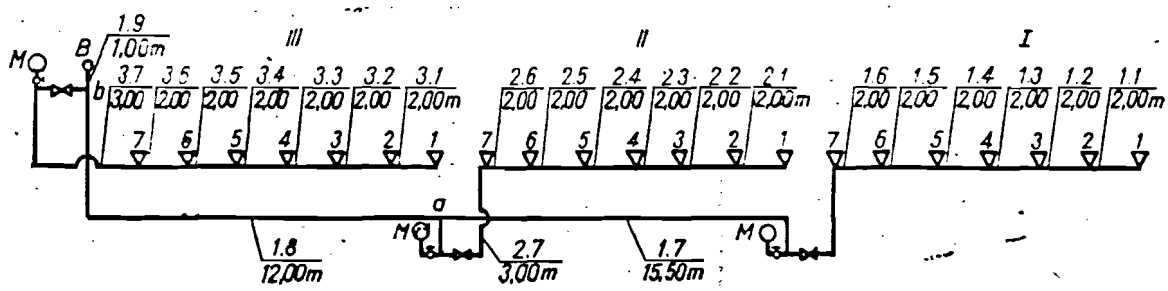


Fig. 3.31. Schema de calcul a instalației de combatere a incendiului cu pulverizatoare de apă pentru un tunel de cabluri electrice.

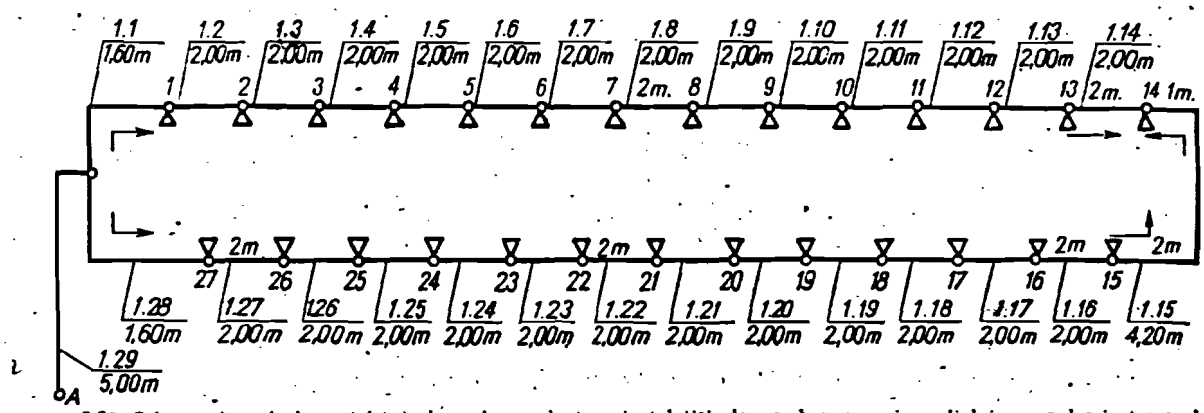


Fig. 3.32. Schema de calcul a rețelei inelare de conducte a instalației de combatere a incendiului cu pulverizatoare de apă pentru un tunel de cabluri electrice.

Tabelul 3.30

Calculul presiunii de utilizare, H', pentru pulverizatoarele montate pe ramurile secundare din fig. 3.31 (exemplul de calcul 3.7)

Nr. tronson sau pulverizator	q_{sp} l/s	q_c l/s	l m	d m	A	$i = Aq^2$ mmH$_2$O / 0	h_{rl} mmH$_2$O	1,35 h_{rl} mmH$_2$O	$H_{t\text{-}sec.}$ mmH$_2$O	Observații
					RAMURA II; III					
1	$0,139\sqrt{H'}$	—								
2.1	—	$0,139\sqrt{H'}$	2	40	0,02581	$0,0004986H'$	$0,0009973H'$	$0,001346H'$	$1,001346H'$	
2	$0,139\sqrt{1,001346H'} = 0,1391\sqrt{H'}$									
2.2	—	$0,2781\sqrt{H'}$	2	40	0,02581	$0,0019961H'$	$0,003992H'$	$0,0053895H'$	$1,006735H'$	
3	$0,139\sqrt{1,006735H'} = 0,1394\sqrt{H'}$									
2.3	—	$0,4176\sqrt{H'}$	2	40	0,02581	$0,00451H'$	$0,00901H'$	$0,01215H'$	$1,01888H'$	
4	$0,139\sqrt{1,01888H'} = 0,1403\sqrt{H'}$									
2.4	—	$0,5579\sqrt{H'}$	2	40	0,02581	$0,008336H'$	$0,01606H'$	$0,02169H'$	$1,04057H'$	
5	$0,139\sqrt{1,04057H'} = 0,1418\sqrt{H'}$									
2.5	—	$0,69969\sqrt{H'}$	2	40	0,02581	$0,01263H'$	$0,02527H'$	$0,03411H'$	$1,07468H'$	
6	$0,139\sqrt{1,07468H'} = 0,144\sqrt{H'}$									
2.6	—	$0,84378\sqrt{H'}$	2	40	0,02581	$0,018376H'$	$0,03675H'$	$0,04961H'$	$1,12429H'$	
7	$0,139\sqrt{1,12429H'} = 0,147\sqrt{H'}$									
2.7	—	$0,99116\sqrt{H'}$	3	40	0,02581	$0,02535H'$	$0,07606H'$	$0,10269H'$	$1,22698H'$	

Calculul hidraulic al rețelei inelare de conducte a instalației cu pulverizatoare, folosind rezis-

Nr. tronson sau pulverizator	q_{sp} l/s	q_c l/s	l m	A	d mm	v m/s	i $\frac{mmH_2O}{m}$	h_{rt} mm H_2O	Σh_{rt} mmH_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REȚEA INELARĂ. Traseul 1.1 ... 1.14									
14	0,879								
1.14	—	0,879	2,0	0,002206	65	0,27	1,7	3	3
13	0,879								
1.13	—	1,758	2,0	0,002206	65	0,58	5,0	10	13
12	0,879								
1.12	—	2,664	2,0	0,002206	65	0,75	11,0	22	35
11	0,879								
1.11	—	3,543	2,0	0,002206	65	1,00	20,0	40	75
10	0,880								
1.10	—	4,423	2,0	0,002206	65	1,25	30,0	60	135
9	0,881								
1.9	—	5,304	2,0	0,002206	65	1,50	46,0	92	227
8	0,883								
1.8	—	6,187	2,0	0,002206	65	1,70	55,0	110	337
7	0,886								
1.7	—	7,073	2,0	0,002206	65	1,90	70,0	140	477
6	0,888								
1.6	—	7,960	2,0	0,002206	65	2,20	90,0	180	657
5	0,891								
1.5	—	8,851	2,0	0,002206	65	2,50	120,0	240	897
4	0,895								
1.4	—	9,746	2,0	0,002206	65	2,80	140,0	280	1 177
3	0,900								
1.3	—	10,646	2,0	0,002206	65	3,00	150,0	300	1 477
2	0,906								
1.2	—	11,552	2,0	0,002206	65	3,25	190,0	380	1 857
1	0,913								
1.1	—	12,465	1,6	0,002206	65	3,50	220,0	352	2 209

Tabelul 3.31

tențele hidraulice unitare A (exemplul de calcul 3.8, fig. 3.32)

$\Sigma\zeta$	h_{rl} mmH_2O	Σh_{rl} mmH_2O	$\Sigma(h_{rt}+h_{rl})$ mmH_2O	H_u mmH_2O	H_ϕ mm	$H_{t\text{-}nec.}$ mmH_2O	h_ϕ mmH_2O	d_ϕ mm
11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,5	3	3	6	40 000	—	40 006	—	—
0,5	8	11	24	40 000	—	40 024	—	—
0,5	15	28	63	40 000	—	40 063	—	—
0,5	26	54	129	40 000	—	40 124	—	—
0,5	40	94	229	40 000	—	40 229	—	—
0,5	60	154	381	40 000	—	40 381	—	—
0,5	75	229	666	40 000	—	40 666	—	—
0,5	95	324	801	40 000	—	40 801	—	—
0,5	120	444	1 101	40 000	—	41 101	—	—
0,5	160	604	1 501	40 000	—	41 501	—	—
0,5	200	804	1 981	40 000	—	41 981	—	—
0,5	220	1 024	2 501	40 000	—	42 501	—	—
0,5	260	1 284	3 141	40 000	—	43 141	—	—
3,0	1 800	3 084	5 293	40 000	—	45 293	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REȚEA INELARĂ. Traseul 1.15 ... 1.29									
15	0,879								
1.15	—	0,879	4,2	0,002206	65	0,27	1,7	7	7
16	0,879								
1.16	—	1,758	2,0	0,002206	65	0,58	3,0	10	17
17	0,879								
1.17	—	2,664	2,0	0,002206	65	0,75	11,0	22	39
18	0,879								
1.18	—	3,543	2,0	0,002206	65	1,00	20,0	40	79
19	0,880								
1.19	—	4,423	2,0	0,002206	65	1,25	30,0	60	139
20	0,881								
1.20	—	5,304	2,0	0,002206	65	1,50	46,0	92	231
21	0,883								
1.21	—	6,187	2,0	0,002206	65	1,70	55,0	110	341
22	0,886								
1.22	—	7,073	2,0	0,002206	65	1,90	70,0	140	481
23	0,888								
1.23	—	7,960	2,0	0,002206	65	2,20	90,0	180	661
24	0,891								
1.24	—	8,851	2,0	0,002206	65	2,50	120,0	240	901
25	0,895								
1.25	—	9,746	2,0	0,002206	65	2,80	140,0	280	1 181
26	0,900								
1.26	—	10,646	2,0	0,002206	65	3,00	150,0	300	1 481
27	0,906								
1.27	—	11,552	2,0	0,002206	65	3,25	190,0	380	1 861
28	0,913								
1.28	—	12,465	1,6	0,002206	65	3,50	220	352	2 213
1.29	—	24,930	5,0		100	3,00	95	475	2 688

Tabelul 3.31 (continuare)

11	12	13	14	15	16	17	18	19
2,5	8	8	15	40 000	—	40 015	—	—
0,5	10	18	35	40 000	—	40 035	—	—
0,5	15	33	72	40 000	—	40 072	—	—
0,5	26	59	138	40 000	—	40 138	—	—
0,5	40	99	238	40 000	—	40 238	—	—
0,5	60	189	390	40 000	—	40 390	—	—
0,5	75	234	575	40 000	—	40 575	—	—
0,5	95	329	810	40 000	—	40 810	—	—
0,5	120	449	1 110	40 000	—	41 110	—	—
0,5	160	609	1 510	40 000	—	41 510	—	—
0,5	200	809	1 990	40 000	—	41 990	—	—
0,5	220	1 029	2 510	40 000	—	42 510	—	—
0 5	260	1 289	3 150	40 000	—	43 150	—	—
3,0	1 800	3 089	5 302	40 000	—	45 302	—	—
2,5	1 700	4 789	7 477	40 000	2 000	49 477	—	—

Tronson : 1.9:

1 cot d_n 80	1 × 1,0 = 1,0
1 ieşire distribuitor	1 × 0,5 = 0,5
	Total 1,5

Tronson: 3.7:

1 teu de derivaţie	1 × 1,5 = 1,5
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 robinet cu ventil înclinat d_n 100 mm	1 × 2,0 = 2,0
2 coturi d_n 100 mm	2 × 1,0 = 2,0
	Total 6,0

Exemplul de calcul 3.8. Să se efectueze calculul hidraulic al reţelei inelare de conducte a instalaţiei cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiilor la un tunel de cabluri electrice (fig. 3.32) şi să se determine sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la reţeaua exterioară de alimentare cu apă.

Rezolvare. Se aleg pulverizatoare tip PLUVIA, P6, avînd $d = 6$ mm; $H_l = 40$ mH$_2$O şi $a = 0{,}139$ (v. tabel 3.28).

Pentru calculul hidraulic al reţelei inelare se presupune că punctul de convergenţă, adică punctul în care se întîlnesc curenţii ce pleacă în sensuri contrare din punctul O de alimentare cu apă a inelului este punctul 14 (fig. 3.32). Acest punct se determină verificînd condiţia ca pe traseele parcurse de cei doi curenţi din punctul 0 de alimentare cu apă pînă în punctul de convergenţă 14 să rezulte aceeaşi pierdere totală de sarcină (toate punctele inelului au aceeaşi înălţime geodezică).

Diametrul conductei inelare s-a considerat constant şi s-a ales preliminar de 65 mm din tabelul 3.21 pe baza valorii rezistenţei hidraulice unitare A, calculată cu relaţia (3.21).

Calculul hidraulic al reţelei inelare este redat în tabelul 3.31 şi a fost efectuat folosind nomogramele din figurile 2.4 şi 2.8. Atît pentru tronsoanele 1.14 ... 1.1 cît şi pentru tronsoanele 1.15 ... 1.28 pierderile totale de sarcină au fost calculate determinînd în prealabil debitele la fiecare pulverizator, funcţie de presiunile de utilizare efective şi, respectiv, debitele de calcul ale fiecărui tronson.

Calculul sumei coeficienţilor de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$:

Tronsoane: 1.2 ... 1.14; 1.16 ... 1.27:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronsoane: 1.1; 1.28:

1 teu de bifurcaţie	1 × 2 = 2,0
1 cot d_n 65 mm	1 × 1 = 1,0
	Total 3,0

Tronson: 1.15:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
	Total 2,5

Tronson: 1.29:

1 ieşire din distribuitor	1 × 0,5 = 0,5
2 coturi d_n 100 mm	2 × 1,0 = 2,0
	Total 2,5

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a reţelei inelare, determinată în punctul de racord A (fig. 3.32) la reţeaua exterioară este $H_{nec\,A} = 49{,}477$ mH$_2$O (v. tabel 3.31).

4

Proiectarea instalaţiilor interioare de canalizare

4.1. Instalaţii interioare de canalizare a apelor uzate menajere

4.1.1. Debite specifice, echivalenţi de debit şi debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate menajere

Debitele specifice de ape uzate menajere, respectiv cantităţile de ape evacuate de la anumite puncte de utilizare în unitatea de timp variază în funcţie de tipul obiectului sanitar şi sînt date în tabelul 4.1.

Echivalentul de debit pentru scurgere, E_s, se defineşte ca raportul între debitul specific de scurgere q_s şi un debit specific $q_{su} = 0{,}33$ l/s ales convenţional ca unitate de măsură

$$E_s = \frac{q_s}{q_{su}} = \frac{q_s}{0{,}33}. \qquad (4.1)$$

Debitul de calcul pentru conductele de legătură ale obiectelor sanitare sau punctelor de consum la coloane este egal cu debitul specific indicat în tabelul 4.1.

Pentru celelalte conducte de canalizare a apelor uzate menajere, debitul de calcul q_c se calculează cu relaţia generală

$$q_c = q_s + q_{smax}, \qquad (4.2)$$

în care: q_s este debitul corespunzător valorii sumei echivalenţilor E_s ai obiectelor sanitare şi ai punctelor de consum, debit ce se scurge în reţeaua de canalizare considerată, în l/s;

q_{smax} — debitul specific de scurgere cu valoarea cea mai mare care se scurge în reţeaua de canalizare considerată, în l/s;

— pentru clădiri de locuinţe:

$$q_s = ac\sqrt{E_s} + 0{,}001\ E_s; \qquad (4.3)$$

Tabelul 4.1

Debitele specifice de scurgere pentru ape uzate menajere de la diferite obiecte sanitare sau puncte de consum q_s, echivalentul lor de debit E_s, diametrele nominale și pantele de montaj ale conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane (STAS 1795-86)

Denumirea punctului de consum	Debit specific de scurgere q_s l/s	Echivalent de debit pentru scurgere E_s	Diametrul nominal al conductei de legătură, D_n mm	Panta conductei de legătură	
				normală	minimă
Chiuvetă	0,33	1	50	0,035	0,025
Lavoar	0,17	0,50	30	0,035	0,025
Pisoar cu spălare permanentă	0,05	0,15	30	0,035	0,025
Pisoar cu spălare intermitentă	1,15	3,5	50	0,025	0,020
Bideu	0,17	0,5	30	0,035	0,025
Baie pentru picioare	0,33	1	30	0,035	0,025
Albie de rufe	0,66	2	50	0,025	0,020
Closet cu rezervor montat la înălțime	1,15	3,5	100	0,020	0,012
Closet cu rezervor montat pe vas și la semiînălțime	2	6	100	0,020	0,012
Cadă de baie	0,66	2	40	0,035	0,025
Cadă de baie pentru copii	0,33	1	40	0,035	0,025
Spălător simplu de vase	0,33	1	50	0,035	0,025
Spălător dublu de vase	0,50	1,5	50	0,035	0,025
Fîntînă pentru băut apă	0,08	0,25	30	0,035	0,025
Spălător circular (pentru un loc)	0,17	0,5	50	0,035	0,025
Scuipătoare cu spălare	0,17	0,5	40	0,030	0,020
Sifon de pardoseală la:					
— cazan de fiert rufe	0,66	2	70	0,035	0,025
— duș sau cadă de duș	0,33	1	50	0,035	0,025
— marmită	0,66	2	100	0,035	0,025
— mașină de spălat farfurii	0,66	2	100	0,035	0,025
— mașină de curățat zarzavat	0,66	2	100	0,035	0,025
— mașină de spălat rufe pentru spălătorii industriale	3,00	9	100	0,035	0,025

— pentru clădiri social-culturale, anexele și grupurile sanitare ale clădirilor industriale:

$$q_s = ac\sqrt{E_s} \qquad (4.4)$$

în care: a — este coeficient determinat în funcție de regimul de furnizare a apei în rețeaua de distribuție, ale cărui valori sînt date în tabelul 4.2;

c — coeficient determinat în funcție de destinația clădirii, ale cărui valori sînt conform tabelului 4.3, în care sînt redate și relațiile de calcul pentru debitul q_s.

Tabelul 4.2

Valorile coeficientului a determinat în funcție de regimul de furnizare a apei în rețeaua de distribuție (STAS 1795-86)

Regimul de furnizare a apei, în h/zi	24	17	14	10
a	0,33	0,35	0,38	0,44

Tabelul 4.3

Valorile coeficientului c și relațiile de calcul al valorilor q_s pentru clădiri cu diferite destinații (STAS 1795-86)

Destinația clădirii	Relația de calcul	Domeniul de aplicare a relației de calcul
Clădiri de locuit, cămine de nefamiliști	$q_s = a0{,}40\sqrt{E_s} + 0{,}001E_s$	$E_s \geq 0{,}15$
Cămine pentru copii, creșe	$q_s = a\ 0{,}55\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 0{,}50$
Teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici	$q_s = a \cdot 0{,}65\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 0{,}50$
Clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare pe lîngă hale și ateliere, hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de locuit	$q_s = a\ 0{,}70\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 0{,}60$
Școli, instituții de învățămînt	$q_s = a\ 0{,}85\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 1{,}00$
Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete	$q_s = a\ 0{,}95\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 1{,}00$
Hoteluri cu grupări sanitare comune	$q_s = a\ 1{,}15\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 1{,}50$
Cămine, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artiști, personal de serviciu, stadioane și cazărmi	$q_s = a\ 1{,}4\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 2{,}25$
Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităților de producție	$q_s = a\ 3{,}0\sqrt{E_s}$	$E_s \geq 2{,}50$

OBSERVAȚIE:

Pentru toate categoriile de clădiri, la valori ale lui E_s mai mici decît cele indicate în domeniul de aplicare a relației de calcul se aplică relația:

$$q_s = a \cdot E_s$$

Valorile debitului de calcul q_t pentru echivalenţii de scurgere $E_t = 1-7\,500$ pentru diverse categorii de clădiri sînt date în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4

Valorile debitului q_t corespunzînd valorii sumei echivalenţilor E_t ($E_t = 1-7\,500$) pentru următoarele categorii de clădiri: clădiri de locuit (*1*); cămine pentru copii, creşe (*2*); teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici (*3*); clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare pe lîngă hale şi ateliere, hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de locuit (*4*); şcoli, instituţii de învăţămînt (*5*); spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete (*6*); hoteluri cu grupuri sanitare comune (*7*); cămine, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artişti, personal de serviciu, stadioane şi clădiri cu destinaţie specială (cazărmi etc.) (*8*); grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităţilor de producţie (*9*). (STAS 1795-86)

E_t	Regim de furnizare a apei (h/zi)			
	24	17	14	10
	coeficient a			
	0,33	0,35	0,38	0,44
	q_t (l/s)			
0	1	2	3	4
Clădiri de locuinţe (*1*)				
0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,07	0,07	0,08	0,09
0,30	0,08	0,08	0,08	0,10
0,50	0,09	0,10	0,11	0,12
0,60	0,10	0,11	0,12	0,14
0,75	0,11	0,12	0,13	0,15
1,00	0,13	0,14	0,15	0,18
1,25	0,15	0,16	0,17	0,20
1,50	0,16	0,17	0,19	0,22
1,75	0,17	0,19	0,20	0,23
2,00	0,18	0,20	0,22	0,25
2,25	0,20	0,21	0,23	0,27
2,50	0,21	0,22	0,24	0,28
2,75	0,22	0,23	0,25	0,29
3,00	0,23	0,25	0,27	0,31
3,50	0,25	0,27	0,29	0,33
4,00	0,26	0,28	0,31	0,36
4,50	0,28	0,30	0,33	0,38
5,00	0,30	0,32	0,34	0,40
5,50	0,31	0,33	0,36	0,42
6	0,32	0,35	0,38	0,44
7	0,35	0,38	0,41	0,47
8	0,38	0,41	0,44	0,51
9	0,40	0,43	0,47	0,54
10	0,43	0,46	0,49	0,57
12	0,47	0,50	0,54	0,62
14	0,51	0,54	0,58	0,67
16	0,54	0,58	0,62	0,72
18	0,58	0,61	0,66	0,76
20	0,61	0,65	0,70	0,81
25	0,68	0,73	0,79	0,91
30	0,75	0,80	0,86	0,99
40	0,87	0,93	1,00	1,15
50	0,98	1,04	1,12	1,29
60	1,08	1,14	1,24	1,43
70	1,17	1,24	1,34	1,54
80	1,26	1,33	1,44	1,65
90	1,34	1,42	1,53	1,76
100	1,42	1,50	1,62	1,86
120	1,56	1,65	1,78	2,05
140	1,70	1,80	1,94	2,22
160	1,83	1,93	2,08	2,39
180	1,95	2,06	2,22	2,54
200	2,06	2,18	2,35	2,69
250	2,34	2,46	2,65	3,03
300	2,58	2,72	2,93	3,35
350	2,82	2,97	3,19	3,64
400	3,04	3,20	3,44	3,92
450	3,25	3,42	3,61	4,18
500	3,48	3,63	3,90	4,43
550	3,65	3,83	4,11	4,68
600	3,89	4,03	4,32	4,91
650	4,02	4,22	4,52	5,14
700	4,20	4,40	4,72	5,36
750	4,36	4,53	4,91	5,57
800	4,53	4,76	5,10	5,78
850	4,70	4,93	5,28	5,98
900	4,86	5,10	5,46	6,18
950	5,02	5,26	5,63	6,37
1 000	5,18	5,48	5,81	6,57
1 100	5,48	5,74	6,14	6,94
1 200	5,77	6,05	6,46	7,30
1 300	6,06	6,35	6,78	7,65
1 400	6,34	6,64	7,09	7,98
1 500	6,61	6,92	7,39	8,32
1 600	6,88	7,20	7,68	8,64
1 700	7,14	7,47	7,97	8,96
1 800	7,40	7,74	8,25	9,27
1 900	7,65	8,00	8,53	9,57
2 000	7,90	8,26	8,80	9,87
2 200	8,40	8,77	9,33	10,45
2 400	8,86	9,26	9,85	11,02
2 600	9,33	9,74	10,35	11,57
2 800	9,78	10,21	10,87	12,11
3 000	10,23	10,67	11,33	12,64
3 200	10,66	11,12	11,80	13,16

Tabelul 4.4 *(continuare)*

0	1	2	3	4
3 400	11,10	11,56	12,16	13,66
3 600	11,52	12,00	12,72	14,16
3 800	11,94	12,43	13,11	14,65
4 000	12,35	12,85	13,61	15,13
4 200	12,70	13,27	14,05	15,61
4 400	13,16	13,69	14,48	16,07
4 600	13,55	14,09	14,91	16,54
4 800	13,95	14,50	15,33	16,90
5 000	14,33	14,90	15,75	17,44
5 200	14,72	15,30	16,16	17,89
5 400	15,10	15,69	16,57	18,33
5 600	15,48	16,08	16,97	18,77
5 800	15,85	16,46	17,38	19,20
6 000	16,22	16,84	17,77	19,63
6 500	17,14	17,79	18,75	20,69
7 000	18,05	18,71	19,72	21,72
7 500	18,95	19,62	20,66	22,74
Cămine pentru copii, creşe (*2*)				
0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,13	0,14	0,15	0,17
0,60	0,14	0,15	0,16	0,19
0,75	0,18	0,17	0,18	0,21
1,00	0,18	0,19	0,21	0,24
1,25	0,20	0,21	0,23	0,27
1,50	0,22	0,24	0,26	0,30
1,75	0,24	0,26	0,28	0,32
2,00	0,25	0,27	0,30	0,34
2,25	0,27	0,29	0,31	0,36
2,50	0,2	0,30	0,33	0,38
2,75	0,30	0,32	0,35	0,40
3,00	0,31	0,33	0,36	0,42
3,50	0,34	0,36	0,39	0,45
4,00	0,36	0,39	0,42	0,48
4,50	0,38	0,41	0,44	0,51
5,00	0,40	0,43	0,47	0,54
5,50	0,42	0,45	0,49	0,57
6	0,44	0,47	0,51	0,59
7	0,47	0,51	0,55	0,64
8	0,51	0,54	0,59	0,68
9	0,54	0,58	0,63	0,73
10	0,57	0,61	0,66	0,75
12	0,63	0,67	0,72	0,84
14	0,68	0,72	0,78	0,90
16	0,73	0,77	0,84	0,97
18	0,77	0,82	0,89	1,03
20	0,81	0,86	0,93	1,08
25	0,91	0,96	1,04	1,21
30	0,99	1,05	1,14	1,32
40	1,15	1,22	1,32	1,53
50	1,28	1,36	1,48	1,71
60	1,41	1,49	1,62	1,87
70	1,52	1,61	1,75	2,02
80	1,62	1,72	1,87	2,16
90	1,72	1,83	1,98	2,30
100	1,81	1,93	2,09	2,42
120	1,99	2,11	2,29	2,65
140	2,15	2,28	2,47	2,86
160	2,30	2,43	2,64	3,06
180	2,44	2,58	2,60	3,25
200	2,57	2,72	2,96	3,42
250	2,87	3,04	3,30	3,63
300	3,14	3,33	3,62	4,19
350	3,40	3,60	3,91	4,53
400	3,63	3,85	4,18	4,64
450	3,85	4,08	4,43	5,13
500	4,06	4,30	4,67	5,41
550	4,26	4,51	4,90	5,67
600	4,45	4,71	5,12	5,93
650	4,63	4,91	5,33	6,17
700	4,80	5,09	5,53	6,40
750	4,97	5,27	5,72	6,63
800	5,13	5,44	5,81	6,84
850	5,29	5,61	6,0	7,05
900	5,40	5,77	6,27	7,28
950	5,59	5,93	6,44	7,46
1 000	5,74	6,09	6,61	7,65
1 100	6,02	6,38	6,93	8,03
1 200	6,29	6,67	7,24	8,38
1 300	6,54	6,94	7,54	8,72
1 400	6,79	7,20	7,82	9,05
1 500	7,03	7,46	8,09	9,37
1 600	7,26	7,70	8,36	9,68
1 700	7,48	7,94	8,62	9,98
1 800	7,70	8,17	8,87	10,27
1 900	7,91	8,39	9,11	10,55
2 000	8,12	8,61	9,35	10,82
2 200	8,51	9,03	9,80	11,35
2 400	8,89	9,43	10,24	11,85
2 600	9,25	9,82	10,66	12,34
2 800	9,60	10,19	11,06	12,80
3 000	9,94	10,54	11,45	13,25
3 200	10,27	10,89	11,82	13,69
3 400	10,58	11,22	12,19	14,11
3 600	10,89	11,55	12,54	14,52
3 800	11,19	11,87	12,88	14,92
4 000	11,48	12,17	13,22	15,30
4 200	11,76	12,47	13,54	15,68
4 400	12,04	12,77	13,66	16,05
4 600	12,31	13,06	14,17	16,41
4 800	12,57	13,34	14,48	16,77
5 000	12,83	13,61	14,78	17,11
5 200	13,09	13,88	15,07	17,45
5 400	13,34	14,15	15,36	17,78
5 600	13,58	14,41	15,64	18,11
5 800	13,82	14,66	15,02	18,43
6 000	14,06	14,91	16,19	18,74
6 500	14,63	15,52	16,85	19,51
7 000	15,18	16,11	17,49	20,25
7 500	15,72	16,67	18,10	20,96

0	1	2	3	4
Teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici (3)				
0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,15	0,16	0,17	0,20
0,60	0,17	0,18	0,19	0,22
0,75	0,19	0,20	0,21	0,25
1,00	0,21	0,23	0,25	0,29
1,25	0,24	0,25	0,28	0,32
1,50	0,26	0,28	0,30	0,35
1,75	0,28	0,30	0,33	0,39
2,00	0,30	0,32	0,35	0,40
2,25	0,32	0,34	0,37	0,43
2,50	0,34	0,36	0,39	0,45
2,75	0,35	0,38	0,41	0,47
3,00	0,36	0,39	0,43	0,50
3,50	0,40	0,43	0,46	0,53
4,00	0,43	0,45	0,49	0,57
4,50	0,45	0,48	0,52	0,61
5,00	0,48	0,51	0,55	0,64
5,50	0,50	0,53	0,58	0,67
6	0,52	0,56	0,60	0,70
7	0,57	0,60	0,65	0,76
8	0,61	0,64	0,70	0,81
9	0,64	0,68	0,74	0,86
10	0,68	0,72	0,78	0,90
12	0,74	0,79	0,86	0,99
14	0,80	0,85	0,92	1,07
16	0,86	0,91	0,99	1,14
18	0,91	0,96	1,05	1,21
20	0,96	1,02	1,10	1,38
25	1,07	1,14	1,24	1,43
30	1,14	1,35	1,35	1,57
40	1,36	1,44	1,56	1,81
50	1,52	1,61	1,76	2,02
60	1,66	1,76	1,91	2,21
70	1,79	1,90	2,07	2,39
80	1,92	2,03	2,21	2,55
90	2,03	2,16	2,34	2,71
100	2,15	2,28	2,47	2,86
120	2,35	2,49	2,70	3,13
140	2,54	2,69	2,92	3,38
160	2,71	2,88	3,12	3,62
180	2,88	3,05	3,31	3,84
200	3,03	3,22	3,49	4,04
250	3,39	3,60	3,90	4,52
300	3,72	3,94	4,28	4,95
350	4,01	4,26	4,62	5,35
400	4,29	4,55	4,94	5,72
450	4,55	4,83	5,24	6,07
500	4,77	5,09	5,52	6,39
550	5,03	5,34	5,79	6,71
600	5,25	5,57	6,05	7,00
650	5,47	5,80	6,30	7,29
700	5,67	6,02	6,53	7,57
750	5,87	6,23	6,76	7,83

Tabelul 4.1 (continuare)

0	1	2	3	4
800	6,07	6,43	6,99	8,09
850	6,25	6,63	7,20	8,34
900	6,44	6,82	7,41	8,58
950	6,61	7,01	7,61	8,81
1 000	6,78	7,19	7,81	9,04
1 100	7,11	7,55	8,19	9,48
1 200	7,43	7,88	8,56	9,91
1 300	7,73	8,20	8,91	10,31
1 400	8,02	8,51	9,24	10,70
1 500	8,31	8,81	9,57	11,08
1 600	8,58	9,10	9,88	11,44
1 700	8,84	9,38	10,18	11,79
1 800	9,10	9,65	10,48	12,13
1 900	9,35	9,92	10,77	12,47
2 000	9,59	10,17	11,05	12,79
2 200	10,06	10,67	11,58	13,41
2 400	10,51	11,14	12,10	14,01
2 600	10,94	11,60	12,58	14,58
2 800	11,35	12,04	13,07	15,13
3 000	11,75	12,46	13,53	15,66
3 200	12,13	12,87	13,97	16,18
3 400	12,51	13,26	14,40	16,68
3 600	12,87	13,65	14,82	17,16
3 800	13,22	14,02	15,23	17,63
4 000	13,57	14,39	15,62	18,09
4 200	13,90	14,74	16,01	18,53
4 400	14,23	15,09	16,38	18,97
4 600	14,55	15,43	16,75	19,40
4 800	14,86	15,76	17,11	19,81
5 000	15,16	16,09	17,46	20,22
5 200	15,48	16,40	17,81	20,62
5 400	15,76	16,72	18,15	21,01
5 600	16,05	17,02	18,48	21,40
5 800	16,34	17,33	18,81	21,78
6 000	16,62	17,62	19,13	22,15
6 500	17,23	18,34	19,91	23,06
7 000	17,95	19,03	20,66	23,93
7 500	18,53	19,70	21,39	24,77
Clădiri pentru birouri, magazine grupuri sanitare pe lîngă hale și ateliere, hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de locuit (4)				
0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,16	0,17	0,19	0,22
0,60	0,18	0,19	0,19	0,22
0,75	0,20	0,21	0,23	0,27
1,00	0,23	0,25	0,27	0,31
1,25	0,25	0,27	0,29	0,34
1,50	0,28	0,30	0,32	0,38
1,75	0,31	0,32	0,35	0,41
2,00	0,33	0,35	0,38	0,44
2,25	0,35	0,37	0,40	0,46

0	1	2	3	4
2,50	0,37	0,39	0,42	0,49
2,75	0,38	0,41	0,44	0,51
3,00	0,40	0,42	0,46	0,53
3,50	0,43	0,46	0,50	0,58
4,00	0,46	0,49	0,53	0,62
4,50	0,49	0,52	0,56	0,65
5,00	0,52	0,55	0,59	0,69
5,50	0,54	0,57	0,62	0,72
6,00	0,57	0,60	0,65	0,75
7	0,60	0,65	0,70	0,81
8	0,65	0,69	0,75	0,87
9	0,70	0,74	0,80	0,92
10	0,73	0,77	0,84	0,97
12	0,80	0,85	0,92	1,07
14	0,86	0,92	0,99	1,15
16	0,92	0,98	1,06	1,23
18	0,98	1,04	1,13	1,31
20	1,03	1,10	1,19	1,38
25	1,15	1,23	1,33	1,54
30	1,25	1,34	1,46	1,69
40	1,45	1,55	1,68	1,95
50	1,63	1,73	1,88	2,18
60	1,78	1,90	2,06	2,38
70	1,93	2,05	2,22	2,58
80	2,06	2,19	2,38	2,75
90	2,19	2,32	2,52	2,92
100	2,31	2,45	2,66	3,08
120	2,53	2,68	2,91	3,37
140	2,73	2,90	3,15	3,64
160	2,92	3,10	3,36	3,89
180	3,09	3,29	3,57	4,13
200	3,26	3,46	3,76	4,35
250	3,65	3,87	4,20	4,87
300	4,00	4,24	4,61	5,33
350	4,32	4,58	4,98	5,76
400	4,62	4,90	5,32	6,16
450	4,90	5,20	5,64	6,53
500	5,16	5,48	5,95	6,89
550	5,42	5,75	6,24	7,22
600	5,66	6,00	6,51	7,54
650	5,89	6,25	6,78	7,85
700	6,11	6,48	7,04	8,15
750	6,33	6,71	7,28	8,43
800	6,53	6,93	7,52	8,71
850	6,73	7,14	7,75	8,98
900	6,96	7,35	7,98	9,24
950	7,12	7,55	8,20	9,49
1 000	7,30	7,75	8,41	9,74
1 100	7,65	8,13	8,82	10,21
1 200	8,00	8,49	9,21	10,67
1 300	8,33	8,83	9,59	11,10
1 400	8,67	9,17	9,95	11,52
1 500	8,95	9,49	10,30	11,93
1 600	9,24	9,80	10,64	12,32
1 700	9,52	10,10	10,97	12,70
1 800	9,80	10,39	11,28	13,08
1 900	10,07	10,68	11,59	13,42
2 000	10,35	10,96	11,90	13,77

Tabelul 4.1 (continuare)

0	1	2	3	4
2 200	10,93	11,49	12,48	14,45
2 400	11,32	12,00	13,03	15,09
2 600	11,78	12,49	13,56	15,70
2 800	12,22	12,96	14,07	16,30
3 000	12,65	13,42	14,57	16,87
3 200	13,07	13,86	15,09	17,42
3 400	13,47	14,29	15,51	17,86
3 600	13,86	14,70	15,96	18,48
3 800	14,24	15,10	16,40	18,99
4 000	14,67	15,50	16,82	19,48
4 200	14,97	15,88	17,24	19,96
4 400	15,32	16,26	17,64	20,43
4 600	15,67	16,62	18,04	20,89
4 800	16,00	16,97	18,43	21,34
5 000	16,38	17,32	18,81	21,78
5 200	16,66	17,67	19,18	22,21
5 400	16,97	18,00	19,53	22,63
5 600	17,28	18,33	19,90	23,05
5 800	17,59	18,66	20,28	23,45
6 000	17,89	18,98	20,60	23,86
6 500	18,62	19,75	21,44	24,83
7 000	19,33	20,50	22,25	25,77
7 500	20,00	21,22	23,04	26,67
Școli, instituții de învățămînt (5)				
0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,16	0,17	0,19	0,22
0,60	0,20	0,21	0,23	0,26
0,75	0,25	0,27	0,29	0,33
1,00	0,28	0,30	0,32	0,37
1,25	0,31	0,33	0,36	0,42
1,50	0,34	0,36	0,40	0,46
1,75	0,37	0,39	0,43	0,49
2,00	0,40	0,40	0,46	0,53
2,25	0,42	0,45	0,48	0,56
2,50	0,44	0,47	0,51	0,59
2,75	0,46	0,49	0,54	0,62
3,00	0,48	0,52	0,56	0,65
3,50	0,52	0,56	0,60	0,70
4,00	0,56	0,60	0,65	0,75
4,50	0,60	0,63	0,68	0,79
5,00	0,63	0,67	0,72	0,84
5,50	0,65	0,70	0,76	0,88
6	0,69	0,73	0,79	0,92
7	0,74	0,79	0,85	0,99
8	0,79	0,84	0,91	1,06
9	0,84	0,89	0,97	1,12
10	0,89	0,94	1,02	1,18
12	0,97	1,03	1,12	1,29
14	1,05	1,11	1,21	1,40
16	1,12	1,19	1,29	1,50
18	1,19	1,26	1,37	1,59
20	1,25	1,33	1,44	1,67
25	1,40	1,49	1,62	1,87

Tabelul 4.4 (continuare)

0	1	2	3	4
30	1,54	1,63	1,77	2,05
40	1,77	1,88	2,04	2,36
50	1,98	2,10	2,28	2,64
60	2,17	2,30	2,50	2,90
70	2,35	2,49	2,70	3,13
80	2,51	2,66	2,89	3,34
90	2,66	2,82	3,06	3,55
100	2,80	2,97	3,23	3,74
120	3,07	3,26	3,54	4,10
140	3,32	3,52	3,82	4,42
160	3,55	3,76	4,08	4,73
180	3,76	3,99	4,33	5,02
200	3,97	4,21	4,57	5,29
250	4,44	4,70	5,11	5,91
300	4,86	5,15	5,59	6,48
350	5,25	5,57	6,04	7,00
400	5,61	5,95	6,46	7,48
450	5,95	6,31	6,85	7,93
500	6,27	6,65	7,22	8,36
550	6,58	6,98	7,57	8,77
600	6,87	7,29	7,91	9,16
650	7,15	7,58	8,23	9,53
700	7,42	7,87	8,55	9,89
750	7,68	8,15	8,85	10,24
800	7,93	8,41	9,14	10,58
850	8,18	8,67	9,42	10,90
900	8,41	8,93	9,69	11,22
950	8,64	9,17	9,95	11,53
1 000	8,87	9,41	10,21	11,83
1 100	9,30	9,87	10,71	12,40
1 200	9,72	10,31	11,19	12,90
1 300	10,11	10,73	11,65	13,48
1 400	10,49	11,13	12,08	13,99
1 500	10,86	11,52	12,51	14,48
1 600	11,22	11,90	12,92	14,96
1 700	11,56	12,27	13,32	15,42
1 800	11,90	12,62	13,70	15,87
1 900	12,23	12,97	14,08	16,30
2 000	12,54	13,30	14,44	16,73
2 200	13,16	13,95	15,15	17,54
2 400	13,74	14,57	15,82	18,32
2 600	14,30	15,17	16,47	19,07
2 800	14,84	15,74	17,09	19,79
3 000	15,36	16,29	17,69	20,48
3 200	15,87	16,83	18,27	21,16
3 400	16,36	17,35	18,83	21,81
3 600	16,83	17,85	19,38	22,44
3 800	17,29	18,34	19,91	23,05
4 000	17,74	18,81	20,43	23,65
4 200	18,18	19,28	20,93	24,24
4 400	18,61	19,73	21,42	24,81
4 600	19,02	20,18	21,91	25,37
4 800	19,43	20,61	22,38	25,91
5 000	19,83	21,04	22,84	26,44
5 200	20,23	21,45	23,29	26,97
5 400	20,61	21,86	23,73	27,48
5 600	20,99	22,26	24,17	27,99
5 800	21,36	22,66	24,60	28,48
6 000	21,73	23,04	25,02	28,97
6 500	22,61	23,99	26,04	30,15
7 000	23,47	24,89	27,02	31,29
7 500	24,29	25,76	27,77	32,39

Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete (6)

0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,16	0,17	0,19	0,22
0,60	0,20	0,21	0,23	0,26
0,75	0,25	0,27	0,29	0,33
1,00	0,31	0,33	0,36	0,42
1,25	0,35	0,37	0,40	0,48
1,50	0,38	0,41	0,44	0,51
1,75	0,41	0,44	0,48	0,55
2,00	0,44	0,47	0,51	0,59
2,25	0,47	0,50	0,54	0,63
2,50	0,50	0,53	0,57	0,66
2,75	0,52	0,55	0,60	0,69
3,00	0,54	0,58	0,62	0,72
3,50	0,59	0,62	0,67	0,78
4,00	0,63	0,66	0,72	0,84
4,50	0,67	0,71	0,76	0,89
5,00	0,70	0,74	0,81	0,93
5,50	0,73	0,78	0,85	0,98
6	0,77	0,81	0,88	1,02
7	0,83	0,88	0,95	1,10
8	0,88	0,94	1,02	1,18
9	0,94	1,00	1,08	1,25
10	0,99	1,05	1,14	1,32
12	1,09	1,15	1,25	1,45
14	1,17	1,24	1,35	1,56
16	1,25	1,33	1,44	1,67
18	1,33	1,41	1,53	1,77
20	1,40	1,49	1,61	1,87
25	1,57	1,66	1,80	2,09
30	1,72	1,82	1,98	2,29
40	1,98	2,10	2,28	2,64
50	2,22	2,35	2,55	2,90
60	2,43	2,58	2,80	3,24
70	2,62	2,78	3,02	3,50
80	2,80	2,97	3,23	3,74
90	2,97	3,15	3,42	3,96
100	3,13	3,33	3,61	4,18
120	3,49	3,64	3,95	4,58
140	3,71	3,93	4,27	4,93
160	3,96	4,21	4,57	5,29
180	4,21	4,46	4,84	5,61
200	4,43	4,70	5,10	5,91
250	4,96	5,26	5,71	6,61
300	5,43	5,76	6,25	7,24
350	5,86	6,22	6,75	7,82
400	6,27	6,65	7,22	8,36
450	6,65	7,05	7,66	8,87
500	7,01	7,43	8,07	9,35

Tabelul 4.4 (continuare)

0	1	2	3	4
550	7,35	7,80	8,47	9,80
600	7,68	8,14	8,84	10,24
650	7,99	8,48	9,20	10,66
700	8,29	8,80	9,55	11,06
750	8,58	9,11	9,89	11,45
800	8,87	9,40	10,21	11,82
850	9,14	9,69	10,52	12,19
900	9,40	9,97	10,83	12,54
950	9,66	10,25	11,13	12,88
1 000	9,91	10,51	11,42	13,22
1 100	10,40	11,03	11,97	13,86
1 200	10,86	11,52	12,50	14,48
1 300	11,30	11,99	13,02	15,07
1 400	11,73	12,44	13,51	15,64
1 500	12,14	12,88	13,98	16,19
1 600	12,54	13,30	14,44	16,72
1 700	12,92	13,71	14,88	17,23
1 800	13,30	14,11	15,32	17,73
1 900	13,66	14,49	15,73	18,22
2 000	14,02	14,87	16,14	18,69
2 200	14,70	15,60	16,93	19,61
2 400	15,36	16,30	17,68	20,48
2 600	15,98	16,95	18,41	21,31
2 800	16,59	17,59	19,10	22,12
3 000	17,17	18,21	19,77	22,89
3 200	17,73	18,81	20,42	23,64
3 400	18,28	19,39	21,05	24,37
3 600	18,81	19,95	21,66	25,08
3 800	19,32	20,50	22,25	25,77
4 000	19,83	21,03	22,83	26,44
4 200	20,32	21,55	23,39	27,09
4 400	20,79	22,05	23,95	27,73
4 600	21,26	22,55	24,48	28,35
4 800	21,72	23,03	25,01	28,96
5 000	22,17	23,51	25,52	29,56
5 200	22,61	23,98	26,03	30,14
5 400	23,04	24,45	26,53	30,72
5 600	23,46	24,88	27,01	31,28
5 800	23,87	25,32	27,49	31,83
6 000	24,28	25,76	27,86	32,88
6 500	25,27	26,81	20,10	33,70
7 000	26,23	27,82	30,20	34,97
7 500	27,15	28,80	31,26	36,20

Hoteluri cu grupuri sanitare comune (7)

0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,16	0,17	0,19	0,22
0,60	0,20	0,21	0,23	0,26
0,75	0,25	0,27	0,29	0,33
1,00	0,33	0,35	0,38	0,44
1,25	0,41	0,44	0,48	0,55
1,50	0,46	0,49	0,54	0,62
1,75	0,50	0,53	0,58	0,67
2,00	0,54	0,57	0,62	0,71
2,25	0,57	0,60	0,65	0,76
2,50	0,60	0,64	0,69	0,80
2,75	0,63	0,67	0,72	0,84
3,00	0,66	0,70	0,76	0,88
3,50	0,71	0,75	0,82	0,95
4,00	0,76	0,81	0,87	1,01
4,50	0,81	0,85	0,93	1,07
5,00	0,85	0,90	0,98	1,13
5,50	0,89	0,94	1,02	1,19
6	0,93	0,99	1,07	1,24
7	1,00	1,06	1,16	1,34
8	1,07	1,14	1,24	1,43
9	1,14	1,21	1,31	1,52
10	1,20	1,27	1,38	1,60
12	1,31	1,39	1,51	1,75
14	1,42	1,51	1,63	1,89
16	1,52	1,61	1,75	2,02
18	1,61	1,71	1,85	2,15
20	1,70	1,80	1,95	2,26
25	1,90	2,01	2,18	2,53
30	2,03	2,20	2,39	2,77
40	2,40	2,55	2,76	3,20
50	2,68	2,85	3,09	3,58
60	2,94	3,12	3,38	3,92
70	3,17	3,37	3,66	4,23
80	3,39	3,60	3,91	4,53
90	3,60	3,82	4,14	4,80
100	3,80	4,03	4,37	5,06
120	4,16	4,41	4,79	5,54
140	4,49	4,76	5,17	5,99
160	4,80	5,09	5,53	6,40
180	5,09	5,40	5,86	6,79
200	5,37	5,69	6,18	7,16
250	6,00	6,36	6,91	8,00
300	6,57	6,97	7,57	8,76
350	7,10	7,53	8,17	9,47
400	7,59	8,05	8,74	10,12
450	8,05	8,54	9,27	10,73
500	8,49	9,00	9,77	11,31
550	8,90	9,44	10,25	11,87
600	9,30	9,86	10,70	12,39
650	9,68	10,26	11,14	12,90
700	10,04	10,65	11,56	13,39
750	10,39	11,02	11,97	13,86
800	10,73	11,38	12,36	14,31
850	11,06	11,73	12,74	14,75
900	11,39	12,07	13,11	15,18
950	11,70	12,41	13,47	15,60
1 000	12,00	12,73	13,02	16,00
1 100	12,59	13,35	14,49	16,78
1 200	13,15	13,94	15,14	17,52
1 300	13,68	14,51	15,76	18,24
1 400	14,20	15,06	16,35	16,93
1 500	14,70	15,59	16,92	19,60
1 600	15,19	16,10	17,48	20,24

Tabelul 4.4 (continuare)

0	1	2	3	4
1 700	15,65	16,60	18,02	20,86
1 800	16,10	17,08	18,54	21,47
1 900	16,50	17,54	19,05	22,06
2 000	16,97	18,00	19,54	22,63
2 200	17,80	18,88	20,50	23,73
2 400	18,59	19,72	21,41	24,79
2 600	19,35	20,52	22,28	25,80
2 800	20,08	21,30	23,12	26,77
3 000	20,79	22,05	23,93	27,71
3 200	21,47	22,77	24,72	28,62
3 400	22,13	23,47	25,48	29,50
3 600	22,77	24,15	26,22	30,36
3 800	23,39	24,81	26,94	31,19
4 000	24,00	25,46	27,64	32,00
4 200	24,59	26,08	28,32	32,79
4 400	25,17	26,70	28,99	33,56
4 600	25,74	27,30	29,64	34,32
4 800	26,29	27,89	30,28	35,06
5 000	26,83	28,46	30,90	35,78
5 200	27,37	29,02	31,51	36,49
5 400	27,90	29,58	32,11	37,18
5 600	28,40	30,12	32,70	37,86
5 800	28,90	30,65	33,28	38,53
6 000	29,40	31,18	33,85	39,19
6 500	30,60	32,56	35,23	40,79
7 000	31,75	33,67	36,56	42,33
7 500	32,97	34,86	37,84	43,82

Cămine, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artişti, personal de serviciu, stadioane şi clădiri cu destinaţie specială (cazărmi etc.) (8)

0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,16	0,17	0,19	0,22
0,60	0,20	0,21	0,23	0,26
0,75	0,25	0,26	0,29	0,33
1,00	0,33	0,35	0,38	0,44
1,25	0,41	0,44	0,48	0,55
1,50	0,50	0,52	0,58	0,66
1,75	0,58	0,61	0,67	0,77
2,00	0,66	0,70	0,76	0,88
2,25	0,70	0,77	0,80	0,92
2,50	0,73	0,79	0,84	0,97
2,75	0,77	0,81	0,88	1,02
3,00	0,80	0,85	0,92	1,07
3,50	0,86	0,92	1,00	1,19
4,00	0,92	0,98	1,06	1,25
4,50	0,98	1,04	1,13	1,31
5,00	1,03	1,09	1,19	1,38
5,50	1,08	1,15	1,25	1,44
6	1,13	1,20	1,30	1,51
7	1,22	1,30	1,41	1,63
8	1,30	1,39	1,50	1,74

Tabelul 4.4 (continuare)

0	1	2	3	4
9	1,38	1,47	1,60	1,83
10	1,46	1,55	1,68	1,95
12	1,60	1,70	1,84	2,13
14	1,73	1,83	1,99	2,30
16	1,85	1,96	2,13	2,46
18	1,96	2,08	2,26	2,61
20	2,06	2,19	2,38	2,75
25	2,31	2,45	2,66	3,08
30	2,53	2,68	2,91	3,31
40	2,92	3,10	3,36	3,89
50	3,26	3,46	3,76	4,35
60	3,58	3,80	4,12	4,77
70	3,86	4,10	4,45	5,15
80	4,13	4,38	4,76	5,51
90	4,38	4,65	5,05	5,84
100	4,62	4,90	5,32	6,16
120	5,05	5,37	5,83	6,75
140	5,47	5,80	6,29	7,29
160	5,84	6,20	6,73	7,79
180	6,20	6,57	7,14	8,26
200	6,53	6,93	7,52	8,71
250	7,30	7,75	8,41	9,74
300	8,00	8,49	9,21	10,67
350	8,64	9,17	9,95	11,52
400	9,24	9,80	10,64	12,32
450	9,80	10,39	11,28	13,07
500	10,33	10,96	11,90	13,77
550	10,93	11,49	12,48	14,45
600	11,32	12,00	13,03	15,09
650	11,78	12,49	13,56	15,70
700	12,22	12,96	14,07	16,30
750	12,65	13,42	14,57	15,87
800	13,07	13,86	15,05	17,42
850	13,49	14,28	15,51	17,96
900	13,86	14,70	15,96	18,48
950	14,24	15,10	16,40	18,99
1 000	14,60	15,50	16,82	19,48
1 100	15,32	16,25	17,64	20,43
1 200	16,00	16,97	18,43	21,34
1 300	16,66	17,67	19,18	22,21
1 400	17,29	18,33	19,90	23,05
1 500	17,89	18,99	20,60	23,86
1 600	18,48	19,60	21,28	24,64
1 700	19,05	20,20	21,93	25,40
1 800	19,60	20,79	22,57	26,13
1 900	20,14	21,36	23,19	26,85
2 000	20,66	21,91	23,79	27,55
2 200	21,67	22,98	24,95	28,89
2 400	22,63	24,00	26,06	30,18
2 600	23,55	24,98	27,13	31,41
2 800	24,44	25,93	28,15	32,60
3 000	25,30	26,84	29,14	33,74
3 200	26,13	27,72	30,09	34,85
3 400	26,94	28,57	31,02	35,92
3 600	27,72	29,40	31,92	36,96
3 800	28,48	30,21	32,79	37,97
4 000	29,22	30,99	33,65	38,96
4 200	29,94	31,75	34,48	39,92

0	1	2	3	4
4 400	30,65	32,50	35,29	40,88
4 600	31,33	33,23	36,08	41,78
4 800	32,01	33,45	36,86	42,68
5 000	32,67	34,65	37,62	43,56
5 200	33,37	35,33	38,36	44,42
5 400	33,95	36,00	39,09	45,27
5 600	34,57	36,67	39,81	46,10
5 800	35,18	37,32	40,57	46,91
6 000	35,79	37,95	41,21	47,71
6 500	37,25	39,50	42,89	49,60
7 000	38,65	41,00	44,51	51,54
7 500	40,01	42,44	46,07	53,33

Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităţilor de producţie (9)

0,15	0,05	0,05	0,06	0,07
0,25	0,08	0,09	0,10	0,11
0,30	0,10	0,10	0,11	0,13
0,50	0,16	0,17	0,19	0,22
0,60	0,20	0,21	0,23	0,26
0,75	0,25	0,30	0,29	0,33
1,00	0,33	0,35	0,38	0,44
1,25	0,41	0,44	0,48	0,55
1,50	0,50	0,53	0,58	0,66
1,75	0,58	0,61	0,67	0,77
2,00	0,66	0,70	0,76	0,88
2,25	0,74	0,79	0,86	0,99
2,50	1,50	1,68	1,80	2,09
2,75	1,64	1,74	1,89	2,19
3,00	1,71	1,82	1,97	2,29
3,50	1,83	1,96	2,13	2,47
4,00	1,98	2,10	2,28	2,64
4,50	2,10	2,23	2,42	2,80
5,00	2,21	2,35	3,38	2,95
5,50	2,32	2,46	3,48	3,09
6	2,42	2,57	3,59	3,23
7	2,62	2,78	3,02	3,49
8	2,80	2,97	3,22	3,73
9	2,97	3,15	3,42	3,96
10	3,13	3,32	3,60	4,11
12	3,43	3,64	3,95	4,57
14	3,70	3,93	4,26	4,94
16	3,96	4,20	4,56	5,28
18	4,20	4,45	4,84	5,60
20	4,43	4,70	5,10	5,90
25	4,95	5,25	5,70	6,60
30	5,42	5,75	6,24	7,23
40	6,26	6,64	7,21	8,35
50	7,00	7,42	8,06	9,33
60	7,67	8,13	8,88	10,22
70	8,28	8,78	9,54	11,04
80	8,85	9,39	10,08	11,81
90	9,39	9,96	10,63	12,52
100	9,90	10,50	11,40	13,20

Tabelul 4.4 (continuare)

0	1	2	3	4
120	10,84	11,50	12,49	14,46
140	11,71	12,42	13,49	15,62
160	12,52	13,28	14,42	16,70
180	13,28	14,09	15,29	17,71
200	14,00	14,85	16,12	18,67
250	15,65	16,60	18,02	20,87
300	17,15	18,19	19,74	22,86
350	18,52	19,64	21,33	24,69
400	19,80	21,00	22,80	26,40
450	21,00	22,27	24,18	28,00
500	22,14	23,48	25,49	29,52
550	23,22	24,62	26,74	30,96
600	24,25	25,72	27,92	32,33
650	25,24	26,77	29,06	33,65
700	26,19	27,79	30,16	34,92
750	27,11	28,75	31,22	36,15
800	28,00	29,70	32,24	37,33
850	28,86	30,61	33,24	38,48
900	29,70	31,50	34,20	39,60
950	30,51	32,36	35,14	40,68
1 000	31,31	33,20	36,05	41,74
1 100	32,83	34,82	37,81	43,78
1 200	34,29	36,37	39,49	45,73
1 300	35,69	37,86	41,10	47,59
1 400	37,04	39,29	42,65	49,39
1 500	38,34	40,67	44,15	51,12
1 600	39,60	42,00	45,60	52,80
1 700	40,82	43,29	47,00	54,42
1 800	42,00	44,55	48,37	56,00
1 900	43,15	45,77	49,69	57,54
2 000	44,27	46,96	50,98	59,03
2 200	46,43	49,25	53,47	61,91
2 400	48,50	51,44	55,85	64,67
2 600	50,48	53,54	58,13	67,31
2 800	52,39	55,56	60,32	69,85
3 000	54,22	57,51	62,44	72,30
3 200	56,00	59,40	64,49	74,67
3 400	57,73	61,22	66,47	76,91
3 600	59,40	63,00	68,40	79,20
3 800	61,02	64,73	70,27	81,37
4 000	62,61	66,41	72,10	83,84
4 200	64,16	68,05	73,88	85,55
4 400	65,67	69,65	75,62	87,56
4 600	67,14	71,21	77,32	89,53
4 800	68,59	72,75	78,98	91,45
5 000	70,00	74,25	80,01	93,34
5 200	71,39	75,72	82,20	95,19
5 400	72,75	77,16	83,77	97,00
5 600	74,08	78,57	85,31	98,78
5 800	75,40	79,96	86,82	100,53
6 000	76,68	81,33	88,30	102,25
6 500	79,82	84,65	91,91	106,42
7 000	82,83	87,85	95,38	110,44
7 500	85,74	90,91	98,73	114,31

4.1.2. Calculul hidraulic al conductelor de canalizare a apelor uzate menajere

Conducte de legătură de la obiectele sanitare la coloane. Diametrele conductelor orizontale de legătură a obiectelor sanitare la coloane rezultă din condiții funcționale și constructive și se dau în tabelul 4.1.

Coloane. Diametrele coloanelor se determină din condiții constructive și hidraulice.

Condiția constructivă permite alegerea preliminară a diametrului coloanei, care trebuie să fie cel puțin egal cu cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură la obiectele sanitare sau grupuri de obiecte sanitare.

Condiția hidraulică este ca debitul de calcul al coloanei să fie mai mic, cel mult egal cu debitul maxim (capacitatea maximă de evacuare a coloanei) indicat în tabelul 4.5. Dacă această condiție nu este îndeplinită, diametrul preliminar al coloanei se alege cu o dimensiune mai mare, astfel încît condiția hidraulică să fie îndeplinită.

Tabelul 4.5

Debitele maxime de ape uzate menajere și tehnologice cu suspensii care pot fi evacuate prin coloane (STAS 1795-86)

Diametrul interior mm	50	70	100	125	150	200
Debitul maxim, l/s	1,12	2,5	4,55	6,5	9,75	12,5

Conducte orizontale colectoare. Diametrele conductelor orizontale colectoare de canalizare a apelor uzate menajere se dimensionează din condiții constructive și hidraulice.

Condițiile constructive permit alegerea preliminară a diametrelor conductelor orizontale colectoare și anume, aceste diametre trebuie să fie cel puțin egale cu cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură la obiectele sanitare (tabel 4.1) și cu diametrul coloanei care se leagă în conducta orizontală respectivă de canalizare.

Condiția hidraulică constă în verificarea vitezei reale, v_r, în m/s, de scurgere a apei cu nivel liber prin conducta orizontală de diametru preliminar ales, care trebuie să fie mai mare sau cel puțin egală cu viteza minimă v_{min} de autocurățire a conductei și mai mică sau cel mult egală cu viteza maximă admisă v_{max}

$$v_{min} \leq v_r \leq v_{max}. \qquad (4.5)$$

Viteza minimă admisă a apei în conducte orizontale de canalizare este de: 0,7 m/s pentru conducte închise ; 0,5 m/s pentru canale deschise și rigole (curățirea putîndu-se face mai ușor în cazul formării unor depuneri).

Viteza maximă a apei în conducte orizontale de canalizare este de: 4 m/s pentru conducte metalice, din PVC, ceramice și din beton armat și de 3 m/s pentru conducte din beton simplu și azbociment.

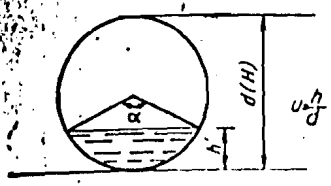


Fig. 4.1. Gradul de umplere a conductelor circulare de canalizare.

Calculul hidraulic de verificare a vitezei reale v_r se efectuează cunoscînd debitul de calcul q_c (determinat conform pct. 4.11), gradul de umplere u și panta de montaj a conductei.

Gradul de umplere u reprezintă raportul dintre înălțimea stratului de apă h din conductă și diametrul d al secțiunii acesteia (fig. 4.1)

$$u = \frac{h}{d}. \qquad (4.6)$$

Gradul de umplere maxim admis, în funcție de diametrul conductei orizontale de canalizare și de natura apei uzate, este indicat în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6

Gradul de umplere, u, maxim admis funcție de natura apei uzate și de diametrul conductei (STAS 1795-86)

Natura apei uzate	Diametrul nominal al conductei D_n, mm			
	100	125	150; 200	>200
	u			
Apă uzată menajeră și industrială, cu suspensii mai mari de 5 mm	0,65	0,65	0,65	0,70
Apă meteorică și apă uzată industrială convențional curată	1,00	1,00	1,00	1,00
Apă uzată industrială cu suspensii mai mici de 5 mm	0,70	0,70	0,80	0,80

Pantele de montaj ale conductelor sînt necesare pentru asigurarea regimului de scurgere cu nivel liber.

Pentru realizarea vitezelor minime de autocurățire este necesară montarea conductelor de canalizare cu o pantă minimă, iar din motive de siguranță în funcționare se recomandă prevederea, ori de cîte ori este posibil, a unor pante mai mari decît pantele minime, numite pante normale, la care se realizează viteze de curgere mai mari decît vitezele minime de autocurățire și mai mici decît vitezele maxime admise. Pantele normale și minime de montaj funcție de natura apei uzate și diametrul conductei sînt indicate în tabelul 4.7.

Tabelul 4.7

Pantele normale și minime de montaj funcție de natura apei uzate și diametrul conductei (STAS 1734-86)

Diametrul nominal al conductei D_n, mm	Apă uzată menajeră		Apă uzată industrială								Apă meteorică			
			cu suspensii peste 5 mm				cu suspensii pînă la 5 mm				convențional curată			
	pante		pante				pante				pante			
	normale	minime	normale		minime		normale		minime		normale		minime	
50	0,0350	0,0250	0,060		0,050		0,035		0,0300		0,0250		0,0200	
70	0,0250	0,0150	0,050		0,040		0,025		0,0200		0,0200		0,0150	
100	0,0200	0,0120	0,0400		0,0300		0,0150		0,0120		0,0100		0,0080	
125	0,0150	0,0100	0,0300		0,0200		0,0120		0,0100		0,0080		0,0060	
150	0,0100	0,0080	0,0200		0,0150		0,0080		0,0070		0,0060		0,0055	
200	0,0080	0,0070	0,0100		0,0080		0,0070		0,0060		0,0055		0,0050	
250	0,0070	0,0065	0,0090		0,0070		0,0065		0,0055		0,0050		0,0045	
300	0,0065	0,0060	0,0080		0,0060		0,0060		0,0050		0,0045		0,0040	
350	0,0060	0,0055	0,0070		0,0055		0,0050		0,0045		0,0040		0,0035	
400	0,0055	0,0050	0,0065		0,0050		0,0045		0,0040		0,0035		0,0030	
50											—		—	
75											0,0250		0,0200	
110											0,0200		0,0150	
											0,0100		0,0080	
											0,0070		0,0060	
											0,0060		0,0050	
											0,0055		0,0045	
											0,0050		0,0040	
											0,0045		0,0035	
											0,0040		0,0030	

Dimensionarea unei conducte orizontale de canalizare este corect făcută, atunci cînd prevăzînd o pantă de montaj indicată în tabelul 4.7, se asigură un grad de umplere mai mic decît gradul de umplere maxim admis (tabel 4.5) și se realizează o viteză reală de curgere a apei uzate în limitele admise, conform relației (4.5).

Pentru calculul hidraulic al conductelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere se aplică următoarele relații

$$q = Av \qquad (4.7)$$

$$v = C\sqrt{Ri}, \qquad (4.8)$$

în care: $q = q_c$ este debitul de ape uzate menajere egal cu debitul de calcul (v. pct. 4.1.1);

A — aria secțiunii transversale a curentului de apă;

v — viteza medie de curgere a apei;

$R = \frac{A}{p}$ — raza hidraulică, egală cu raportul între aria secțiunii curentului de apă A și perimetrul udat p. Pentru conducte cu secțiunea circulară de diametru d, la curgerea cu secțiune plină a conductei

$$R = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4}, \qquad (4.9)$$

iar la curgerea cu secțiune parțial umplută

$$R = \frac{d(\alpha - \sin \alpha)}{4}, \qquad (4.10)$$

unde α este unghiul la centru (fig. 4.1);

i — panta hidraulică, numeric egală cu panta geometrică de montaj a conductei;

$C = \frac{70\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$ sau $C = \frac{1}{m} R^{1/6}$ — coeficientul de rezistență hidraulică (Chézy);

m — coeficientul de rugozitate: pentru tuburi din fontă, PVC tip U, azbociment, $m = 0{,}10$, iar pentru tuburi din beton $m = 0{,}12$.

Pe baza relațiilor de mai sus au fost întocmite tabelele 4.8 și 4.9, care cuprind valorile debitelor și vitezelor la curgerea cu secțiune plină prin conducte circulare de diametre interioare standardizate, în funcție de pantele de montaj pentru conducte din fontă, azbociment, oțel și gresie (tabel 4.8) și respectiv, pentru conducte din PVC tip U (tabel 4.9).

Debitele de scurgere (q, în l/s) prin conducte de fontă, azbociment, oțel și gresie, precum și vitezele

Panta	Diametrul nominal 50		75		100	
	v	q	v	q	v	q
0,004						
0,005						
0,006						
0,007						
0,008					0,59	4,70
0,009					0,63	5,00
0,010					0,66	5,25
0,012					0,72	5,80
0,015			0,66	2,60	0,81	6,45
0,020	0,59	1,16	0,77	3,00	0,93	7,45
0,025	0,66	1,30	0,85	3,42	1,04	8,30
0,030	0,72	1,42	0,94	3,70	1,14	9,10
0,035	0,78	1,52	1,02	3,90	1,23	9,85
0,040	0,83	1,62	1,09	4,20	1,32	10,50
0,050	0,93	1,82	1,23	4,60	1,48	11,75
0,060	1,02	2,00	1,33	5,20	1,62	12,90
0,080	1,18	2,32	1,54	6,20	1,87	14,90
0,100	1,32	2,58	1,72	6,70	2,09	16,65

Panta	Diametrul nominal 250		300		350	
	v	q	v	q	v	q
0,005	0,89	45,00	0,94	70,00	1,09	105,30
0,006	0,98	49,00	1,06	76,40	1,19	115,00
0,007	1,06	50,30	1,18	82,00	1,20	124,70
0,008	1,13	55,60	1,26	85,70	1,38	133,20
0,009	1,20	60,00	1,33	88,50	1,46	141,00
0,010	1,27	63,30	1,40	99,00	1,55	149,00
0,012	1,40	70,00	1,52	108,00	1,65	162,00
0,015	1,60	80,00	1,71	120,80	1,80	181,80
0,020	1,80	90,00	1,80	139,60	2,18	210,00
0,030	2,20	110,00	2,43	171,30	2,68	257,80
0,050	2,80	140,00	3,14	221,80	3,47	338,00

PVC U

Debitele de scurgere q (în l/s) prin conducte din policlorură de vinil neplastifiată U și vitezele

Panta	Diametrul conductei 32		40		50		63	
	v_{sp}	q_{sp}	v_{sp}	q_{sp}	v	q	v	q
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,004								
0,005								
0,006								
0,007								
0,008								
0,009								
0,010	0,41	0,23	0,50	0,50	0,59	0,97	0,71	1,91
0,012	0,46	0,29	0,55	0,55	0,66	1,07	0,78	2,12
0,015	0,53	0,33	0,62	0,62	0,75	1,22	0,89	2,40
0,020	0,62	0,39	0,74	0,88	0,88	1,44	1,05	2,83
0,025	0,71	0,44	0,84	0,84	1,00	1,63	1,19	3,21

Tabelul 4.8

(v, în m/s) respective pentru diverse diametre interioare și pante, la secțiune plină (STAS 1795-86)

Panta	al conductei D_i, mm 125		150		200	
	v	q	v	q	v	q
					0,66	20,84
			0,61	10,80	0,74	23,10
0,59	7,45		0,67	11,85	0,81	25,60
0,64	8,05		0,72	12,80	0,88	27,60
0,68	8,35		0,77	13,65	0,94	29,20
0,72	8,85		0,82	14,45	1,00	31,20
0,76	9,35		0,86	15,25	1,05	32,80
0,83	10,25		0,95	16,80	1,15	36,10
0,93	11,45		1,05	18,70	1,29	40,20
1,08	13,60		1,22	21,60	1,48	44,40
1,21	14,85		1,36	24,00	1,66	52,00
1,32	16,20		1,49	26,50	1,82	57,00
1,42	17,50		1,61	28,50	1,99	61,60
1,52	18,70		1,72	30,50	2,10	65,60
1,71	21,00		1,93	34,20	2,34	73,60
1,86	22,90		2,10	37,40	2,58	80,40
2,16	27,20		2,44	43,20	2,96	92,80
2,42	29,80		2,72	48,80	3,32	104,20

Panta	al conductei D_i, mm 400		450		500		600	
	v	q	v	q	v	q	v	q
	1,19	149,00	1,18	204,00	1,50	267,00	1,50	435,00
	1,30	163,00	1,34	223,00	1,48	287,00	1,70	474,00
	1,41	177,00	1,51	241,00	1,61	305,00	1,85	513,00
	1,50	189,00	1,67	257,00	1,72	338,00	1,97	555,00
	1,59	200,00	1,74	270,00	1,82	368,00	2,08	585,00
	1,68	211,00	1,81	288,00	1,93	398,00	2,20	615,00
	1,82	230,00	1,93	313,00	2,10	425,00	2,40	670,00
	2,05	257,00	2,21	351,00	2,35	461,00	2,68	750,00
	2,37	298,00	2,55	406,00	2,72	533,00	3,11	865,00
	2,91	365,00	3,13	498,00	3,33	654,00	3,81	1060,00
	3,77	473,00	4,00	645,00	—	—	—	—

Tabelul 4.9

respective v (în m/s) pentru diverse diametre exterioare și pante, la secțiune plină (STAS 1795-86)

Panta	d, mm 75		90		110		125		140		160	
	v_{sp}	q_{sp}	v	q	v_{sp}	q_{sp}	v_{sp}	q_{sp}	v_{sp}	q_{sp}	v	q
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
							0,69	7,65	0,75	10,39	0,82	14,88
							0,78	8,68	0,84	11,77	0,92	16,84
							0,86	9,60	0,94	13,03	1,02	18,64
							0,94	10,50	1,02	14,20	1,11	20,31
					0,93	7,99	1,02	11,50	1,10	15,29	1,20	21,87
					0,99	8,53	1,09	12,10	1,17	16,33	1,28	23,35
	0,81	3,16	0,92	5,27	1,06	9,05	1,15	12,77	1,24	17,32	1,36	24,76
	0,89	3,50	1,02	5,81	1,17	10,02	1,27	14,15	1,38	19,16	1,50	27,39
	1,01	3,97	1,15	6,61	1,32	11,35	1,44	16,00	1,55	21,70	1,70	31,00
	1,19	4,65	1,83	7,75	1,55	13,32	1,69	18,80	1,83	25,44	1,99	36,34
	1,33	5,29	1,54	8,80	1,76	15,10	1,92	21,28	2,07	28,79	2,26	41,11

PANTA	32		40		50		63	
	V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	q_{sp}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,030	0,79	0,40	0,93	0,93	1,11	1,81	1,32	3,55
0,035	0,85	0,53	1,01	1,01	1,21	1,97	1,43	3,87
0,040	0,93	0,57	1,10	1,00	1,30	2,13	1,55	4,17
0,050	1,05	0,65	1,25	1,24	1,48	2,41	1,75	4,73
0,060	1,17	0,72	1,38	1,37	1,63	2,67	1,94	5,24
0,070	1,27	0,79	1,51	1,50	1,78	2,91	2,12	5,71
0,080	1,37	0,85	1,63	1,62	1,92	3,14	2,28	6,15
0,090	1,47	0,91	1,74	1,73	2,06	3,36	2,44	6,57
0,100	1,56	0,97	1,85	1,84	2,18	3,56	2,58	6,96

Pentru cazul curgerii cu secțiunea parțial umplută s-au introdus rapoartele

$$x = \frac{q}{q_{sp}} \tag{4.11}$$

$$z = \frac{v}{v_{sp}}, \tag{4.12}$$

în care q și v reprezintă debitul, respectiv viteza medie de calcul a apei al curgerea cu secțiune parțial umplută, iar q_{sp} și v_{sp} debitul și respectiv viteza medie a apei la curgerea cu secțiune plină a conductei. În tabelul 4.10 sînt calculate valorile rapoartelor x și z în funcție de gradul de umplere $u = \frac{h}{d}$, respectiv de unghiul α (v. fig. 4.1).

Tabelul 4.10

Gradul de umplere u, unghiul la centru corespunzător gradului de umplere α, raportul între viteza reală de curgere corespunzătoare gradului de umplere dat și viteza de curgere la secțiune plină z, precum și raportul dintre debitul de calcul și debitul de curgere la secțiunea plină x (STAS 1795-86)

$u = \frac{h}{d}$	α		$x = \frac{q_c}{q_{sp}}$	$z = \frac{v_r}{v_{sp}}$	$u = \frac{h}{d}$	α		$x = \frac{q_c}{q_{sp}}$	$z = \frac{v_r}{v_{sp}}$
	radiani	grade				radiani	grade		
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0,10	1,29	73°45′	0,026	0,50	0,23	2,00	114°38′	0,13	0,74
0,11	1,35	77°29′	0,031	0,53	0,24	2,05	117°21′	0,14	0,75
0,12	1,44	81°05′	0,037	0,55	0,25	2,09	120°00′	0,15	0,76
0,13	1,47	84°32′	0,043	0,57	0,26	2,14	122°38′	0,16	0,78
0,14	1,53	87°53′	0,050	0,59	0,27	2,18	125°14′	0,17	0,79
0,15	1,59	92°08′	0,057	0,61	0,28	2,23	127°48′	0,18	0,80
0,16	1,65	94°19′	0,065	0,63	0,29	2,27	130°20′	0,20	0,81
0,17	1,70	97°24′	0,073	0,61	0,30	2,32	132°54′	0,21	0,83
0,18	1,75	100°25′	0,08	0,66	0,31	2,36	135°20′	0,22	0,84
0,19	1,80	103°22′	0,09	0,68	0,32	2,40	137°58′	0,23	0,85
0,20	1,85	106°16′	0,10	0,69	0,33	2,45	140°15′	0,25	0,86
0,21	1,90	109°06′	0,11	0,71	0,34	2,49	142°30′	0,26	0,87
0,22	1,95	111°54′	0,12	0,72	0,35	2,53	145°06′	0,27	0,88

175		90		110		125		140		160	
V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	q_{sp}	V_{sp}	*Tabelul 4.9 (continuare)*		
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1,40	5,85	1,70	9,75	1,95	16,69	2,12	23,54	2,29	31,85	2,50	45,46
1,63	6,38	1,85	10,85	2,12	18,18	2,31	25,64	2,46	34,50	2,72	49,50
1,75	6,87	1,99	11,40	2,28	19,58	2,49	27,60	2,68	37,33	2,93	53,30
1,98	7,75	2,26	13,00	2,59	22,20	2,81	31,23	3,30	42,22	3,30	60,20
2,20	8,60	2,50	14,40	2,86	24,51	3,11	34,53	3,35	46,68	3,65	66,50
2,40	9,40	2,72	15,50	3,11	26,68	3,39	37,60	3,65	50,80	3,98	72,50
2,58	10,10	2,93	16,80	3,35	28,73	3,64	40,47	3,92	54,60	4,28	77,90
2,76	10,80	3,14	17,95	3,57	30,66	3,89	43,20	4,20	58,25	4,57	83,20
2,91	11,50	3,32	19,00	3,79	32,49	4,12	45,76	4,43	61,80	4,84	88,15

Tabelul 4.10 (continuare)

(1)	2	3	4	(5)	(1)	2	3	4	(5)
0,36	2,57	147°29′	0,29	0,89	0,69	3,92	224°40′	0,87	1,18
0,37	2,61	149°52′	0,30	0,90	0,70	3,96	227°10′	0,88	1,18
0,38	2,66	152°14′	0,32	0,91	0,71	4,00	229°40′	0,90	1,19
0,39	2,70	154°35′	0,33	0,92	0,72	4,06	232°12′	0,92	1,19
0,40	2,71	156°56′	0,34	0,92	0,73	4,10	234°46′	0,94	1,20
0,41	2,78	159°18′	0,36	0,93	0,74	4,14	237°22′	0,95	1,20
0,42	2,82	161°35′	0,37	0,94	0,75	4,18	240°00′	0,97	1,21
0,43	2,86	163°55′	0,39	0,95	0,76	4,24	242°40′	0,99	1,21
0,44	2,90	166°13′	0,41	0,96	0,77	4,28	245°22′	1,00	1,21
0,45	2,91	168°32′	0,42	0,965	0,78	4,32	248°07′	1,02	1,21
0,46	2,98	170°59′	0,44	0,97	0,79	4,38	250°56′	1,03	1,21
0,47	3,02	173°07′	0,45	0,98	0,80	4,42	253°44′	1,04	1,22
0,48	3,06	175°50′	0,47	0,99	0,81	4,48	256°38′	1,06	1,22
0,49	3,10	177°43′	0,48	0,995	0,82	4,52	259°35′	1,07	1,22
0,50	3,14	180°00′	0,50	1,00	0,83	4,58	262°36′	1,08	1,22
0,51	3,18	182°16′	0,52	1,01	0,84	4,64	265°42′	1,09	1,21
0,52	3,22	184°36′	0,54	1,02	0,85	4,70	268°51′	1,10	1,21
0,53	3,26	186°52′	0,56	1,04	0,86	4,72	272°01′	1,11	1,21
0,54	3,30	188°10′	0,58	1,05	0,87	4,80	275°28′	1,115	1,21
0,55	3,34	191°28′	0,60	1,06	0,88	4,86	278°56′	1,12	1,20
0,56	3,38	193°48′	0,62	1,07	0,89	4,92	282°32′	1,13	1,20
0,57	3,42	196°06′	0,64	1,08	0,90	5,00	286°14′	1,132	1,19
0,58	3,46	198°24′	0,66	1,09	0,91	5,06	290°10′	1,135	1,18
0,59	3,50	200°41′	0,68	1,10	0,92	5,14	294°18′	1,135	1,18
0,60	3,51	203°05′	0,69	1,11	0,93	5,22	298°38′	1,132	1,17
0,61	3,58	205°25′	0,71	1,12	0,94	5,30	303°16′	1,13	1,16
0,62	3,62	207°47′	0,73	1,13	0,95	5,38	308°20′	1,125	1,14
0,63	3,66	210°09′	0,75	1,1	0,96	5,48	313°53′	1,12	1,13
0,64	3,70	212°32′	0,77	1,14	0,97	5,58	320°07′	1,10	1,11
0,65	3,71	214°55′	0,79	1,15	0,98	5,72	327°39′	1,09	1,09
0,66	30,8	217°20′	0,81	1,16	0,99	5,88	337°03′	1,06	1,07
0,67	3,81	219°46′	0,83	1,17	1,00	6,28	360°00′	1,00	1,00
0,68	3,88	222°12′	0,85	1,17					

Pentru calculul grafic al conductelor orizontale colectoare de canalizare, de secțiune circulară, a fost întocmită nomograma din figura 4.2.

Metodologia de dimensionare a conductelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere este următoarea:

— se întocmește schema de calcul a rețelei de canalizare pe baza reprezentărilor din planurile clădirii și schema coloanelor. Pe schema de calcul se notează tipurile obiectelor sanitare și se numerotează coloanele și tronsoa-

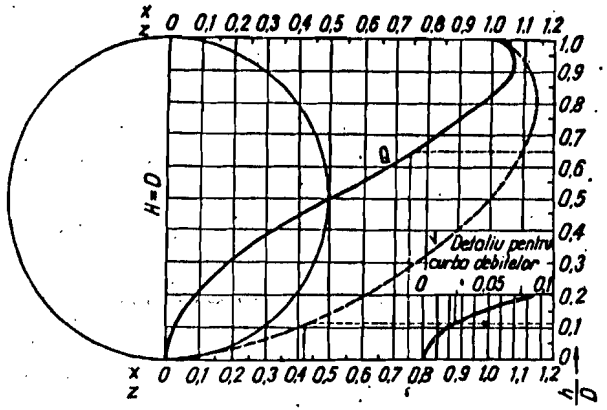


Fig. 4.2. Diagrama pentru determinarea gradului de umplere și a vitezei reale de curgere la conductele circulare orizontale de canalizare.

nele de conducte care se dimensionează începînd de la punctele de colectare spre punctul de evacuare a apelor uzate din rețea;

— se alege preliminar, din condiția constructivă, diametrul primului tronson al conductei orizontale de canalizare;

— din tabelul 4.7 se alege panta de montaj în funcție de diametrul preliminar ales și ținînd seama de condițiile constructive ale clădirii;

— se determină debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă orizontală care se dimensionează conform pct. 4.1.1;

— din tabelul 4.8 sau 4.9, funcție de natura materialului conductei, de diametrul preliminar și panta aleasă se determină debitul $q_{s,p}$ și viteza $v_{s,p}$ la curgerea cu secțiune plină;

— se calculează raportul x și din tabelul 4.10 se determină gradul de umplere efectiv u și se compară cu gradul de umplere maxim admis din tabelul 4.6; dacă gradul de umplere u efectiv este mai mare decît gradul de umplere maxim admis, se alege un diametru preliminar mai mare cu o dimensiune decît cel ales inițial din condiția constructivă, se recalculează x și se verifică din nou condiția ca gradul de umplere u să fie mai mic decît cel indicat în tabelul 4.6;

— din tabelul 4.10, funcție de raportul x rezultă valoarea raportului z și se calculează viteza reală de evacuare a apei prin conducta orizontală de canalizare

$$v = zv_{s,p}; \qquad (4.13)$$

— se verifică condiția: $v_{min} \leq v_r \leq v_{max}$ exprimată de relația (4.5); dacă condiția (4.5) nu este îndeplinită, se alege un nou diametru preliminar cu o dimensiune mai mare decît cel ales inițial și calculul se repetă ca mai sus pînă la îndeplinirea condiției (4.5).

La clădiri cu destinație specială (cu simultaneitate în funcționare foarte mare sau cu conținut mare de suspensii), asimilabile clădirilor din tabelul 4.3 diametrul conductelor orizontale rezultat din calcul poate fi mărit la diametrul uzual imediat superior.

În cazuri speciale în care poziția coloanelor și a conductelor orizontale (conducte sub rabiț, conducte greu accesibile, conducte cu dese schimbări de direcție etc.) și condițiile de funcționare și de exploatare pot duce la înfundări ale conductelor de canalizare cu pericol de refulări, diametrul conductelor orizontale rezultat din calcul poate fi mărit la diametrul uzual imediat superior.

Se recomandă ca toate calculele hidraulcie ale rețelelor interioare de canalizare a apelor uzate menajere să fie sistematizate într-un tabel (după cum se arată în exemplele de calcul de la pct. 4.1.5).

Conducte de ventilare. Coloana de ventilare principală (prelungirea coloanei de canalizare de la punctul de consum cel mai sus plasat pînă deasupra acoperișului) va avea diametrul cu o dimensiune mai mic decît diametrul coloanei de canalizare, dar nu sub 50 mm.

Conducta de ventilare secundară a conductelor orizontale de canalizare (prelungirea acestei conducte în sensul opus curgerii) va avea diametrul cu o dimensiune mai mic decît diametrul conductei pe care o ventilează, dar minimum 50 mm.

Coloana auxiliară de ventilare care reunește mai multe coloane de ventilare principale se calculează cu relația

$$d_r = \sqrt{d_{max}^2 + 0{,}5\sum_{i=1}^{n} d_i^2}, \qquad (4.14)$$

în care: d_r este diametrul conductei de ventilare auxiliară, în mm;

d_{max} — cel mai mare dintre diametrele coloanelor respective de ventilare, în mm;

$\sum_{i=1}^{n} d_i$ — suma diametrelor celorlalte coloane de ventilare, în mm.

Coloana auxiliară de ventilare trebuie să aibă diametrul de 50 mm.

La realizarea unei legături orizontale a coloanelor de ventilare, diametrul acestei conducte trebuie să fie egal cu cel mai mare dintre diametrele coloanelor de ventilare respective.

Exemplul de calcul 4.1. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare, a apelor uzate menajere, la o clădire de locuit cu $P + 4$ etaje, pentru care se dă: planul parter (fig. 2.9), planul etajului curent (fig. 2.10) și planul subsolului tehnic (fig. 2.11).

Pe planurile parter și etaj curent sînt amplasate obiectele sanitare și coloanele, iar pe planul subsolului tehnic sînt trasate conductele orizontale de colectare a apelor uzate menajere. Instalația se execută din țevi din PVC tip U. Regimul de furnizare a apei în rețeaua de distribuție este de 24 ore.

Rezolvare. Pe baza reprezentării instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere pe planurile de arhitectură ale clădirii, s-a întocmit schema de calcul redată în figura 4.3, pe care sînt notate tipurile de obiecte sanitare: *L* — lavoar; *B* — cadă de baie; *C* — closet; *S* — spălător cu platformă. Pe schema de calcul au fost numerotate tronsoanele de conducte începînd de la obiectele sanitare spre punctul de evacuare a apelor uzate menajere în căminul de racord la rețeaua exterioară de canalizare.

Calculul hidraulic al rețelei de conducte s-a început cu tronsoanele 2.1 ... 2.10 (coloana M_2, fig. 4.3) și este sistematizat în tabelul 4.11. S-a aplicat metodologia de calcul expusă la pct. 4.1.2, respectîndu-se condiția constructivă pentru alegerea preliminară a diametrului și condiția hidraulică pentru calculul de verificare.

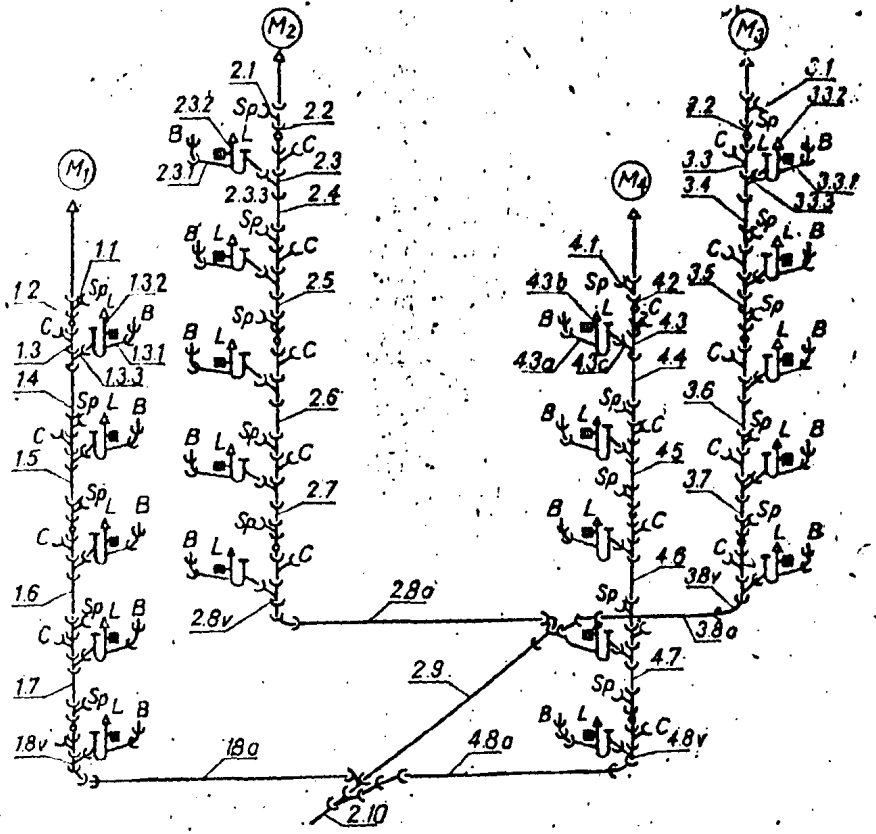


Fig. 4.3. Schema de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit cu $P + 4$ etaje, pentru care s-au dat: planul parter (fig. 2.9), planul etajului curent (fig. 2.10), planul subsolului tehnic (fig. 2.11):
L — lavoar; *B* — bale; *Sp* — spălător; *C* — closet; $M_1 \ldots M_4$ — coloane de canalizare ape uzate menajere.

Debitul de calcul pentru dimensionarea fiecărui tronson de conductă a fost determinat avînd în vedere regimul de furnizare a apei în rețeaua de distribuție cu relațiile (4.2) și (4.3), în care $a = 0{,}33$ (tabel 4.2) și $c = 0{,}40$ (tabel 4.3). Valorile debitului de calcul q_c ținînd seamă de valorile sumei de echivalenți E_s s-a luat din tabelul 4.4.

Întrucît diametrul preliminar al coloanei M_2 (tronsoanele $2/1 \ldots 2.8_v$, fig. 4.3) este egal (din condiția constructivă) cu diametrul cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloană, respectiv de 110 mm, compararea debitului de calcul q_c cu debitul maxim al coloanei avînd $d = 110$ mm se putea face numai pentru tronsonul 2.8_v (calculul de verificare). Din tabelul 4.11 se observă că pe conductele orizontale colectoare se verifică condițiile: $v < v_{max}$ și $v_{min} \leqslant v_r \leqslant v_{max}$.

Exemplul de calcul 4.2. Să se efectueze calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere de la grupurile sanitare ale anexei sociale a unei hale industriale, pentru care se dă schema de calcul în figura 4.4. Instalația se execută din țevi din PVC tip U. Regimul de furnizare a apei este de 17 h/zi.

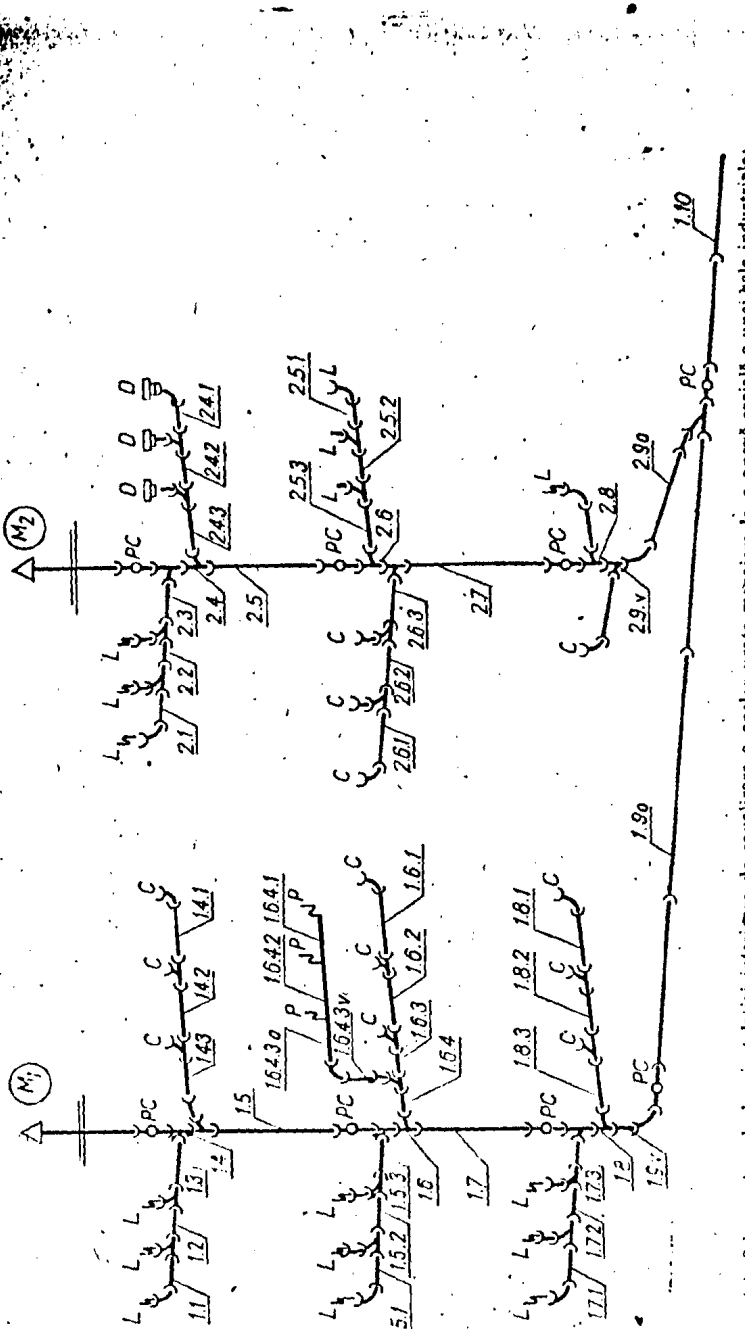


Fig. 4.4. Schema de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere la o anexă socială a unei hale industriale:
L — lavoar; *D* — duș; *C* — closet; *P* — pisoar; M_1; M_2 — coloane de canalizare ape uzate menajere.

Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	ΣE_s	q_s l/s	$q_{s\,max}$ l/s	q_c l/s	Conducte verticale: q_{max} coloană l/s	Conducte verticale: d mm
1	2	3	4	5	6	7	8
	Coloana M_3						
2.1	1 S	1,0	0,33	0,33	0,33	—	—
2.2	1 S	1,0	0,33	0,33	0,33	4,55	110
2.3	1 S + 1 WC	4,5	0,28	1,15	1,43	4,55	110
2.4	1 S + 1 WC + 1 B + 1 L	7,0	0,35	1,15	1,50	4,55	110
2.5	2 S + 2 WC + 2 B + 2 L	14,0	0,51	1,15	1,66	4,55	110
2.6	3 S + 3 WC + 3 B + 3 L	21,0	0,63	1,15	1,78	4,55	110
2.7	4 S + 4 WC + 4 B + 4 L	28,0	0,73	1,15	1,88	4,55	110
2.8v	5 S + 5 WC + 5 B + 5 L	35,0	0,82	1,15	1,97	4,55	110
2.8o	5 S + 5 WC + 5 B + 5 L	35,0	0,82	1,15	1,97	—	—
2.9	10 S + 10 WC + 10 B + + 10 L	70,0	1,17	1,15	2,32	—	—
2.10	20 S + 20 WC + 20 B + + 20 L	140,0	1,70	1,15	2,85	—	—
	Conducte de legătură la coloana M_3						
2.3.1	1 B	2	0,66	0,66	0,66	—	—
2.3.2	1 L	0,50	0,17	0,17	0,17	—	—
2.3.3	1 B + 1 L	2,5	0,21	0,66	0,87	—	—

Coloanele: M_1 (traseu 1.1 ... 1.8 o); M_2 (traseu 3.1 ... 3.8 o) și M_4 (traseu 4.1 ... 4.8 o)

Rezolvare. Pe schema de calcul (fig. 4.4) sînt notate obiectele sanitare: L — lavoar; C — closet; P — pisoar, D — duș și numerotate tronsoanele de conducte ale rețelei. Calculul hidraulic se efectuează după metodologia expusă la pct. 4.1.2 și rezultatele sînt sistematizate în tabelul 4.12. Debitul de calcul q_c pentru dimensionarea conductelor s-a determinat cu relațiile (4.2) și (4.3), în care $a = 0{,}35$ (tabel 4.2) și $c = 3{,}0$ (tabel 4.3), iar valorile debitului q_s s-au luat din tabelul 4.4 funcție de suma echivalenților E_s.

Calculul hidraulic s-a efectuat mai întîi pe traseul format din tronsoanele 1.1 ... 1.10 (coloana M_1, tabel 4.12) aplicînd condiția constructivă, respectiv hidraulică și s-a continuat cu dimensionarea conductelor de legătură la coloana M_1. În mod analog au fost calculate coloana M_2 și conductele de legătură la aceasta.

4.2. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate industriale

4.2.1. Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate industriale

Debitele specifice de ape uzate industriale se stabilesc de către proiectant pentru fiecare punct de evacuare, funcție de caracteristicile utilajului și ale procesului tehnologic.

Tabelul 4.11

aferente unei clădiri de locuit avînd $P + 4$ etaje (exemplul de calcul 4.1; fig. 4.3)

Conducte orizontale: Panta	d mm	v_{ep} m/s	q_{ep} l/s	x	n	z	v_r m/s	Justificarea alegerii diametrelor
9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,035	50	—	—	—	—	—	—	Ca racordul obiectului
—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	100	1,55	13,32	0,13	0,25	0,76	0,87	
0,02	100	1,55	13,32	0,17	0,27	0,79	1,22	
0,02								
0,02	100	1,55	13,32	0,21	0,30	0,83	1,29	
0,035	40	—	—	—	—	—	—	Ca racordul obiectului
0,035	32	—	—	—	—	—	—	
0,035	50	1,21	1,97	0,44	0,46	0,97	1,17	

au aceleași dimensiuni cu coloana M_2 (traseu 2.1 ... 2.8 o)

Debitul de calcul pentru conductele de canalizare a apei uzate industriale Q_s se calculează cu relația

$$Q_s = \sum_{i=1}^{n} k_i \cdot q_{si} \cdot n_i \ [1/s],$$

în care: k_i este coeficient de simultaneitate în funcționarea utilajelor de același tip i, stabilit de proiectant funcție de procesul tehnologic;

q_{si} — debitul specific al unui utilaj de tip i, în l/s;

n_i — numărul utilajelor de același tip i.

4.2.2. Calculul hidraulic al conductelor de canalizare a apelor uzate industriale

Conductele de legătură de la punctele de evacuare a apei uzate industriale la coloane. Diametrele conductelor de legătură de la punctele de evacuare a apei uzate industriale la coloane se determină din condiții tehnologice și constructive. Pentru unele tipuri de puncte de consum se pot folosi datele din tabelul 4.1 sau date similare acestora.

Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere

Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	ΣE_s	q_s l/s	$q_{s\ max}$ l/s	q_a l/s	Conducte verticale: q_{max} STAS 1795 l/s	Conducte verticale: d mm
1	2	3	4	5	6	7	8
	Coloana M_1 (traseu 1.1 ... 1.10)						
1.1	1 L	0,5	0,17	—	0,17	—	—
1.2	2 L	1,0	0,35	0,17	0,52	—	—
1.3	3 L	1,5	0,52	0,17	0,69	—	—
1.4	3 L	1,5	0,52	0,17	0,69	6,5	125
1.5	3 L+3 WC	12,0	3,64	1,15	4,79	6,5	125
1.6	6 L+3 WC	13,5	3,84	1,15	4,99	6,5	125
1.7	6 L+6 WC+3 P	24,45	5,19	1,15	6,34	6,5	125
1.8	9 L+6 WC+3 P	25,95	5,34	1,15	6,49	6,5	125
1.9 v	9 L+9 WC+3 P	36,45	6,33	1,15	7,48	9,75	160
1.9 o	9 L+9 WC+3 P	36,45	6,33	1,15	7,48	—	—
1.10	16 L+13 WC+3 P +3 D	56,95	7,92	1,15	9,07	—	—
	Conducte de legătură la coloana M_1						
	Traseu 1.4.1 ... 1.4.3						
1.4.1	1 WC	3,5	1,15	—	1,15	—	—
1.4.2	2 WC	7,0	2,78	1,15	3,93	—	—
1.4.3	3 WC	10,5	3,39	1,15	4,54	—	—
	Trasee: 1.5.1 ... 1.5.3; 1.7.1 ... 1.7.3 la fel cu traseu 1.1 ... 1.3						
	Traseu: 1.6.1 ... 1.6.4						
1.6.1	1 WC	3,5	1,15	—	1,15	—	—
1.6.2	2 WC	7,0	2,78	1,15	3,93	—	—
1.6.3	3 WC	10,5	3,39	1,15	4,54	—	—
1.6.4	3 WC+3 P	10,95	3,45	1,15	4,60	—	—
	Traseu 1.6.4.1 ... 1.6.4.3						
1.6.4.1	1 P	0,15	0,05	—	0,05	—	—
1.6.4.2	2 P	0,30	0,10	0,05	0,15	—	—
1.6.4.3 o	3 P	0,45	0,15	0,05	0,20	—	—
1.6.4.3 v	3 P	0,45	0,15	0,05	0,20	1,12	50

Tabelul 4.12

la o anexă socială a unei hale industriale (exemplul de calcul 4.2; fig. 4.4)

Conducte orizontale: Panta de montaj	d mm	v_{ep} m/s	q_{ep} l/s	x	u	z	v_r	Justificarea alegerii diametrelor
9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	La tronsonul 1.4 dimensiunea minimă necesară este de 50 mm S-a ales d_n 125 m pentru asigurarea unui diametru constant la coloană
0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
0,035	50	1,21	1,97	0,35	0,40	0,93	1,12	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
0,01	160	1,36	24,76	0,30	0,37	0,90	1,22	
0,01	160	1,36	24,76	0,36	0,41	0,93	1,26	
0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
0,02	110	1,55	13,32	0,29	0,36	0,89	1,37	
0,02	110	1,55	13,32	0,34	0,40	0,92	1,42	
0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
0,02	110	1,55	13,32	0,29	0,36	0,89	1,37	
0,02	110	1,55	13,32	0,34	0,40	0,92	1,42	
0,02	110	1,55	13,32	0,36	0,41	0,93	1,44	
0,035	50	1,21	1,97	0,02	0,10	0,50	0,60	
0,035	50	1,21	1,97	0,07	0,17	0,64	0,77	
0,035	50	1,21	1,97	0,10	0,20	0,69	0,83	
—	—	—	—	—	—	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8
	Traseu 1.8.1 ... 1.8.3 la fel cu traseu 1.4.1 ... 1.4.3						
	Coloana M_3 (traseu 2.1 ... 2.90)						
2.1	1 L	0,5	0,17	—	0,17	—	—
2.2	2 L	1,0	0,35	0,17	0,52	—	—
2.3	3 L	1,5	0,52	0,17	0,69	—	—
2.4	3 L	1,5	0,52	0,17	0,69	4,55	110
2.5	3 L+3D	4,3	2,23	0,33	2,56	4,55	110
2.6	6 L+3D	6,0	2,57	0,33	2,90	4,55	110
2.7	6 L+3D+3 WC	16,50	4,26	1,15	5,41	6,5	125
2.8	7 L+3D+3 WC	17,00	4,32	1,15	5,47	6,5	125
2.9v	7 L+3D+4 WC	20,5	4,74	1,15	5,89	6,5	125
2.9o	7 L+3D+4 WC	20,5	4,74	1,15	5,89	—	—
	Conducte de legătură la coloana M_3						
	Traseu 2.4.1. ... 2.4.3						
2.4.1	1 D	1	0,33	—	0,33	—	—
2.4.2	2 D	2	0,7	0,33	1,03	—	—
2.4.3	3 D	3	1,82	0,33	2,15	—	—
	Traseu 2.5.1 ... 2.5.3						
2.5.1	1 L	0,5	0,17	—	0,17	—	—
2.5.2	2 L	1,0	0,35	0,17	0,52	—	—
2.5.3	3 L	1,5	0,52	0,17	0,69	—	—
	Traseu 2.6.1 ... 2.6.3						
2.6.1	1 WC	3,5	1,15	—	1,15	—	—
2.6.2	2 WC	7,0	2,78	1,15	3,93	—	—
2.6.3	3 WC	10,5	3,39	1,15	4,54	—	—

Coloane. Pentru dimensionarea coloanelor se aplică metodologia de la pct. 4.1.2, cu precizarea că debitele maxime de ape uzate tehnologice cu suspensii, ce pot fi evacuate prin coloane de diametre preliminar alese sînt date în tabelul 4.5.

Conducte orizontale colectoare. Dimensionarea conductelor orizontale colectoare de canalizare a apelor uzate industriale se efectuează după metodologia de la pct. 4.1.2 cu următoarele precizări:

valorile gradului de umplere maxim admis pentru ape uzate industriale cu suspensii mai mici sau mai mari de 5 mm, precum și pentru apă uzată industrială convențional curată, sînt date în tabelul 4.6;

— pantele normale și minime de montaj funcție de natura apei uzate industriale și de diametrele conductelor sînt date în tabelul 4.7;

— la conductele de apă uzată industrială convențional curată se admite curgerea sub presiune numai cînd această soluție nu ar putea produce refularea apei în anumite puncte de evacuare.

Tabelul 4.12 (continuare)

9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	
0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
0,035	50	1,21	1,97	0,35	0,40	0,93	1,12	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
0,015	125	1,44	16	0,36	0,41	0,93	1,33	
0,025	75	1,35	5,29	0,06	0,16	0,63	0,85	
0,025	75	1,35	5,29	0,19	0,28	0,80	1,08	
0,025	75	1,35	5,29	0,40	0,43	0,95	1,28	
0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	
0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
0,035	50	1,21	1,97	0,35	0,40	0,93	1,12	
0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
0,02	110	1,55	13,32	0,29	0,36	0,89	1,37	
0,02	110	1,55	13,52	0,34	0,40	0,92	1,42	

4.3. Instalații de canalizare a apelor meteorice

4.3.1. Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor meteorice

Debitele specifice ale receptoarelor de ape meteorice, în cazul curgerii libere, sînt indicate în tabelul 4.13, în funcție de înălțimea stratului de apă, de felul racordării receptorului la tubul de canalizare și de modul de colectare a apelor meteorice.

Prin debit de calcul al apei meteorice din instalațiile interioare de canalizare se înțelege debitul de apă colectat de pe suprafețele acoperișurilor, teraselor, pereților, curților de lumină și curților engleze.

Tabelul 4.13

Debitele specifice ale receptoarelor de ape meteorice în cazul curgerii libere, în funcție de înălțimea stratului de apă, de felul racordării receptorului la tubul de canalizare și de modul de colectare a apelor meteorice (STAS 1795-86)

Tipul receptorului	Felul racordării receptorului la tubul de scurgere	Modul de colectare a apelor	D_n mm	Racordarea la conductă									
				orizontală					verticală				
				Înălțimea stratului de apă (cm)									
				5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
				Debitul specific (l/s)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
tip I STAS 2742-86 pentru terase circulabile	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	0,80	2,05	3,30	4,30	—	1,00	2,50	4,00	5,30	
tip II STAS 2742-86 pentru acoperișuri necirculabile	conică	în puncte de cotă minimă	100	2,95	5,60	7,80	9,50	10,60	3,60	6,90	9,60	11,60	12,90
			150	4,00	7,00	9,70	12,00	14,50	4,90	8,60	11,90	14,70	17,60
		în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,40	4,50	6,30	7,60	8,50	2,90	5,50	7,70	9,30	10,30
			150	3,20	5,60	7,80	9,60	11,60	3,90	6,90	9,50	11,80	14,10
cu parafrunzar din bare de oțel și plasă de sîrmă	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	2,50	4,60	6,30	7,70	8,60	3,10	5,60	7,70	9,40	10,80
			125	2,90	5,10	7,00	8,80	10,20	3,50	6,30	8,60	10,70	12,40
			150	3,20	5,90	8,00	9,90	11,60	3,90	7,10	9,80	12,10	14,10
			200	4,00	7,10	9,80	12,10	14,20	4,90	8,70	11,90	14,70	17,30
	dreaptă	în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,00	3,70	5,00	6,20	7,10	2,50	4,50	6,20	7,50	8,60
			125	2,30	4,10	5,50	7,00	8,20	2,80	5,00	6,90	8,60	9,90
			150	2,60	4,70	6,40	7,90	9,50	3,10	5,70	7,80	9,70	11,30
			200	3,20	5,70	7,80	9,70	11,40	3,90	7,00	9,50	11,80	13,80

Tabelul 4.13 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	conică	în puncte de cotă minimă	100	2,95	5,60	7,80	9,50	10,60	3,60	6,90	9,60	11,60	12,90
			125	3,40	6,30	8,80	10,80	12,50	4,20	7,80	10,80	13,10	14,90
			150	4,00	7,00	9,70	12,00	14,50	4,90	8,60	11,90	14,70	17,60
			200	4,60	8,00	10,90	13,60	17,00	5,70	9,80	13,30	16,60	20,70
	conică	în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,40	4,50	6,30	7,60	8,50	2,90	5,50	7,70	9,30	10,30
			125	2,70	5,00	7,00	8,60	9,50	3,40	6,30	8,60	10,50	11,90
			150	3,20	5,60	7,80	9,60	11,60	3,90	6,90	9,50	11,80	14,10
			200	3,70	6,40	8,70	10,90	13,60	4,60	7,80	10,60	13,30	16,80
cu parafrunzar din tablă perforată	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	0,65	1,50	2,50	3,30	—	0,80	1,80	3,00	4,00	

OBSERVAȚII:

1. Punctele de cotă minimă sînt puncte de pe terase sau acoperișuri în care apa se colectează uniform în toate direcțiile;
2. Dolițile de pantă zero sau jgheaburile sînt puncte de pe acoperișuri în care apa se colectează în principal de pe două direcții;
3. Prin racordare dreaptă sau conică se înțelege forma ștuțului de legătură a receptorului la tubul de scurgere;
4. Înălțimea stratului de apă se corelează cu sarcinile admise, luate în considerare la dimensionarea structurii acoperișului.

Debitul de calcul al apei meteorice q_e se calculează cu relația

$$q_e = 0{,}0001 \cdot i \cdot \sum_{j=1}^{n} \varphi_j \cdot S_{cj} \quad [l/s], \tag{4.15}$$

în care: i este intensitatea de calcul a ploii, în l/s · ha;

φ_j — coeficientul de colectare a apei meteorice de pe suprafața respectivă, ale cărui valori sînt date în tabelul 4.14;

Tabelul 4.14

Coeficientul de colectare a apei meteorice φ în funcție de felul învelitorii (STAS 1795-86)

Felul învelitorii	φ
Învelitori metalice, de ardezie și de sticlă	0,95
Învelitori din țiglă și azbociment	0,90
Terase circulabile	0,85 ... 0,90
Terase cu strat de pietriș mărgăritar necirculabile	0,70 ... 0,80

S_{cj} — suprafața de calcul avînd coeficientul de colectare φ_j, în m²;

Suprafața de calcul S_c se consideră proiecția pe un plan orizontal a suprafeței receptoare S.

În cazul suprafețelor plane receptoare, pentru suprafețele înclinate față de orizontală cu un unghi mai mic sau egal cu 60°

$$S_c = S \cos \alpha, \tag{4.16}$$

iar pentru suprafețele înclinate față de orizontală cu un unghi mai mare de 60°

$$S_c = b \cdot S, \tag{4.17}$$

în care: α este unghiul diedru făcut de suprafața receptoare cu planul orizontal;

b — coeficient de corecție avînd valorile conform tabelului 4.15.

Intensitatea ploii de calcul în funcție de frecvența normată a ploii și de durata ei de calcul se ia conform diagramei din figura 4.5.

Frecvența ploii de calcul este normată în STAS 1846-83, funcție de importanța obiectivelor respective și consecințele ce le-ar avea pentru clădiri eventualele nepreluări de către rețeaua de canalizare a apelor provenite din precipitații. În tabelul 4.16 este indicat modul de stabilire a frecvenței de calcul a ploii pentru clădirile civile, social-culturale sau industriale.

Tabelul 4.15

Valorile coeficientului b funcție de unghiul de înclinare α al suprafeței receptoare (STAS 1795-86)

α	b
60° ... 70°	0,4
70° ... 80°	0,3
80° ... 90°	0,2

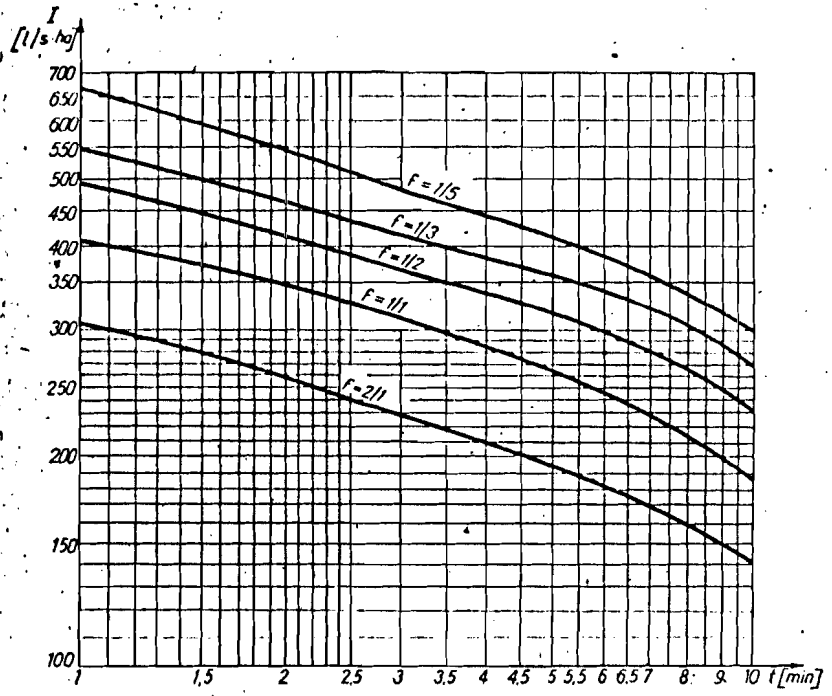


Fig. 4.5. Nomogramă pentru determinarea intensității ploii de calcul.

Durata de calcul a ploii, t, se stabilește prin apreciere și se verifică prin calcul — după alegerea diametrelor conductelor — cu relația

$$t = t_{ce} + \frac{l}{v} \quad [\text{min}], \tag{4.18}$$

în care: t_{ce} este timpul de adunare a apei de ploaie de pe suprafața receptoare și timpul de curgere prin coloanele instalației interioare de canalizare pluvială, în min;

Tabelul 4.16

Frecvența de calcul a ploii (STAS 1846-83)

Tipul de clădire	Frecvența admisă
Clădiri civile și industriale situate în depresiuni la care există pericolul de pătrundere a apei meteorice din exterior la nivelul terenului	1/5
Clădiri monumentale sau care adăpostesc valori mari (muzee, expoziții, biblioteci, palate de cultură etc.)	1/5
Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar putea conduce la pericol de explozii etc.	1/5
Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube de utilaje și materiale depozitate	1/3
Clădiri social-culturale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube și dezagremente mari (spitale, săli de spectacole, biblioteci)	1/3
Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube mari la materialele depozitate	1/2
Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri, dar nu ar putea provoca pagube mari	1/1
Clădiri social-culturale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri, dar pagubele nu ar putea fi prea mari	1/1
Clădiri industriale și social-culturale unde apa de pe acoperișuri nu poate pătrunde în interiorul clădirii	2/1
Canalizări exterioare pentru incinte care nu sînt situate în depresiuni	2/1

l — distanța cea mai mare pe care o parcurge apa de ploaie în conductele orizontale de canalizare pînă la secțiunea de control, în m;

v — viteza de curgere a apei în conductele orizontale de canalizare, corespunzătoare debitului maxim la curgere cu nivel liber, în m/min. Viteza de curgere a apei se ia aproximativ 40—60 m/min, funcție de materialul conductei.

La instalațiile interioare care colectează apele meteorice de pe o suprafață pînă la 3 ha, valoarea t nu trebuie să depășească 5 min.

La halele industriale cu suprafețe mai mari de 2—3 ha este necesar a se verifica cu relația (4.18) durata critică efectivă a ploii de calcul, care poate depăși 5 min.

Cunoscînd durata critică de calcul a ploii și frecvența de calcul a ploii, se poate stabili intensitatea ploii de calcul fie utilizînd nomograma din figura 4.5, fie datele din tabelul 4.17.

Tabelul 4.17.

Intensitatea ploii de calcul, în l/ha · s pentru diferite durate și frecvențe (STAS 1846-83)

Durata ploii min	Frecvența ploii				
	2/1	1/1	1/2	1/3	1/5
2,0	260	345	415	465	545
2,5	240	330	385	435	505
3,0	230	310	370	420	480
3,5	220	295	355	400	460
4	210	285	340	385	440
4,5	200	275	330	370	420
5	195	260	320	360	410
6	180	245	300	340	385
7	170	230	280	320	360
8	160	215	265	305	340
9	150	200	250	290	320
10	140	190	235	280	300

4.3.2. Alegerea tipurilor și determinarea numărului de receptoare de ape meteorice

Principalele tipuri constructive de receptoare pentru ape meteorice sînt redate în figura 4.6. Receptoarele pentru ape meteorice se aleg în funcție de caracteristicile hidraulice și funcționale ale acestora și de particularitățile constructive ale acoperișului sau terasei clădirii.

Pe baza debitului specific al receptorului q_r se poate deduce din relația 4.15) suprafața colectoare s, aferentă receptorului respectiv, astfel:

$$s = \frac{q_r}{\varphi \cdot i} \text{ [m}^2\text{]}, \qquad (4.19)$$

în care: q_r este debitul specific (capacitatea de curgere) al receptorului de terasă, în l/s (tabel 4.14);

φ și i — au semnificațiile din relația (4.15).

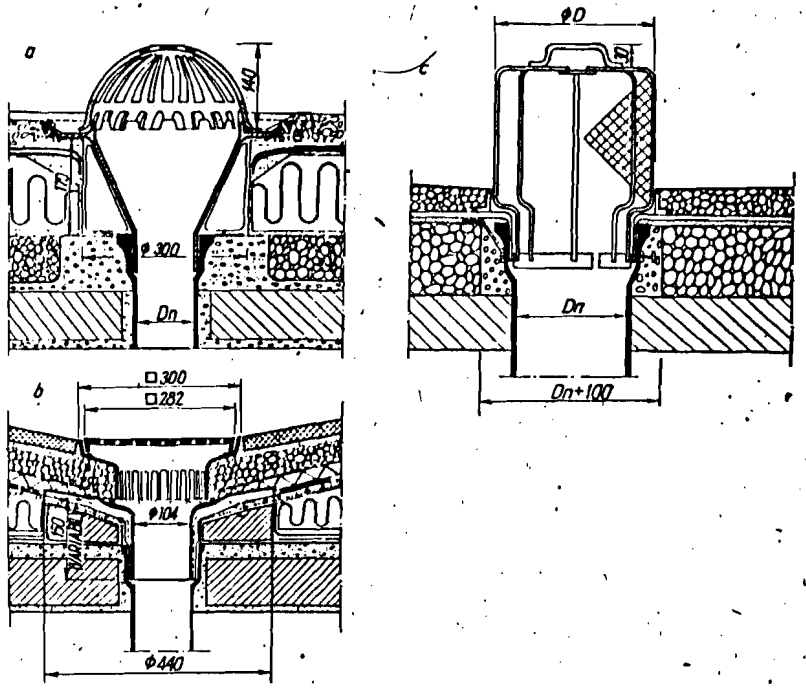


Fig. 4.6. Receptoare pentru colectarea apelor meteorice de pe terase și acoperișuri:
a — receptor pentru terase circulabile; b — receptor pentru terase necirculabile; c — detaliu hidroizolație terasă

În cazul în care amplasarea receptoarelor este impusă fie de configurația acoperișului fie de panta jgheabului, în puncte de cotă minimă, numărul receptoarelor este impus.

La amplasarea receptoarelor de-a lungul unei dolii sau într-un jgheab fără pantă, numărul receptoarelor se alege din considerente economice, ținînd seama de ansamblul receptor-coloană-colector, astfel ca acesta să asigure evacuarea apelor meteorice de pe întreaga suprafață S a acoperișului.

Numărul receptoarelor n este dat de relația

$$n = \frac{S_c}{s}, \qquad (4.20)$$

cu precizarea că din condiții de siguranță în exploatare se prevăd minimum două receptoare de ape meteorice pentru acoperișul unei clădiri.

Pentru clădiri industriale, alegerea tipodimensiunilor și determinarea numărului de receptoare cu parafrunzar cilindric din sîrmă montat în mufa tubului de canalizare se poate face cu nomograma din figura 4.7, iar pentru receptoare din fontă cu pîlnie și calotă sferică, cu nomograma din figura 4.8.

În cazul montării receptoarelor de ape meteorice în jgheaburi, debitele specifice ale receptoarelor se vor reduce cu 20%, avînd în vedere particularitățile curgerii apei în acest caz.

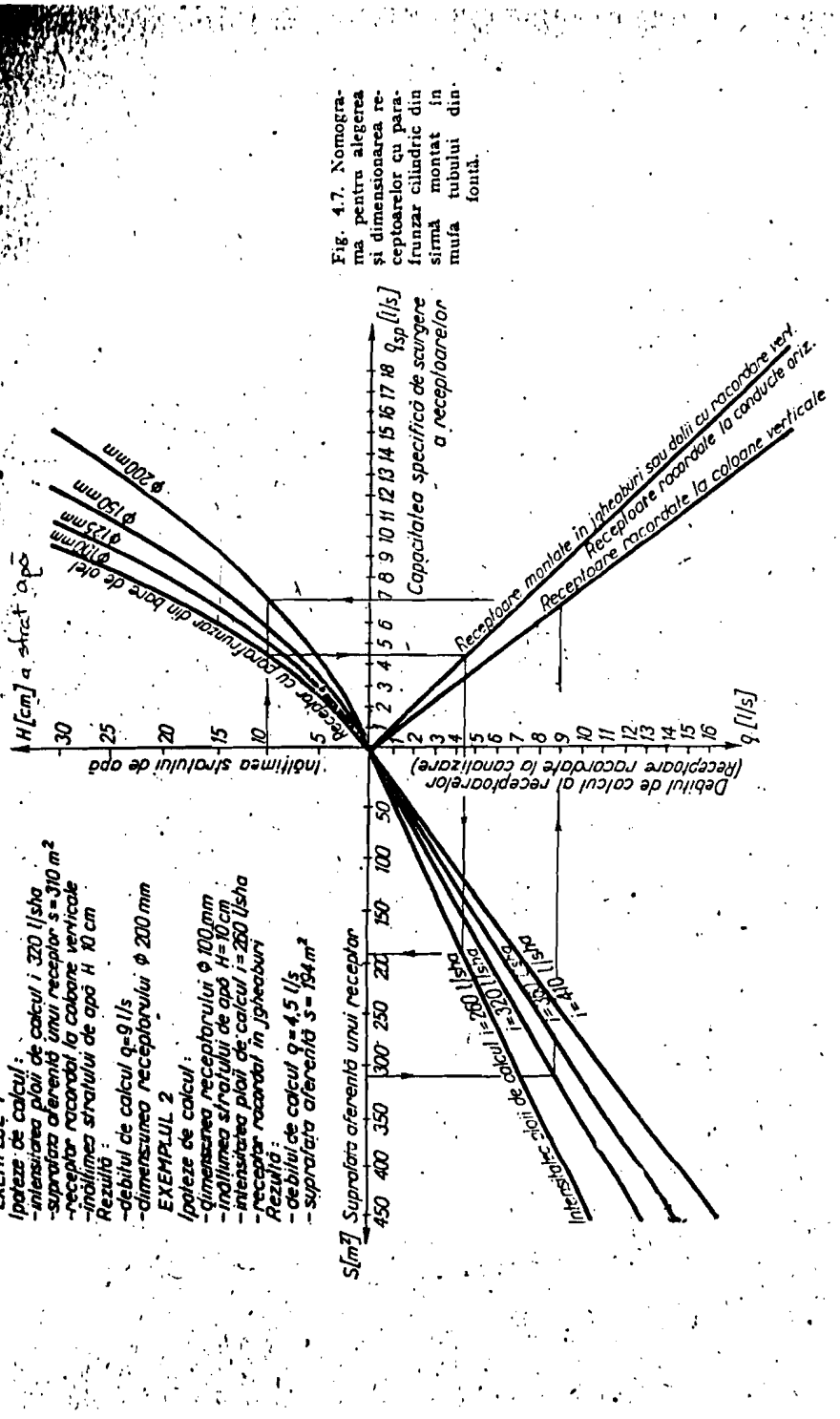
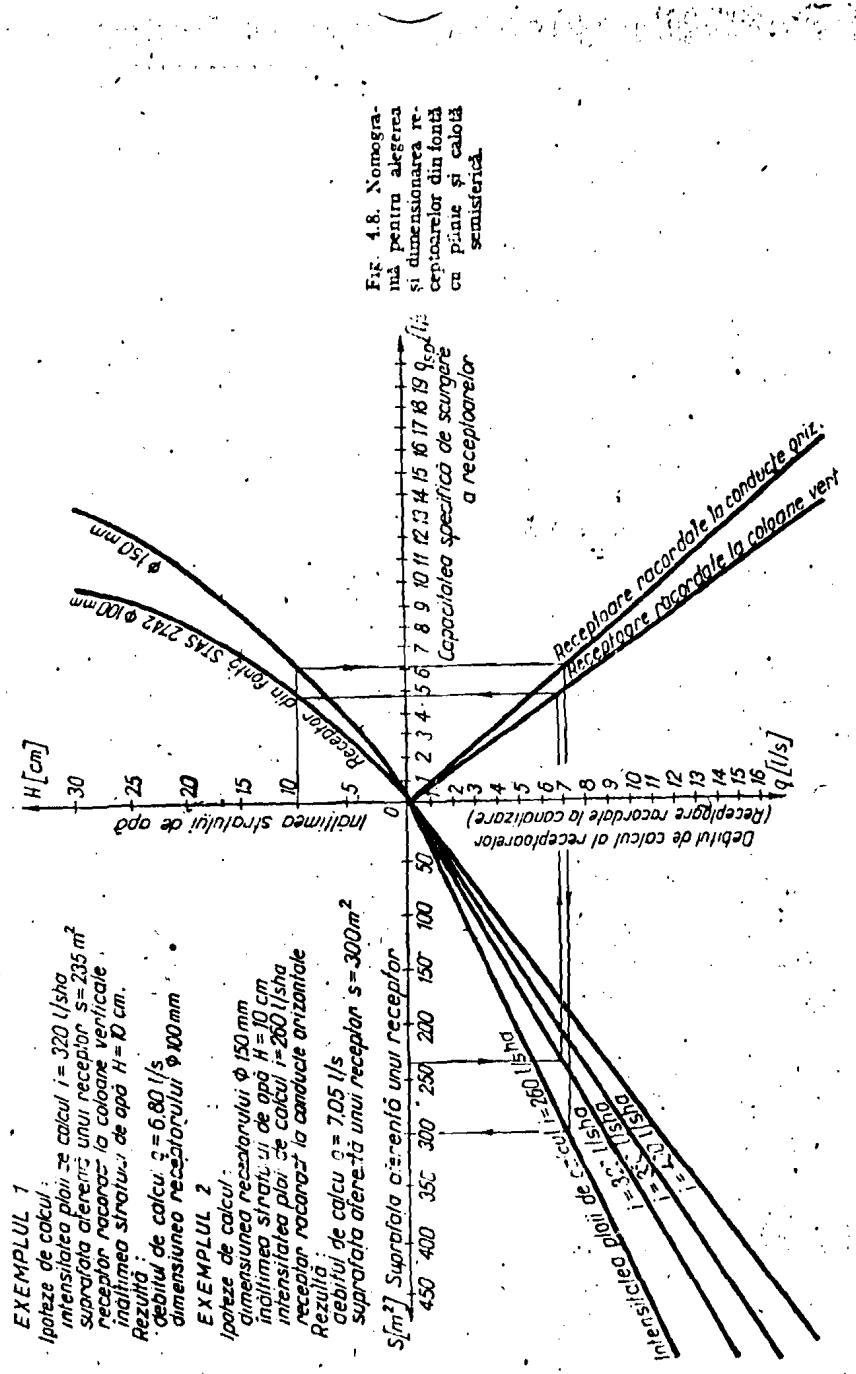


Fig. 4.7. Nomograma pentru alegerea și dimensionarea receptoarelor cu parafrunzar cilindric din sîrmă montat în mufa tubului din fontă.



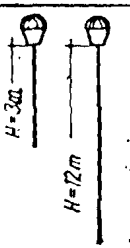
4.3.3. Calculul hidraulic al conductelor de canalizare a apelor meteorice

Dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice. Diametrul coloanei de canalizare a apei meteorice la care se racordează un singur receptor, se alege în funcție de înălțimea coloanei, astfel încît debitul de calcul q_c să nu depășească debitul din tabelul 4.18.

Tabelul 4.18

Debitele maxime evacuate prin coloane de canalizare a apelor meteorice, la care se racordează cîte un singur receptor (STAS 1795-86)

Înălțimea coloanei H, m	Diametrul interior, mm					
	50	75	100	125	150	200
	q_c, l/s					
1	2,0	3,8	7,1	11,2	16,8	33,0
3	2,5	4,7	8,4	13,0	19,2	40,0
6	3,0	5,6	9,7	15,1	22,5	46,2
12	3,9	6,8	11,5	17,5	26,7	54,2
16	4,3	7,5	12,3	18,9	28,4	58,2
24	5,0	8,5	14,0	21,8	32,0	64,3
45	5,8	9,6	15,5	23,8	35,5	68,8



Exemple de calcul
Pentru:
$q = 7$ l/s, $H = 3$ m
rezultă $d = 100$ mm;
$q = 7$ l/s, $H = 12$ m
rezultă $d = 75$ mm,
se alege $d = 100$ mm

Pentru dimensionarea coloanelor cu diferite înălțimi, prevăzute cu un singur receptor de ape meteorice, se poate utiliza și nomograma din figura 4.9, în care se intră pe ordonată cu valoarea debitului de calcul q_c, în l/s și se duce o paralelă la axa absciselor pînă la intersecția cu curba corespunzătoare înălțimii H_c, în m, a coloanei. Din punctul obținut se coboară o verticală și se citește pe axa absciselor valoarea diametrului necesar, care se rotunjește la valoarea diametrului standardizat cel mai apropiat de diametrul necesar.

Debitul coloanei de canalizare, care colectează ape meteorice de la două sau mai multe receptoare, racordate la o conductă orizontală montată la partea superioară a clădirii, se determină în funcție de înălțimea coloanei și de lungimea conductei orizontale, astfel încît debitul de calcul q_c să nu depășească debitul maxim din tabelul 4.19.

Diametrele tronsoanelor succesive care alcătuiesc conducta orizontală la partea superioară a clădirii, pentru racordarea receptoarelor de ape meteorice la coloană, se determină în funcție de înălțimea coloanei și de lungimea conductei orizontale măsurate de la cel mai depărtat receptor față de coloană pînă la tronsonul de conductă care se dimensionează, astfel încît debitul de calcul q_c, pe tronsonul respectiv, să nu depășească debitul maxim din tabelul 4.19.

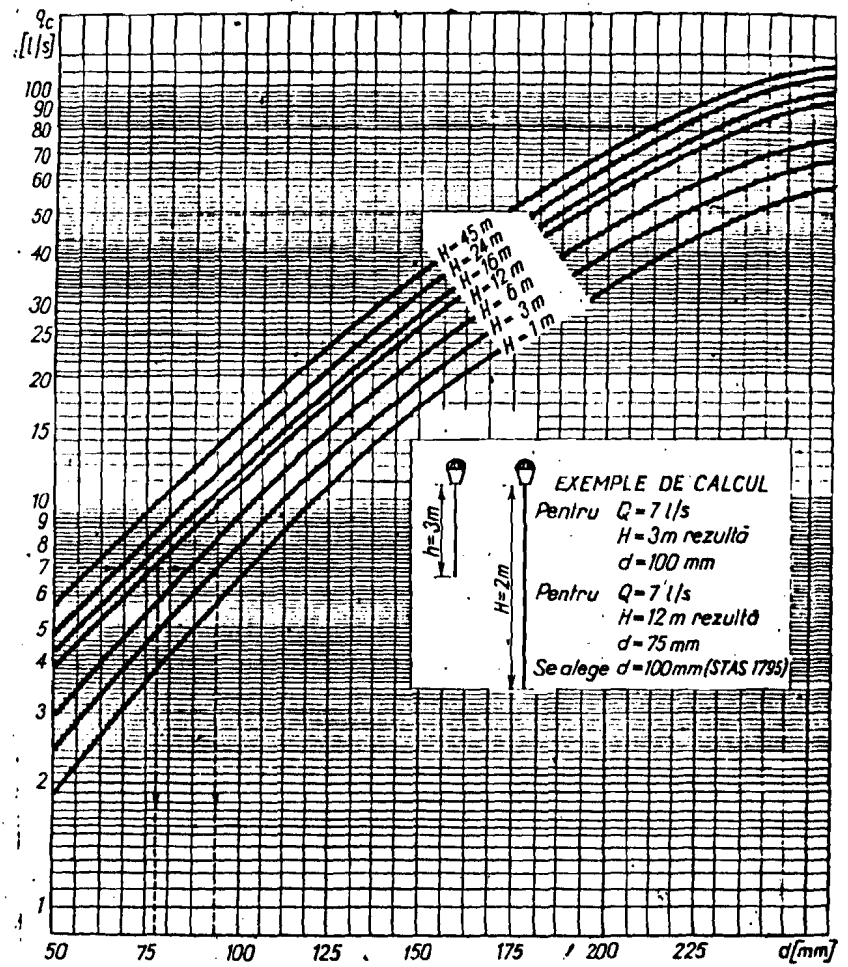


Fig. 4.9. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor cu un singur receptor, avînd diferite înălțimi.

Diametrul coloanei se ia cel puțin egal cu diametrul cel mai mare al conductei orizontale montate la partea superioară a clădirii, la care sînt racordate receptoarele de ape meteorice.

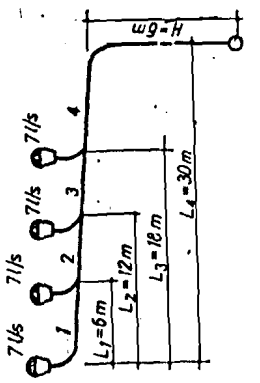
Coloanele care se racordează la colectoare orizontale trebuie să aibă diametrul minim de 100 mm, debitul de calcul fiind apropiat de debitul maxim din tabelele 4.18 și 4.19.

Pentru alte valori decît cele din tabelele 4.19 și 4.20 ale înălțimilor coloanelor sau ale lungimilor conductelor orizontale montate la partea superioară

Tabelul 4.19

Debitele maxime evacuate prin coloane de canalizare a apelor meteorice, la care se racordează colectoare montate la partea superioară a clădirii, prevăzute cu mai multe receptoare (STAS 1795-86)

Diametrul interior mm		50	75	100	125	150	200
		q_c în l/s					
		Înălțimea coloanei $H = 6$ m					
Lungimea conductei orizontale	6	4,0	7,2	12,0	17,0	25,5	52,0
	12	4,4	7,8	12,5	18,0	27,0	54,5
	18	4,7	8,4	13,0	19,0	28,0	57,0
	30	5,3	9,6	14,5	21,5	31,0	62,0
		Înălțimea coloanei $H = 12$ m					
		q_c în l/s					
Lungimea conductei orizontale	6	5,0	7,5	14,5	22,0	32,0	64,0
	12	5,5	8,0	15,0	23,5	33,5	67,0
	18	6,0	9,0	16,0	24,5	35,0	70,0
	30	7,0	10,0	18,0	27,0	37,0	76,0
		Înălțimea coloanei $H = 24$ m					
		q_c în l/s					
Lungimea conductei orizontale	6	5,8	9,5	15,5	25,0	36,5	79,0
	12	6,3	10,3	17,3	27,0	40,0	82,0
	18	6,8	11,5	18,5	29,0	42,5	86,0
	30	7,8	12,0	20,5	32,0	47,0	95,0



EXEMPLU DE CALCUL

– Pentru $q = 7$ l/s
$L_1 = 6$ m rezultă
$d_1 = 75$ mm
se alege $d = 100$mm
– Pentru $q = 14$ l/s
$L_3 = 12$ m rezultă
$d_3 = 100$ mm

Nr.	$\frac{q}{l/s}$	$\frac{L}{m}$	$\frac{d}{mm}$
1	7	6	100
1	14	12	100
3	21	18	125
4	28	30	150

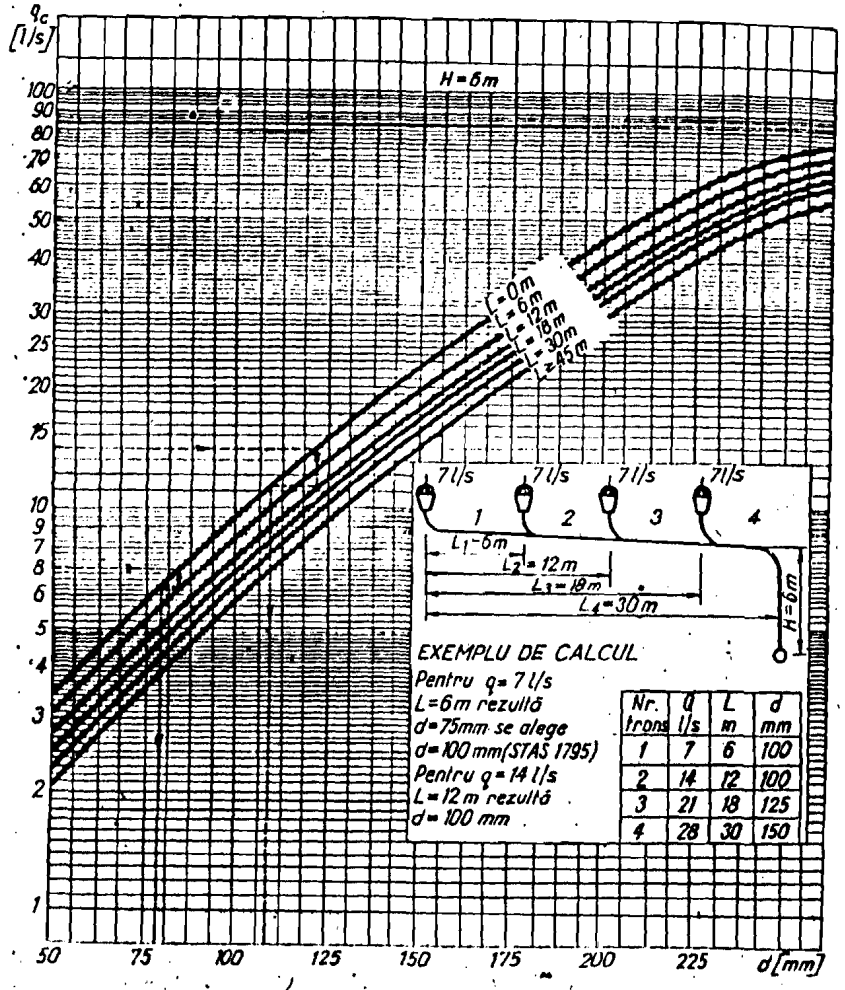


Fig. 4.10. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare meteorică, avînd înălțimea $H = 6$ m și a colectorului superior la care sînt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

a clădirilor, la care se racordează receptoare de ape meteorice, debitele maxime se stabilesc prin interpolare.

Pentru dimensionarea coloanelor de canalizare și a colectorului superior la care sînt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană se pot utiliza nomogramele din figurile 4.10; 4.11 și 4.12, trasate pentru înălțimi ale coloanelor $H_c = 6{,}0$ m (fig. 4.10), $H_c = 12{,}0$ m (fig. 4.11) și $H_c = 24{,}0$ m (fig. 4.12).

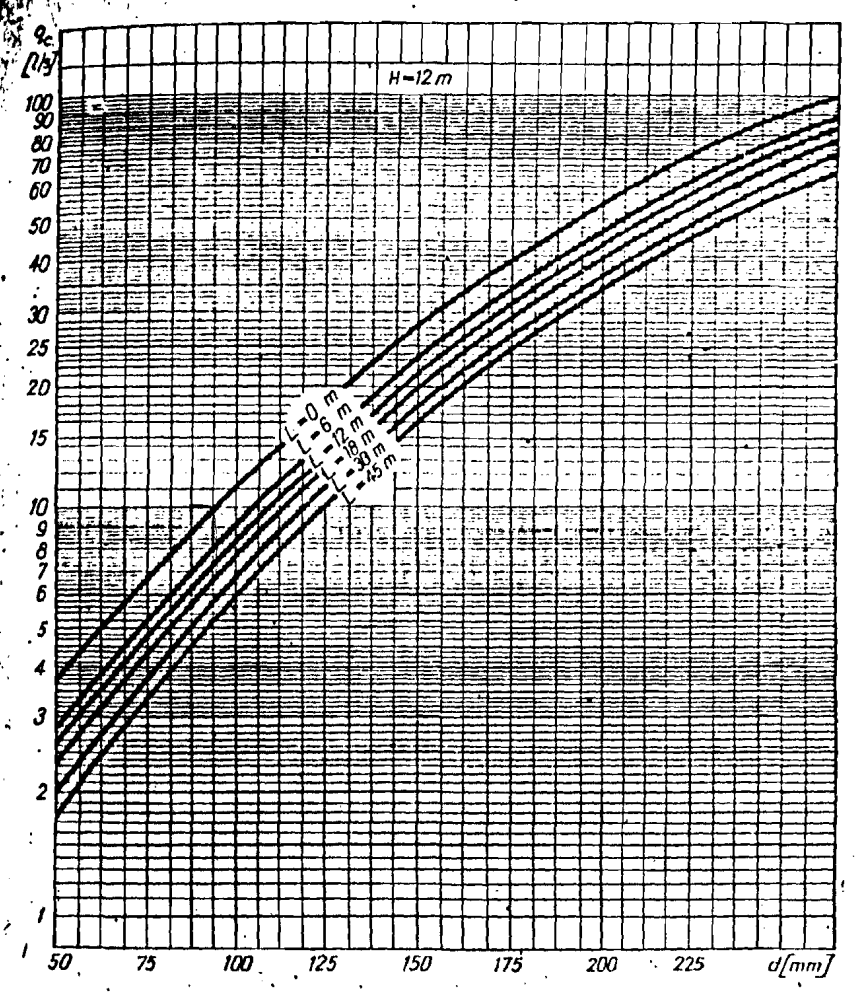


Fig. 4.11. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare meteorică, avînd înălțimea $H = 12$ m și a colectorului superior la care sînt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

În aceste nomograme se intră pe axa ordonatelor cu valoarea debitului de calcul q_c, în l/s, se duce o paralelă la axa absciselor pînă la intersecția cu curba $L = 0$, de unde se coboară o verticală pînă la intersecția cu curba L, în m, de valoare cunoscută (din configurația rețelei) și de aici se duce din nou o paralelă la axa absciselor pînă la intersecția cu curba $L = 0$, iar din punctul obținut se coboară o verticală, rezultînd pe axa absciselor valoarea

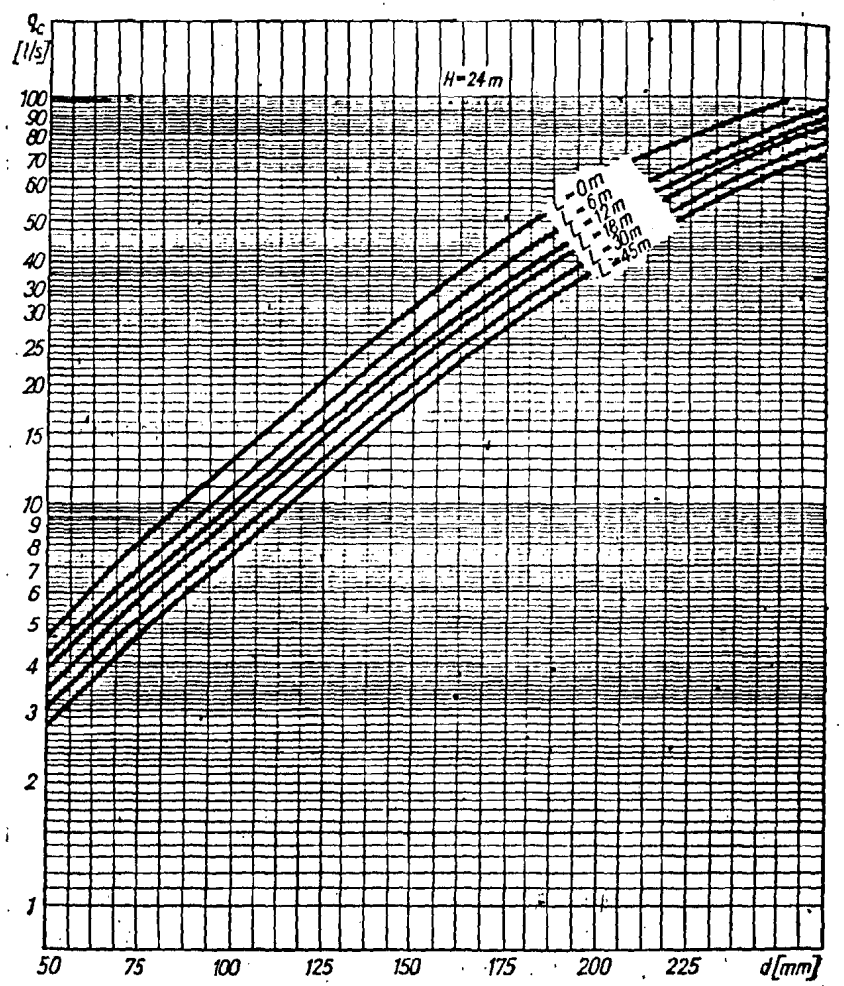


Fig. 4.12. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare meteorică avînd înălțimea $H = 24$ m și a colectorului suporter la care sînt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

diametrului necesar, care se rotunjește la valoarea diametrului standardizat cel mai apropiat de diametrul necesar.

Dimensionarea conductelor orizontale colectoare de ape meteorice. Pentru dimensionarea conductelor orizontale colectoare de canalizare a apelor meteorice se adoptă modelul curgerii cu nivel liber și se verifică în unele cazuri funcționarea rețelei la regimul de curgere sub presiune.

Cazul curgerii cu nivel liber. Diametrul preliminar al conductei orizontale colectoare de ape meteorice se alege din condiția constructivă, cel puțin egal cu diametrul cel mai mare al coloanei racordate la conducta orizontală respectivă.

Pantele normale și minime ale conductelor orizontale de canalizare a apelor meteorice sînt date în tabelul 4.7.

Gradul de umplere maxim admis în conductele orizontale de canalizare a apelor meteorice este dat în tabelul 4.6.

Vitezele de curgere ale apei trebuie să se încadreze între viteza minimă de autocurățire a conductei (de 0,5 m/s pentru canale deschise și rigole și 0,7 m/s pentru conducte închise) și viteza maximă (4 m/s pentru conducte metalice și PVC tip U și 3 m/s pentru conducte din beton și azbociment).

Metodologia de dimensionare a conductelor orizontale colectoare de canalizare a apelor meteorice cuprinde:

— întocmirea schemei de calcul a instalației;

— determinarea debitelor de calcul ale tronsoanelor de conducte orizontale; pentru tronsoanele succesive spre punctul de evacuare a apei în căminul exterior de canalizare, debitele se determină prin însumarea debitelor de calcul ale coloanelor racordate la conductele respective;

— în funcție de diametrul preliminar ales și ținînd seama de condițiile constructive ale clădirii se alege panta de montaj din tabelul 4.7;

— în funcție de natura materialului conductei, din tabelele 4.8 sau 4.9, pentru valorile diametrului și pantei rezultă debitul q_{sp} și viteza v_{sp} la curgerea cu secțiune plină a conductei;

— se calculează raportul x cu relația (4.9) și din tabelul 4.10 rezultă gradul de umplere u și raportul z;

— se verifică condiția: $v_{min} \leq v_r \leq v_{max}$, unde $v_r = zv_{sp}$ care, dacă nu este îndeplinită, se alege un diametru de conductă cu o dimensiune mai mare decît cel ales inițial și calculul se repetă pînă la îndeplinirea condiției.

Se recomandă sistematizarea calculului hidraulic al conductelor într-un tabel (după cum se arată în exemplele de calcul de la pct. 4.3.4).

Cazul curgerii sub presiune. Diametrul conductei orizontale colectoare se calculează cu relația

$$d_c = \sqrt{\frac{4q_c}{\pi}\sqrt{\frac{1+\sum_{i=1}^{k}\varphi_{ot}}{2gH^*}}} \quad [\text{m}], \tag{4.21}$$

în care: q_c este debitul de calcul al tronsonului respectiv, obținut prin însumarea debitelor coloanelor racordate la colector, în m³/s;

$\sum_{i=1}^{k}\varphi_{ot}$ — suma coeficienților rezistențelor locale, (v. nomograma din fig. 2.5);

g — accelerația gravitațională, în m/s²;

$H^* = h + H_c + H_t$ — sarcina hidrodinamică sub care are loc curgerea sub presiune, în mH_2O (fig. 4.13);

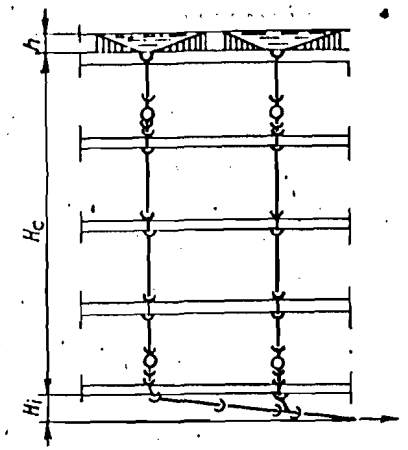


Fig. 4.13 Schemă de calcul pentru curgerea sub presiune a apelor meteorice în rețeaua interioară de canalizare.

h — înălțimea stratului de apă deasupra receptorului, în m;

H_c — înălțimea coloanei de canalizare, în m;

H_i — înălțimea rezultată din panta de montaj a conductei orizontale, în m.

Viteza reală de curgere a apei în conducta orizontală de canalizare este

$$v_r = \sqrt{2g(H^* - h_r)} \quad [\text{m/s}], \quad (4.22)$$

unde h_r este suma pierderilor totale de sarcină de la receptorul de ape meteorice pînă la secțiunea de calcul, în mH_2O, calculate cu relația

$$h_r = h_{rl} + h_{rl} = il + \sum_{i=1}^{k} \varphi_{ol} \frac{v_i^2}{2g} \quad [mH_2O], \quad (4.23)$$

în care: $h_{rl} = il$ este suma pierderilor de sarcină liniare;

i — pierderea de sarcină liniară unitară;

$v_t = \dfrac{4q_c}{\pi d_e^2}$ — viteza de calcul a apei în conducta orizontală de canalizare, în m/s;

l — lungimea conductei, în m.

Se verifică condiția: $v_r \geqslant v_t$. În cazul $v_r < v_t$, diametrul d_e al conductei orizontale calculat cu relația (4.21) se alege cu o dimensiune mai mare, se recalculează viteza reală cu relația (4.22) și se verifică îndeplinirea condiției $v_r \geqslant v_t$.

Exemplul de calcul 4.3. Să se efectueze calculul hidraulic al conductelor instalației de canalizare a apelor meteorice a unei clădiri de locuit avînd parter și patru etaje. Se cunosc următoarele date: clădirea are terasă circulabilă avînd suprafața de 350 m²; înălțimea stratului de apă admisă deasupra receptoarelor este $h = 15$ cm; instalația se execută din țevi din PVC tip U.

Rezolvare. Pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice se folosesc două receptoare pentru terase circulabile (STAS 2742-86), suprafețele de calcul ale terasei care revin fiecărui receptor fiind de 200 m², respectiv 150 m². Instalația va avea două coloane P_1 și P_2 (fig. 4.14) ambele cu înălțimea de 14 m. Ținînd seama de categoria clădirii și de condiția că apa de pe terasă nu poate pătrunde în interiorul clădirii, din tabelul 4.16 s-a ales frecvența de calcul a ploii de 2/1. S-a considerat durata de calcul a ploii de 5 min și din nomograma din figura 4.5 sau din tabelul 4.17 a rezultat intensitatea ploii de $I = 195$ l/s·ha. Pentru terasă asfaltată, din tabelul 4.14 s-a dedus valoarea coeficientului $\varphi = 0,9$. S-a calculat debitul de apă al fiecărui receptor cu relația (4.15) și din tabelul 4.13 s-au ales două receptoare cu diametrul de 100 mm, avînd debitul maxim de 4,0 l/s la $h = 15$ cm.

Calculul hidraulic al conductelor este sistematizat în tabelul 4.20. Cunoscînd diametrul receptorului R_1 s-a ales preliminar diametrul coloanei P_1 egal cu diametrul receptorului de 110 mm și s-a efectuat calculul de verificare, comparînd debitul de calcul al coloanei $q_c = 3,51$ l/s cu debitul maxim $q_{max} = 12,3$ l/s ce poate fi evacuat prin coloana cu diametrul

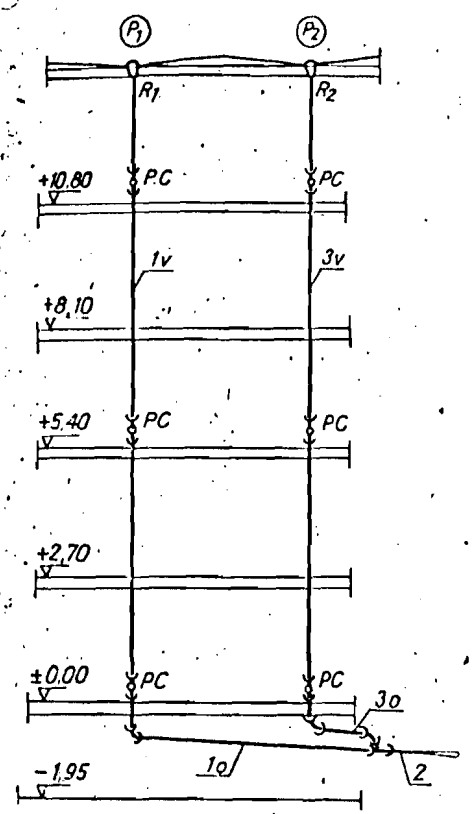


Fig. 4.14. Schemă de calcul pentru dimensionarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor meteorice la o clădire de locuit cu $P + 4$ etaje:
P_1, P_2 — coloane de canalizare ape meteorice.

de 110 mm și înălțimea $H_c = 14$ m, dedusă din tabelul 4.18 sau din nomograma din figura 4.9.

Conductele orizontale colectoare au fost calculate în ipoteza regimului de curgere cu nivel liber, verificîndu-se condiția hidraulică: $v_{min} \leqslant v_r \leqslant v_{max}$.

Exemplul de calcul 4.4. Să se efectueze calculul hidraulic al conductelor instalației de canalizare a apelor meteorice la o hală industrială tip, parter, avînd înălțimea de 6,0 m și dimensiunile în plan $30 \times 48_4$ m (fig. 4.15). Se vor folosi receptoare cu parafrunzar din bare de oțel și plasă de sîrmă (fig. 4.6), montate în puncte de cotă minimă. Instalația se execută din țevi din oțel, întrucît în hala industrială se desfășoară procese tehnologice cu degajări mari de căldură. Pardoseala halei este ocupată de utilaje tehnologice. Se va considera $\varphi = 0,9$ pentru coeficientul de colectare a apelor meteorice de pe suprafața acoperișului halei și $h = 10$ cm pentru înălțimea stratului de apă.

Rezolvare. S-a adoptat soluția de rețea cu colector montat la partea superioară a halei, la care sînt racordate 4 receptoare, o singură coloană avînd $H_c = 6,0$ m și o conductă orizontală de evacuare a apei meteorice la căminul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară de canalizare (fig. 4.15, *c*).

Ținînd seama de forma constructivă a acoperișului halei și de suprafețele de colectare a apei care revin unui receptor, au rezultat două colectoare marginale identice (*I* și *I'*, fig. 4.15, *a*) și trei colectoare identice (*II*; *III* și *IV*) amplasate între colectoarele marginale. După mărimea suprafeței colectoare aferente se observă că sînt trei variante de receptori R_1, R_2 și R_3 (fig. 4.15, *a*). Calculul debitului evacuat prin receptori s-a efectuat cu relația (4.15), considerînd $I = 320$ l/s·ha, rezultatele fiind centralizate în tabelul 4.21.

Dimensionarea tronsoanelor componente ale colectorului montat la partea superioară a halei s-a efectuat folosind fie tabelul 4.19, fie nomograma din figura 4.10. Diametrul primului tronson al colectorului (fig. 4.15, *a*) se alege preliminar, cel puțin egal cu diametrul receptorului, dar minimum de 100 mm.

Pentru înălțimea coloanei $H_c = 6,0$ m, cunoscînd lungimea $L = 120$ m măsurată de la cel mai depărtat receptor pînă la ieșirea apei din tronsonul *1* care se dimensionează (fig. 4.15, *c*), s-a comparat debitul de calcul $q_c = 1,03$ l/s al apei pe tronsonul respectiv, cu debitul maxim indicat în tabelul 4.19, $q_{max} = 12,3$ l/s, ce poate fi evacuat prin conducta cu diametrul de 100 mm preliminar ales, verificîndu-se condiția: debitul q_c este mai mic decît debitul maxim. Diametrele tronsoanelor succesive ale colectorului vor fi mai mari sau cel puțin egale cu diametrele tronsoanelor precedente.

În cazul dimensionării colectorului cu ajutorul nomogramei din figura 4.10, se intră pe ordonată cu debitul de calcul q_c, în l/s, al tronsonului respectiv și se duce o paralelă la

Tabelul 4.20

Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor meteorice, aferente unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 4.3; fig. 4.14)

Nr. tronson	S m²	I l/s·ha	φ	q_c l/s	q_R l/s	h cm	H_c m	q_{ct} l/s	Conducte verticale: q_{max} coloană l/s	Conducte verticale: d mm	Conducte orizontale: Panta	d mm	v_{ap} m/s	q_{ap} l/s	x	u	z	v_r m/s	Justificarea alegerii diametrelor
	Coloana P_1																		
R_1	200	195	0,9	3,51	4,0	15	14,0	3,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Receptor pentru terase circulabile STAS 2742-86
1_v	—	—	—	—	—	—	—	3,51	12,3	110	—	—	—	—	—	—	—	—	
1_o	—	—	—	—	—	—	—	3,51	—	—	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,32	0,57	1,35	
	Coloana P_2																		
R_2	150	195	0,9	2,63	4,0	15	14,0	2,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3_v								2,63	12,3	110	—	—	—	—	—	—	—	—	
3_o								2,63	—	—	0,02	110	1,55	13,32	0,19	0,29	0,80	1,24	
2								6,14	—	—	0,02	110	1,55	13,32	0,46	0,47	0,98	1,52	

Tabelul 4.21

Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor meteorice aferente unei hale industriale tip parter (exemplul de calcul 4.4; fig. 4.15)

Nr. tronson	S m²	I l/s·ha	φ	q_c l/s	q_{ct} l/s	h cm	d_R mm	q_R l/s	H_c m	Colector superior: L_t m	Colector superior: q_{max} l/s	Colector superior: d mm	Coloană: q_{max} l/s	Coloană: d mm	Conducte orizontale: panta	d mm	v_{ap} m/s	q_{ap} l/s	x	u	z	v_r m/s	Justificarea alegerii diametrelor
	Colectoarele: I și V																						
R_1	36	320	0,9	1,03	—	10	100	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Receptor cu parafrunzar din bare de oțel și plasă de sîrmă cu racordare dreaptă montată în puncte de cotă minimă (tabel 4.13)
1					1,03				6,0	12,0	12,5	100	—	—									
R_2	72	320	0,9	2,07	—	10	100	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	3,10	—	—	—	6,0	24,0	13,7	100	—	—	—								
R_3	72	320	0,9	2,07		10	100	4,6															
3					5,17				6,0	36,0	15,0	100											
R_4	36	320	0,9	1,03		10	100	4,6															
4_v					6,20				6,0	—	—	—	12,0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	
4_o					6,20										0,015	100	0,81	6,45	0,96	0,74	1,21	0,95	
	Colectoarele: II, III, IV																						
R_2	72	320	0,9	2,07		10	100	4,6															
1					2,07				6,0	12,0	12,5	100											
R_3	144	320	0,9	4,14		10	100	4,6															
2					6,21				6,0	24,0	13,7	100											
R_3	144	320	0,9	4,14		10	100	4,6															
3					10,35				6,0	36,0	15,0	100											
R_4	72	320	0,9	2,07		10	100	4,6															
4_v					12,42				6,0	—	—	—	17,0	125	—	—	—	—	—	—	—	—	
4_o					12,42				—	—	—	—	—	—	0,008	150	0,77	13,65	0,90	0,71	1,19	0,91	

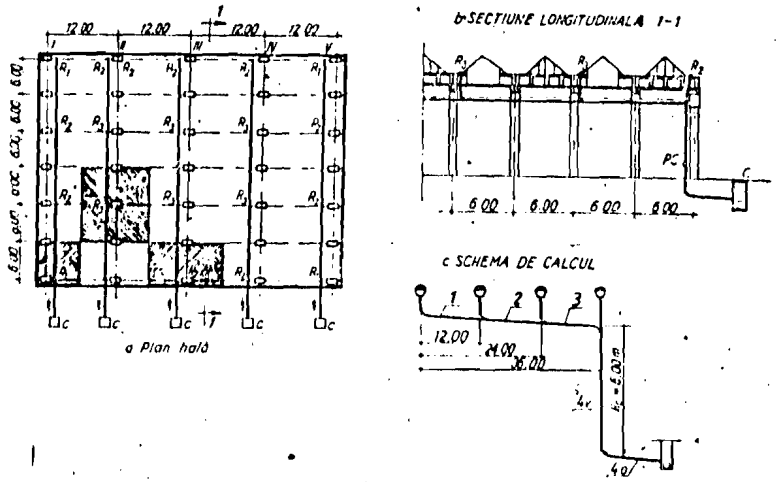


Fig. 4.15. Instalație interioară de canalizare pentru ape meteorice aferentă unei hale industriale tip parter:

a — plan hală; *b* — secțiune longitudinală *1—1*; *c* — schemă de calcul.

axa absciselor, pînă la intersecția cu curba $L = 0$, iar din punctul obținut se coboară o verticală pînă la intersecția cu curba L de valoare cunoscută (v. fig. 4.15, *c*); din punctul de intersecție respectiv se duce din nou o paralelă la axa absciselor pînă la intersecția cu curba $L = 0$, obținîndu-se un punct din care coborînd verticala se citește pe axa absciselor diametrul necesar al tronsonului de conductă. Valoarea diametrului necesar se rotunjește la valoarea diametrului standardizat cel mai apropiat al conductei respective.

Diametrul coloanei se alege preliminar cel puțin egal cu diametrul ultimului tronson al colectorului superior și se verifică condiția ca debitul de calcul q_c evacuat prin coloană să fie mai mic cel mult egal cu debitul maxim ce poate fi evacuat prin coloana de diametru preliminar ales și de înălțimea $H_c = 6{,}0$ m, redat în tabelul 4.18. Această condiție poate fi verificată și cu ajutorul nomogramei din figura 4.9, în care se intră pe ordonată cu valoarea debitului de calcul q_c al coloanei și se duce o paralelă la axa absciselor pînă în punctul de intersecție cu curba de $H_c = 6{,}0$ m; din acest punct se coboară o verticală obținîndu-se pe axa absciselor diametrul necesar al coloanei, care se rotunjește la valoarea standardizată cea mai apropiată.

Diametrul colectorului orizontal se alege preliminar egal cu diametrul coloanei și se verifică condiția hidraulică $v_{min} \leqslant v_r \leqslant v_{max}$, considerînd cazul curgerii cu nivel liber.

5

Proiectarea rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri

5.1. Elemente generale

5.1.1. Stabilirea tipurilor și numărului punctelor de consum a apei reci din exteriorul clădirilor

Rețelele exterioare de distribuție a apei reci din ansambluri de clădiri cuprind conductele, armăturile și construcțiile accesorii, care fac legătura între conductele de serviciu ale sistemului de alimentare cu apă al localității și racordurile la instalațiile din interiorul clădirilor, precum și la alte puncte, de consum al apei din exteriorul clădirilor, cum sînt: fîntîni de băut apă, fîntîni ornamentale cu jocuri de apă, hidranți pentru stropit platforme de gunoi, hidranți pentru stropit spații verzi și hidranți de incendiu.

Fîntîni de băut apă. Se prevăd în locuri special amenajate în curțile școlilor, grădinițelor de copii, terenurilor de sport, fabricilor, atelierelor etc., numărul lor determinîndu-se în funcție de numărul persoanelor care le folosesc (v. tabelul 1.42, conform prevederilor STAS 1478-84).

Fîntîni ornamentale cu jocuri de apă. În parcuri, piețe, incintele marilor întreprinderi etc. se prevăd fîntîni ornamentale cu jocuri de apă, care constituie elemente decorative ale ansamblurilor de clădiri, avînd totodată și un rol igienic, prin aceea că umezesc aerul, producînd un efect plăcut, răcoritor. Fîntînile care necesită debite mici de apă pot fi racordate direct la rețeaua exterioară, dacă în punctul de record sarcina hidrodinamică și debitul sînt suficiente, apa utilizată evacuîndu-se la canalizare. Dacă debitele de apă necesare sînt mari, sau cînd rețeaua exterioară nu are în punctul de racord sarcină hidrodinamică disponibilă, se utilizează pompe care recirculă apa, bazinul fîntînii servind ca rezervor, iar alimentarea de la rețea făcîndu-se numai pentru compensarea pierderilor de apă prin evaporare și antrenare, de către aerul atmosferic.

Hidranți pentru stropit platforme de gunoi. Se prevăd pentru spălarea platformelor de gunoi amenajate în exteriorul clădirilor care nu sînt prevăzute cu instalații interioare de colectare și evacuare a gunoaielor (tuburi de gunoi).

Hidranți pentru stropit spații verzi. Se mai numesc și hidranți de grădină. Numărul de hidranți care se montează se stabilește prin amplasarea lor, dis-

tanța dintre doi hidranți fiind de 130—140 m, ținînd seama de raza de acțiune a unui hidrant (numeric egală cu lungimea furtunului care este de 100 m), astfel incit fiecare punct să fie atins de jetul de apă, asigurindu-se stropirea întregului spațiu verde. Suprafața de udat care revine unui hidrant este de circa 2 ha și se calculează ca fiind suprafața unui pătrat inscris intr-un cerc cu rază egală cu raza de acțiune a unui hidrant, care este de 100 m. Debitul specific q_{hg} al unui hidrant de grădină cu diametrul nominal D_n 20 mm este de 0,60 l/s, iar al unui hidrant cu D_n 25 mm de 0,80 l/s. Intensitatea medie de stropire i_{hg} a spațiilor verzi, aleilor și drumurilor este i_{hg} = 2 l/m² zi.

Numărul de hidranți în funcțiune simultană pentru stropitul unei suprafețe date, S, în m², se calculează cu relația:

$$n = \frac{i_{hg} S}{q_{hg}}, \qquad (5.1)$$

în care, valoarea lui q_{hg} se va exprima în l/zi.

Numărul de hidranți de grădină în funcțiune simultană de pe un tronson de conductă de alimentare cu apă al rețelei exterioare va fi egal cu numărul de hidranți racordați la tronsonul respectiv, dar nu mai mare decit numărul de hidranți în funcțiune simultană din ansamblul de clădiri considerat, calculat cu relația (5.1).

Hidranți de incendiu. Numărul, tipul, amplasarea și debitul specific al hidranților exteriori pentru combaterea incendiilor se stabilesc astfel incit debitul de calcul al conductei de distribuție a apei pentru stingerea din exterior a incendiului Q_{ie}, în l/s, să fie asigurat pentru fiecare compartiment de incendiu, ținînd seama de schema adoptată pentru stingerea incendiilor (cu pompe mobile sau cu linii de furtun racordate direct la hidranții exteriori).

Numărul hidranților exteriori se determină astfel încit fiecare punct al clădirilor să fie atins de numărul de jeturi în funcțiune simultană, debitul însumat al acestora trebuind să asigure debitul de apă de incendiu prescris pentru fiecare tip de clădire.

Numărul de incendii exterioare simultane care pot avea loc pe teritoriile întreprinderilor sau platformelor industriale se stabilește astfel:

— dacă suprafața teritoriului este mai mică de 150 ha, un incendiu;

— dacă suprafața teritoriului este mai mare de 150 ha, se consideră două incendii simultane, alegînd două clădiri care necesită cele mai mari debite de apă de incendiu;

— dacă în zona sau platforma industrială avînd o suprafață mai mare de 150 ha se află mai multe întreprinderi industriale, fiecare cu incinta mai mică de 150 ha, alimentate cu apă prin rețele comune, rețelele din fiecare incintă se vor calcula considerînd un singur incendiu, iar rețelele comune pentru două incendii simultane care necesită cele mai mari debite de apă;

pentru zone industriale cu suprafața mai mare de 300 ha, numărul de incendii simultane se va stabili de comun acord cu Comandamentul pompierilor;

— pentru depozite sau grupe de depozite de cherestea, bușteni, traverse, lemne de foc și depozite de cărbuni, avînd o suprafață mai mare de 20 ha, se vor lua în calcul două incendii simultane, considerînd două sectoare diferite care necesită debitele cele mai mari.

Numărul de incendii exterioare simultane pentru centre populate și zone industriale, în cazul în care se asigură alimentarea cu apă rece prin rețele comune, se stabilește astfel:

— pentru centrele populate cu mai puțin de 10 000 locuitori și o zonă industrială cu suprafața pînă la 150 ha, se consideră un singur incendiu, la centrul populat sau la zona industrială, unde debitul de incendiu este cel mai mare;

— pentru centrele populate cu populația cuprinsă între 10 000 și 25 000 locuitori, avînd și o zonă industrială cu suprafața pînă la 150 ha, se vor considera două incendii simultane, unul la centrul populat și unul la zona industrială, sau amîndouă la centrul populat dacă rezultă în ultimul caz un debit mai mare;

— pentru centrele populate cu mai puțin de 25 000 locuitori și cu o zonă industrială avînd suprafața peste 150 ha, se vor lua în calcul două incendii simultane, unul la centrul populat și unul la zona industrială sau ambele la centrul populat sau zona industrială, corespunzătoare debitului de incendii cel mai mare;

— pentru centrele populate cu populația egală sau mai mare de 25 000 locuitori, avînd o zonă industrială cu suprafața mai mare de 150 ha, numărul incendiilor simultane și debitele de calcul se stabilesc separat pentru centrul populat, pe baza datelor din tabelul 5.1 și separat pentru zona industrială, după care se însumează debitele de apă pentru incendiu.

Tabelul 5.1

Debitul pentru un incendiu exterior q_{ie} [l/s] și numărul de incendii exterioare simultane pentru centre populate (STAS 1343/1-77)

Numărul locuitorilor din centrul populat (N)	Numărul de incendii exterioare simultane (n)	q_{ie} (l/s)	
		clădiri cu 1 ... 4 caturi	clădiri cu peste 4 caturi
până la 5 000	1	5	10
5 001 ... 10 000	1	10	15
10 001 ... 25 000	2	10	15
25 001 ... 50 000	2	20	25
50 001 ... 100 000	2	25	35
100 001 ... 200 000	2	30	40
200 001 ... 300 000	3	40	55
300 001 ... 400 000	3	—	70
400 001 ... 500 000	3	—	80
500 001 ... 600 000	3	—	85
600 001 ... 700 000	3	—	90
700 001 ... 800 000	3	—	95
800 001 ... 1 000 000	3	—	100

OBSERVAȚII:

1. Valorile din tabelul 5.1 se aplică și în cazul cartierelor izolate, separate de centrul populat printr-o zonă neconstruită, mai lată de 300 m;
2. Debitul pentru un incendiu exterior (q_{ie}) și numărul de incendii simultane (n) pentru centrele populate cu peste 1 000 000 locuitori se determină pe bază de studii speciale.

Repartizarea incendiilor simultane se face astfel încît un incendiu să revină unei suprafeţe locuite de cel mult 10 000 locuitori.

Distanţa medie d între două incendii simultane se determină cu relaţia:

$$d = \frac{10\,000}{\sqrt{D}} [\text{m}], \qquad (5.2)$$

în care D reprezintă densitatea populaţiei, în număr de locuitori/ha.

Distanţele de amplasare a hidranţilor exteriori de incendiu se stabilesc în funcţie de raza de acţiune a hidranţilor, care se consideră de 120 m cînd presiunea apei necesară la hidranţi este asigurată de reţeaua exterioară, de 100—150 m în cazul folosirii motopompelor şi de 200 m în cazul folosirii autopompelor. La stabilirea distanţelor de amplasare a hidranţilor exteriori pentru incendiu se va ţine seama şi de faptul că înălţimile clădirilor care pot fi protejate nu vor depăşi 45 m.

Presiunea minimă la hidranţii exteriori de la care se intervine direct pentru stingere, trebuie să asigure realizarea de jeturi compacte de minimum 10 m lungime, ţeava de refulare acţionînd în punctele cele mai înalte şi depărtate ale acoperişului (stivelor) cu un debit de 5—10 l/s.

Presiunea minimă (măsurată la suprafaţa terenului) la hidranţii exteriori de la care intervenţia pentru stingere se asigură folosind pompe mobile, trebuie să fie de minimum 0,7 bar (7 mH_2O). Ca urmare, hidranţii de incendiu pot fi alimentaţi cu apă din reţele exterioare avînd sarcina hidrodinamică în punctul de racord al hidrantului $H_{disp} \geq 7$ mH_2O, intervenţia în acest caz făcîndu-se direct de la hidrant sau din reţele cu $H_{disp} < 7$ mH_2O (reţele de joasă presiune), intervenţia făcîndu-se cu motopompa sau autopompe racordate la hidranţi.

Hidranţii exteriori de incendiu ai reţelelor de joasă presiune se amplasează la 2 m de bordura părţii carosabile a drumului; dacă reţeaua exterioară de alimentare cu apă este amplasată într-o zonă verde, distanţa de la bordura părţii carosabile a drumurilor pînă la hidranţi va fi de maximum 6 m. Hidranţii exteriori de incendiu se montează la 5 m de suprafaţa zidurilor clădirii şi la 10—15 m de sursele de căldură.

În terenurile sensibile la umezire, pe lîngă distanţele impuse de condiţiile de siguranţă se va ţine seama ca distanţa faţă de clădiri să fie de o dată şi jumătate înălţimea stratului de pămînt sensibil la umezire.

5.1.2. Materialele principale utilizate la execuţia reţelelor exterioare de distribuţie a apei reci din ansambluri de clădiri

Ţevi din oţel, tuburi din fontă şi conducte din azbociment. Se folosesc: ţevi din oţel carbon sudate longitudinal, zincate sau nezincate, filetate sau nefiletate (STAS 7656-80), ţevi din oţel sudate longitudinal, pentru construcţii (STAS 7657-80), tuburi bitumate sau nebitumate la interior şi piese de legătură din fontă (STAS 9392-73) şi STAS 1515-76), tuburi şi mufe din azbociment pentru conducte sub presiune (STAS 8425-80).

Hidranţi pentru stropit spaţii verzi. Se execută în trei mărimi cu diametre de 1/2"; 3/4" şi 1", pentru presiunea nominală de 6 bar, cu roată de manevră şi corpul din fontă, iar restul pieselor din alamă; sînt prevăzuţi cu racord cu

piuliţă olandeză şi cu racord pentru furtun. Se montează la nivelul terenului în cutii de protecţie.

Hidranţi subterani de incendiu (STAS 695-85, fig. 5.1). Se execută cu diametre de 70 mm şi 100 mm pentru presiunea de 10 bar. Se racordează la reţeaua exterioară prin intermediul unei piese de legătură fixată cu flanşă de corpul subteran al hidranţilor. Flanşele de racordare ale pieselor de legătură cu hidranţii subterani se execută cu diametre de 50; 70 şi 80 mm pentru hidranţi cu diametrul de 70 mm şi cu diametre de 100 şi 125 mm pentru hidranţi cu diametrul de 100 mm. Hidranţii subterani sînt prevăzuţi cu dispozitive de golire a apei pentru a se evita îngheţarea lor. Furtunurile de incendiu se racordează la hidranţii subterani prin intermediul hidranţilor portativi

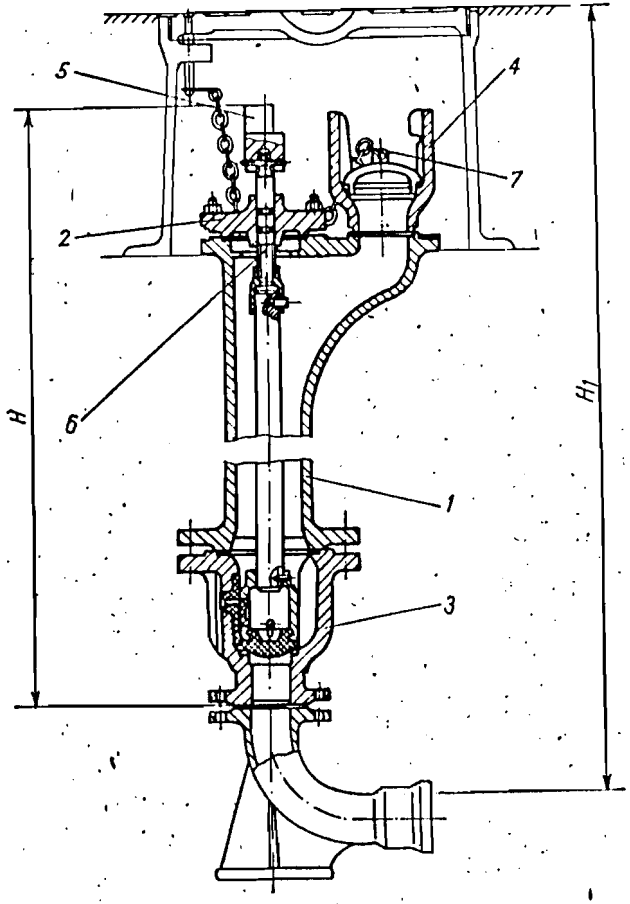


Fig. 5.1. Hidrant subteran de incendiu:
1 — corp; *2* — capac; *3* — cutia ventilului; *4* — racord cu gheare; *5* — piesă de legătură pentru cheie; *6* — tijă; *7* — capacul racordului.

cu robinete (STAS 697-82), care pot fi cu două racorduri fixe A, respectiv cu două racorduri fixe B, sau fără robinete de închidere (STAS 698-81), care pot fi cu cot simplu sau cu cot dublu.

Hidranți de suprafață pentru stingerea incendiilor (STAS 3479-80). Se execută cu diametre de 70 și 80 mm pentru presiunea nominală de 10 bar. Se folosesc pentru racordarea furtunurilor sau a autopompelor la instalațiile fixe.

5.1.3. Tipuri de rețele exterioare de distribuție a apei reci și amplasarea lor în ansambluri de clădiri

Adoptarea unui anumit tip de rețea de distribuție a apei reci într-un ansamblu de clădiri constituie rezultatul unui calcul tehnico-economic, în care se au în vedere: sarcina hidrodinamică disponibilă (presiunea disponibilă) în rețeaua de alimentare cu apă a localității, presiunile necesare la consumatori, denivelările terenului, mărimea consumului de apă și variația lui în timp, amplasarea consumatorilor în plan și pe verticală și, legat de aceasta, posibilitatea grupării clădirilor cu aceeași înălțime, condițiile de calitate a apei, reducerea costurilor specifice de investiții, a consumurilor specifice de materiale, energie și manoperă.

Presiunile necesare la consumatori sînt: 7 mH_2O pentru hidranții exteriori de incendiu la care se racordează autopompe; 5—7 mH_2O pentru instalațiile interioare de alimentare cu apă rece ale clădirilor cu parter racordate direct la rețeaua exterioară; 5—7 mH_2O pentru racordarea stațiilor de pompare cu recipiente de hidrofor; 25—40 mH_2O pentru instalațiile interioare ale clădirilor cu parter și patru etaje; 45—60 mH_2O pentru instalațiile interioare ale clădirilor cu parter și nouă etaje. Presiunea maximă admisă pentru o zonă de presiune este de 60 mH_2O, valoare limitată de presiunea de regim a armăturilor obiectelor sanitare și de pierderile de apă din instalațiile interioare. Cînd presiunile necesare depășesc 60 mH_2O se adoptă două sau mai multe zone de presiune a apei.

Rețelele exterioare de distribuție a apei reci cu o singură zonă de presiune pot fi:

— racordate direct la conductele de servici ale rețelei de alimentare cu apă a localității. Conductele de servici pot avea configurația ramificată, inelară sau mixtă, în funcție de mărimea localității și importanța consumatorilor;

— racordate indirect la conductele de servici, prin intermediul stațiilor de pompare cu sau fără recipiente de hidrofor.

Alimentarea cu apă printr-o singură stație de pompare cu recipiente de hidrofor constituie o soluție optimă pentru ansambluri de clădiri de locuit cu 5 000—6 000 apartamente, în care caz costurile totale specifice de investiție și de exploatare sînt minime. Se recomandă ca instalațiile interioare care au sarcina hidrodinamică necesară egală sau mai mică decît sarcina disponibilă a apei în punctul de racord să fie racordate direct la conductele de servici (de exemplu, instalațiile interioare de alimentare cu apă rece din școli, grădinițe, cămine de copii, cinematografe etc.). Hidranții de incendiu exteriori pot fi racordați fie la conductele de servici, fie la rețeaua exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri, iar hidranții pentru stropit spații verzi numai la rețeaua exterioară a ansamblului de clădiri.

Distanțe minime în plan orizontal și vertical pentru amplasarea rețelelor edilitare *Tabelul 5.2*

Denumirea rețelelor		Distanțe minime, în m, față de elemente de construcție, arbori sau rețele																			
		în plan vertical[1]	în plan orizontal																		
			cota terenului sau a suprafeței împrejmuirii străzii	șină de tramvai	arbori (axul acestora)	fundație de clădire	foraje, puțuri, rigole (sanț)	canalizare	conducte de apă	canale termice	canalizație tehnologică	cabluri de linie electrică	cabluri electrice		conducte de gaze
													neîngropate în tuburi de protecție	îngropate în tuburi de protecție	
Conducte de gaze:	de presiune joasă și intermediară			2,0	1,5		0,5	1,5							0,1
	de presiune redusă							2,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	
	de presiune medie					4,0		3,0		2,0	2,0			2,0	
Cabluri electrice			2,0	2,0	1,0	0,6	0,5			1,5	3,0	0,4		3,0	
Cabluri de tracțiune electrică		0,7	2,0	2,0	1,0	0,6	0,5			1,5	0,75				
Canalizație telefonică			2,0	2,0	1,0	0,6	0,5								
Canale termice			2,0	2,0	1,5	0,6	0,5								
Conducte de alimentare cu apă:	potabilă		2,0	2,0	1,5	3,0	0,5	3,0							
	industrială														
Canalizare pluvială și menajeră					1,5	2,0	0,5								

OBSERVAȚII:

1) La încrucișări, — 0,20 m între conducte în săpături nesprijinite; distanța minimă — 0,10 m între conducte în săpături sprijinite; este: — 0,50 m între cabluri electrice și canale termice.

Această distanță se poate micșora dacă se iau măsuri speciale de protecție:

— distanța se stabilește conform STAS 6290-73, între rețelele de energie electrică și cele de telecomunicații;

2) Adîncimea de pozare trebuie să asigure pentru orice rețea amplasată în zona carosabilă, rezistența la efectul mecanic al circulației sau al compactării;

3) Adîncimea de pozare trebuie să fie egală sau mai mare decît adîncimea de înghet — STAS 6054-64 cu următoarele precizări:

— la conductele de gaze este de *max.* 1,00 m;

— la conductele de alimentare cu apă și canalizare, adîncimea de înghet se consideră la nivelul superior al apei în conductă;

4) Distanța minimă este conform STAS 6290-73;

5) Distanța minimă trebuie să asigure stabilitatea construcțiilor, dar nu va fi mai mică decît distanța prevăzută în tabelul 5.2;

6) Distanța minimă — 2,00 m față de construcțiile fără subsol; este: — 3,00 m față de construcțiile cu subsol;

7) În cazul amplasării conductelor care transportă lichide, în rețele sensibile la umezire, trebuie să se respecte prescripțiile tehnice în vigoare;

8) Distanța se măsoară de la fața dinspre cale a bordurii sau de la limita exterioară a rigolei sau a șanțului.

În cazul rigolelor cu scurgere, distanța minimă este de 0,70 m;

9) Distanța minimă este: — 0,50 m pentru conducte îngropate pînă la 1,50 m adîncime; — 0,60 m pentru conducte îngropate peste 1,50 m adîncime;

10) Distanța minimă se stabilește conform reglementărilor în vigoare;

11) Distanța minimă se stabilește ținînd seama și de STAS 6054-77.

Alimentarea cu apă cu mai multe stații de pompare se adoptă pentru ansambluri de clădiri cu mai mult de 5 000—6 000 apartamente sau chiar și pentru ansambluri mai mici dar amplasate pe terenuri cu denivelări mari, care pot conduce la depășirea presiunii de 60 mH_2O în unele instalații interioare, în care caz stațiile de pompare se amplasează la cote diferite și se dimensionează fiecare pentru o singură zonă de presiune a apei. Hidranții exteriori de incendiu și hidranții pentru stropit spații verzi se amplasează la fel ca în cazul alimentării cu o singură stație de pompare.

Cînd presiunea necesară la consumatori depășește 60 mH_2O, fie datorită regimului de înălțime al clădirilor fie datorită denivelărilor terenului, sau cînd presiunea necesară nu depășește 60 mH_2O dar numărul clădirilor cu înălțime redusă este comparabil cu cel al clădirilor cu înălțime mare, se adoptă rețele distincte de distribuție a apei reci, cu regimuri diferite de presiune. În acest caz, alimentarea cu apă se poate face printr-o singură stație de pompare prevăzută cu pompe separate pentru cele două rețele, respectiv zone de presiune, sau cu stații de pompare distincte pentru fiecare rețea, respectiv zonă de presiune, cînd clădirile mai înalte sînt amplasate grupat într-o anumită zonă a ansamblului de clădiri.

Cînd presiunea disponibilă în conductele de servici poate asigura alimentarea cu apă a hidranților exteriori de incendiu și de grădină și instalațiile interioare ale clădirilor cu înălțime mică, iar restul clădirilor din ansamblu sînt grupate pe două regimuri de înălțime, soluția economică de alimentare cu apă poate fi, prin trei rețele distincte, respectiv pe trei zone de presiuni. În prima zonă de presiune a apei, din conductele de servici se asigură alimentarea cu apă a hidranților exteriori de incendiu și de grădină și a instalațiilor clădirilor cu înălțime mică racordate direct, în a doua zonă de presiune instalațiile clădirilor cu $P + 4$, $P + 5$ etaje, iar în zona a treia, instalațiile clădirilor cu $P + 8 \ldots P + 10$ etaje. Este indicat să se prevadă o singură stație de pompare cu recipiente de hidrofor, cu agregate separate pentru cele două zone de presiune ale rețelelor distincte de distribuție a apei pentru clădirile cu $P + 4$; $P + 5$ etaje, respectiv pentru $P + 8 \ldots P + 10$ etaje. În funcție de mărimea sau întinderea ansamblului de clădiri și de denivelările terenului, alimentarea cu apă se poate face și cu stații de pompare separate pentru fiecare rețea exterioară corespunzătoare zonei de presiune respective.

Ținînd seama de schemele de alimentare cu apă adoptate și urmărind reducerea volumului de lucrări și a consumului de materiale, rețelele exterioare se pot amplasa:

— îngropate în sol, sub adîncimea de înghet stabilită pentru localitatea respectivă conform datelor din STAS 6054-64. Se recomandă ca traseele conductelor să treacă, pe cît posibil, prin spațiile verzi (pentru a fi ușor accesibile în caz de defecțiuni), cît mai aproape de consumatori și cît mai scurte. În terenuri normale, distanța minimă de la aliniamentul clădirilor pînă la axa conductelor de distribuție va fi de 3 m. Distanțele minime în plan orizontal și vertical, precum și condițiile de amplasare la traversări și încrucișări cu alte rețele sau obstacole sînt indicate în tabelele 5.2 și 5.3 Se interzice trecerea conductelor de apă potabilă prin căminele de vizitare ale rețelei de canalizare, prin canale de evacuare a apelor uzate, haznale etc. Conductele de alimentare cu apă potabilă nu vor fi legate cu conductele de apă nepo-

Tabelul 5.3

Condiții de amplasare pentru încrucișări de conducte (conform STAS 8591/1—80)

Rețele care se încrucișează	Condiții de amplasare	Măsuri de protecție pentru cazurile în care condițiile de amplasare prevăzute în acest tabel, nu pot fi respectate
Conducte de alimentare cu apă potabilă cu canale de ape uzate	Conductele de alimentare cu apă potabilă se amplasează deasupra canalelor de ape uzate, la distanță minimă de 40 cm	Conductele de alimentare cu apă potabilă se introduc tuburi de protecție. Tuburile de protecție trebuie să depășească canalul de ape uzate, de o parte și de alta din axul acestuia, cu: 2,50 m, în teren impermeabil 5,00 m, în teren permeabil
Conducte de alimentare cu apă cu canalizație telefonică	Conductele de alimentare cu apă se amplasează sub canalizația telefonică	Soluția de amplasare se stabilește cu acordul întreprinderilor care exploatează rețelele respective
Conducte de distribuție gaze cu conducte care permit acumulări de gaze	Conductele de distribuție gaze se amplasează deasupra celorlalte rețele	Conductele de distribuție gaze se introduc în tuburi de protecție cu răsuflători. Tuburile de protecție trebuie să depășească conductele care permit acumulări de gaze, cu cîte 2,50 m de o parte și de alta, din axul lor.

tabilă sau industrială. Conductele metalice vor fi izolate pentru protecția contra coroziunii (STAS 7335/5-81). La montarea conductelor de apă în terenuri macroporice vor fi respectate măsurile impuse prin normativul P7-1977 — „Normativ privind proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe terenuri slabe";

— în canale de protecție, în cazurile în care terenul este macroporic și nu pot fi respectate distanțele impuse prin normativul P7-1977 față de fundațiile clădirilor sau cînd conductele de alimentare cu apă trebuie să fie protejate împotriva acțiunilor mecanice exterioare. În general, se evită amplasarea conductelor de alimentare cu apă rece în canale în care se montează și conductele de alimentare cu apă caldă. Cînd traseele conductelor de apă rece și caldă sînt comune și se impune montarea conductelor de apă rece în canale, se adoptă soluția de separare a canalului în două compartimente;

— în subsolurile clădirilor, cînd acestea sînt prevăzute cu subsoluri sau cu canale mediane circulabile. Soluția este economică, reducîndu-se costurile investițiilor și consumurile de metal și ciment. La adoptarea acestei soluții, se vor lua următoarele măsuri de protecție: conductele vor fi izolate termic, pentru a se evita încălzirea apei reci; la traversarea rosturilor de tasare, a pereților sau a fundațiilor clădirilor, golurile vor fi mai mari decît diametrele exterioare ale conductelor cu 10—15 cm; conductele vor traversa golul pe la partea inferioară a acestuia, iar etanșarea golurilor în jurul conductelor se va face cu material elastic; în porțiunile în care conductele traversează elemente de construcții, nu se admit îmbinări; în cazurile în care ieșirea conductelor din clădiri se face în canale de protecție, dimensiunile golurilor vor fi determinate de dimensiunile canalelor respective; se va asigura accesibilitatea conductelor pentru întreținere și reparații în timpul exploatării;

— în galerii subterane vizitabile, împreună cu alte rețele, în cazuri speciale (artere de circulație intensă, condiții de teren foarte dificile, nevoie de supraveghere frecventă sau de intervenție rapidă).

Pe rețelele de alimentare cu apă din ansamblurile de clădiri se prevăd vane de ramificație și sectorizare. Vanele cu diametre D_n 200 mm și mai mare se vor monta obligatoriu în cămine vizitabile. Se recomandă însă, ca și vanele de 100—150 mm să se monteze în cămine vizitabile.

Pentru vanele montate direct în pămînt, se vor prevedea tije de manevră protejate prin cutii cu capac (garnituri de manevră). În acest caz, se vor utiliza numai vane din fontă cu mufe. Pozițiile vanelor vor fi indicate prin repere vizibile.

În punctele joase ale rețelei se vor prevedea robinete de golire. În cazul hidranților de grădină fără golire automată, se vor asigura posibilități de închidere și golire pentru timpul în care aceștia nu funcționează.

Armăturile de închidere și golire se amplasează în subsolurile imobilelor vecine sau în cămine.

Fîntînile cu jet pentru băut apă vor fi prevăzute cu dispozitive de închidere și golire a racordurilor de apă pe timp friguros. Se va asigura evacuarea apei de la fîntîni, prin intermediul unui cămin de canalizare cu sifon sau gură de scurgere stradală.

5.2. Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri

5.2.1. Debite specifice

În tabelul 2.2 sînt date debitele specifice ale fîntînilor de băut apă și hidranților pentru stropit spații verzi, cu diametrele nominale D_n 20, respectiv D_n 25, precum și echivalenții de debit și presiunile normale de utilizare.

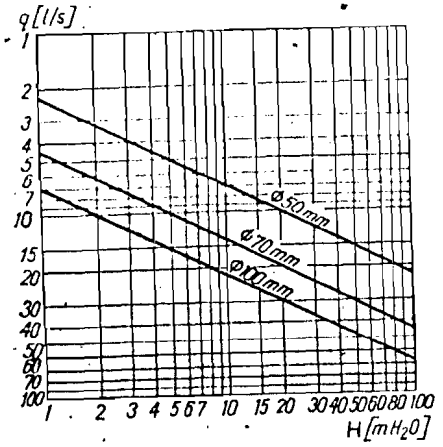


Fig. 5.2. Nomograma pentru calculul debitului hidranților de incendiu exteriori fără furtun, în funcție de presiunea din rețeaua de alimentare.

Debitul specific al unui hidrant exterior pentru incendiu se va considera de 5 l/s. În lipsa unor măsurători asupra variației debitului hidranților de incendiu exteriori fără furtun, în funcție de presiunea din rețeaua de alimentare cu apă, se pot lua în considerație datele prezentate în nomograma din figura 5.2. La hidranții portativi cu cot dublu, cu diametrul de 70 mm se poate obține un debit de 10 l/s la o presiune disponibilă de 5 mH_2O, asigurîndu-se astfel alimentarea cu apă pe două linii de furtun. În cazul folosirii unui distribuitor cu trei căi se pot alimenta trei linii la un hidrant portativ cu un cot și patru linii la un hidrant portativ cu două coturi.

5.2.2. Debite de calcul

Debitul de calcul pentru rețelele de conducte care alimentează cu apă rece consumatori din aceeași categorie de clădiri. Se determină în funcție de destinațiile clădirilor cu relațiile din tabelul 2.3, înmulțite cu coeficientul $K_n = 1{,}10$ pentru acoperirea pierderilor de apă. Pentru ușurința calculelor, valoarea sumei de echivalenți E se determină prin însumarea echivalenților armăturilor obiectelor sanitare din clădirile de același fel alimentate de rețeaua respectivă.

Debitul de calcul pentru rețelele de conducte care alimentează cu apă consumatori din categorii diferite de clădiri. În acest caz se aplică relația

$$q_c = K_p \sum_{i=1}^{n} q_{ci} \quad [l/s], \tag{5.3}$$

în care q_{ci} este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grupuri de clădiri de același fel, care se alimentează cu apă din tronsonul respectiv. Pentru clădirile din aceeași categorie se determină debitul de calcul cu relațiile din tabelul 2.3, apoi pentru grupurile de clădiri din categorii diferite se aplică relația (5.3).

Debitul de calcul pentru rețelele din conducte care alimentează cu apă consumatori din diferite categorii de clădiri și consumatori exteriori. Se determină cu relația

$$q_c = K_p \left(\sum_{i=1}^{n} q_{ci} + \sum_{i=1}^{n} q_{cei} \right) \quad [l/s], \tag{5.4}$$

în care: q_{cei} reprezintă debitul de calcul al consumatorilor din exteriorul clădirilor, iar q_{ci} și K_p au semnificațiile din relația (5.3). Debitul de calcul al hidranților pentru stropit spații verzi se determină cunoscînd debitele specifice (din tabelul 2.2) și numărul de hidranți în funcțiune simultană determinat cu relația (5.1).

Debitul de calcul pentru stingerea din exterior a incendiilor. Debitele de apă necesare pentru stingerea din exterior a incendiilor și numărul de incendii simultane pentru centre populate se determină pe baza datelor din tabelul 5.1. Debitele de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor, q_{ie}, la clădiri civile izolate, pentru învățămînt, spitale, clădiri cu săli aglomerate și clădiri social-administrative, sînt date în tabelul 5.4, la clădirile industriale obișnuite în tabelul 5.5, la clădirile industriale monobloc în tabelul 5.6, la depozitele deschise de cherestea în tabelul 5.7, la depozitele de bușteni, traverse de cale ferată și lemne de foc în tabelul 5.8, la depozitele de rumeguș și tocătură de lemn în tabelul 5.9, la depozitele de talaș în tabelul 5.10 și la depozitele de cărbuni în tabelul 5.11.

Debitul de calcul pentru rețelele care deservesc întreprinderi sau zone industriale se ia în funcție de numărul de calcul al incendiilor care pot avea loc simultan pe teritoriul acestora, determinat după cum urmează:

— dacă suprafața teritoriului este mai mică de 150 ha, un incendiu;

— dacă suprafața teritoriului este mai mare, proiectantul stabilește, în funcție de pericolul prezentat de procesele tehnologice sau posibilitatea de transmitere a incendiului între obiecte, cazurile speciale la care este necesară luarea în considerare a două incendii simultane;

pentru alte cazuri decît cele menționate mai sus, trebuie să se țină seama de prescripțiile de specialitate în vigoare (indicații fiind date la pct. 5.1.1).

În cazul în care întreprinderile sau zonele industriale au instalații comune cu centrele populate, la determinarea numărului de calcul al incendiilor simultane se iau în considerare și prevederile STAS 1343/1-77.

Tabelul 5.4

Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor q_{ie}, la clădiri civile izolate, pentru învățămînt, spitale, clădiri cu săli aglomerate, clădiri social-administrative
(STAS 1478-84)

Gradul de rezistență la foc a clădirii	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, q_{ie}, în l/s, raportat la volumul clădirii (compartimentului de incendiu), în m³							
	pînă la 2 000	2 001 ... 3 000	3 001 ... 5 000	5 001 ... 10 000	10 001 ... 15 000	15 001 ... 30 000	30 001 ... 50 000	peste 50 000
I, II	5	5	5	10	10	15	20	25
III	5	5	10	10	15	20	-	-
IV	5	10	10	15	--	-	-	-
V	5	10	15	20	--	--	--	--

OBSERVAȚII

1. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor pentru clădiri din centre populate se ia conform STAS 1343/1-77;

2. Debitul de calcul al rețelelor de serviciu (care fac legăturile între arterele dimensionate conform alineatului 1 de mai sus) în cuprinsul microraioanelor de locuit în care predomină — ca suprafață construită — blocurile de grad I—II rezistență la foc, se determină luînd în considerare debitele de apă pentru stingerea din exterior a incendiului q_{ie}, luat din tabelul 5.1 în funcție de volumul acestor clădiri (compartimentului de incendiu). Dacă elementele portante (stîlpi, pereți portanți) au limita de rezistență la foc mai mică de 2,5 h, debitul se ia corespunzător gradului III de rezistență la foc. În cazul în care, în aceste microraioane se prevede, în perspectivă posibilitatea executării unor construcții cu caracter deosebit (cluburi, case de cultură, magazine universale, clădiri civile cu înălțimea mai mare de 45 m etc.), care necesită un debit mai mare pentru stingerea incendiului, la stabilirea soluției de alimentare cu apă se vor avea în vedere și aceste construcții.

Tabelul 5.5

Debitul de apă pentru stingerea din exterior a unui incendiu q_{ie}, la clădiri industriale obișnuite
(STAS 1478-84)

Gradul de rezistență la foc al clădirii	Categoria de pericol de incendiu	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu q_{ie}, în l/s, raportat la volumul clădirii (compartimentul de incendiu), în m³							
		pînă la 2 000	2 001 ... 3 000	3 001 ... 5 000	5 001 ... 20 000	20 001 ... 50 000	50 001 ... 200 000	200 001 ... 400 000	peste 400 001
I—II	D; E	5	5	5	10	10	15	20	25
	A; B; C	5*)	10	10	15	20	30	35	40
III	D; E	5	5	10	15	25	35	—	—
	C	5	10	15	20	30	40	—	—
IV, V	D; E	5	10	15	20	30	--	--	--
	C	5	15	20	25	40	-		

*) numai pentru categoria C

OBSERVAȚII la tabelele 5.4 și 5.5:

1. Pentru stabilirea debitelor la clădirile împărțite în compartimente de incendiu, fiecare compartiment se consideră ca o clădire separată;

2. La clădirile comasate sau la cele amplasate la distanțe care nu asigură împiedicarea transmiterii incendiului de la o clădire la alta, debitul de apă se stabilește luînd în calcul volumul total al acestor clădiri. După caz, se ia în considerare necesitatea prevederii măsurilor de evitare a transmiterii incendiilor de la o clădire la alta;

3. La dimensionarea porțiunilor separate, speciale, ale rețelei de apă din întreprinderile industriale, trebuie luate în considerare: categoria de pericol de incendiu a proceselor de producție, gradul de rezistență la foc și volumul clădirilor care sînt deservite de porțiunea respectivă a rețelei de apă;

4. Pentru clădirile industriale de gradul IV și V rezistență la foc, cu volum mai mic decît 2 000 m³, debitul este de 5 l/s.

Tabelul 5.6

Debitul de apă pentru stingerea din exterior a unui incendiu q_{ie}, la clădiri industriale monobloc (STAS 1478-84)

Categoria de pericol de incendiu	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, q_{ie}, în l/s, la un volum al clădirii, în m³							
	pînă la 100 000	100 001 ... 200 000	200 001 ... 300 000	300 001 ... 400 000	400 001 ... 500 000	500 001 ... 600 000	600 001 ... 700 000	700 001 ... 800 000
A; B; C	30	40	50	60	70	80	90	100
D; E	15	20	25	30	35	40	45	50

Tabelul 5.7

Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu q_{ie}, la depozitele deschise de cherestea, în funcție de volumul stivelor (STAS. 1478-84)

Volumul stivelor m³	pînă la 50	51 ... 200	201 ... 500	501 ... 1 000	1 001 ... 2 500	2 501 ... 5 000	5 001 ... 7 500	7 501 ... 10 000
Debitul, q_{ie}, l/s	5	10	15	20	25	35	45	50

OBSERVAȚII:

1. Prin volumul stivelor se înțelege produsul dintre suprafața utilă și înălțimea de depozitare, din sectorul cel mai mare;

2. Pentru depozitele cu volumul stivelor dintr-un sector mai mare de 10 000 m³, debitul se stabilește de către proiectant, pe bază de studiu.

Tabelul 5.8

Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu, q_{ie}, la depozitele de buștени, traverse de cale ferată, lemn de foc (STAS 1478-84)

Volumul stivelor, m³	pînă la 100	101 ... 500	501 ... 2 000	2 001 ... 5 000	5 001 ... 10 000	peste 10 000
Debitul, q_{ie}, l/s	5	10	15	25	30	40

OBSERVAȚII:

1. Prin volumul stivelor se înțelege produsul dintre suprafața utilă și înălțimea de depozitare, din sectorul cel mai mare;

2. Debitul se reduce cu 50% pentru stivele de buștени prevăzute cu instalații de conservare prin stropire, care asigură în permanență buștenilor o umiditate de peste 70%.

Tabelul 5.9

Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu q_{ie}, la depozitele de rumeguș și tocătură de lemn (STAS 1478-84)

Volumul stivelor, m³	pînă la 500	501 ... 2 000	2 001 ... 5 000	5 001 ... 10 000	peste 10 001
Debitul q_{ie}, l/s	10	20	25	30	40

Tabelul 5.10

Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu q_{ie}, la depozitele de talaș (STAS 1478-84)

Volumul stivelor, m³	pînă la 100	101 ... 500	501 ... 2 000	2 001 ... 5 000	5 001 ... 10 000	peste 10 000
Debitul q_{ie}, l/s	10	15	25	35	45	50

Tabelul 5.11

Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu q_{ie}, la depozitele de cărbuni (STAS 1478-84)

Volumul stivei, m³	pînă la 100	101 ... 1 000	1 001 ... 10 000	peste 10 000
Debitul q_{ie}, l/s	5	10	15	20

OBSERVAȚIE:

Debitul se stabilește în funcție de volumul stivei celei mai mari.

Debitul de calcul al rețelelor exterioare de alimentare cu apă pentru nevoi menajere, industriale și pentru combaterea incendiilor. Se determină cu relația

$$q_c = K_p(\Sigma q'_{ci} + \Sigma q'_{ce}) + q_{ie} \quad [l/s], \tag{5.5}$$

în care: q'_{ci} este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grup de clădiri de același fel, la care nu s-a luat în calcul 85% din debitul de apă necesar dușurilor sau băilor și debitul pentru spălarea utilajului tehnologic și pardoselilor, în l/s;

q'_{ce} — debitul de calcul al consumatorilor din exteriorul clădirilor, mai puțin debitul de apă necesar pentru stropit străzile și spațiile verzi, în l/s;

q_{ie} — debitul hidranților exteriori pentru toate incendiile simultane, în l/s;

$K_p = 1{,}10$ — coeficient pentru acoperirea pierderilor de apă.

Dacă debitul de calcul pentru alimentarea cu apă a instalațiilor interioare pentru combaterea incendiilor este mai mare decît debitul de calcul pentru hidranții exteriori de incendiu, prin aplicarea relației (5.5) se poate obține un debit de calcul mai mic decît cel necesar și pentru evitarea subdimensionării rețelei exterioare se verifică debitul de calcul cu relația

$$q_c = K_p(\Sigma q'_{ci} + \Sigma q'_{ce}) + q'_{ie} + q_{ii} \quad [l/s], \tag{5.6}$$

în care: q'_{ie} este debitul de calcul al hidranților exteriori, calculat pentru numărul de incendii simultane mai puțin un incendiu;
q_{ii} — cel mai mare debit de calcul al instalațiilor interioare de combatere a incendiilor;
a'_{ei}; q'_{ie} și K_p au semnificațiile din relația (5.5).

Pentru instalații de incendiu a căror intrare în funcțiune este admisă a fi temporizată (hidranți exteriori, tunuri, drencere cu acționare manuală, instalații de spumă etc.), se pot folosi pentru incendiu debitele de apă rece menajeră și tehnologică, cînd sînt îndeplinite următoarele condiții:

— procesul tehnologic permite o întrerupere de funcționare;

— se manevrează cel mult trei robinete pentru folosirea acestor debite, robinete amplasate în stația de pompare, în cămine exterioare și alte locuri ferite și ușor accesibile în timpul incendiului;

— timpul de acționare (măsurat de la semnalizarea incendiului pînă la terminarea operației de manevrare) nu conduce la depășirea duratei de temporizare stabilite prin prescripțiile legale în vigoare pentru sistemul de protecție contra incendiului respectiv.

Debitul de calcul pentru un incendiu, al conductelor de distribuție care deservesc două sau mai multe sisteme de protecție contra incendiilor se determină, după caz, prin însumarea debitelor de calcul ai instalațiilor prevăzute să funcționeze simultan.

La stabilirea simultaneităților și duratelor de funcționare ale diferitelor sisteme de protecție se au în vedere următoarele:

— dacă instalația are hidranți interiori și hidranți exteriori, se consideră — la construcții obișnuite — funcționarea hidranților interiori timp de 10 min, iar a celor exteriori în următoarele 3 h. La sălile de spectacole și clădirile monobloc și înalte, în prima oră se asigură funcționarea, fie a hidranților interiori, fie a celor exteriori, instalația dimensionîndu-se la debitul cel mai mare, iar în următoarele două ore, numai a celor exteriori;

— dacă instalația are numai hidranți interiori, iar alimentarea cu apă pentru stingerea unui incendiu se face din exterior cu pompe de incendiu mobile, direct din bazine sau din rezervoare, în primele 10 min. se consideră funcționarea simultană a jeturilor din tabelul 3.8, iar în următoarele 50 min., numai a unui jet;

— dacă instalația alimentează hidranți interiori și instalații de sprinklere sau drencere pentru construcții obișnuite, la debitul pentru hidranți interiori se adaugă debitul necesar funcționării sprinklerelor sau drencerelor timp de 1 h.

În cazul în care nu se poate asigura întregul debit de calcul, acesta se poate determina astfel:

— minimum 15 l/s timp de 10 min, din care 10 l/s pentru sprinklere sau drencere și 5 l/s pentru hidranți interiori, cînd alimentarea se face dintr-o sursă inițială automată, cu condiția ca în acest interval de timp să se pună în funcție sistemul de bază pentru alimentarea cu apă a instalației, înainte de epuizarea sursei inițiale;

— maximum 55 l/s timp de 60 min. (dintre care 30 l/s pentru sprinklere sau drencere și 25 l/s pentru hidranți de incendiu);

— debitul hidranților exteriori în următoarele 2 h.

Debitul de calcul al conductelor de serviciu (ale sistemului de alimentare cu apă al localității) care alimentează cu apă rece fiecare clădire (care are instalație centrală sau instalații locale proprii pentru prepararea apei calde de consum).

Se determină ca fiind debitele necesarului de apă (STAS 1343/1-77) cu relațiile

$$Q_{n\,zi\,med} = \sum \frac{q_{sp} \cdot N_t}{1\,000} \quad [m^3/zi]; \tag{5.7}$$

$$Q_{n\,zi\,max} = \sum \frac{K_{zi} q_{sp} \cdot N_t}{1\,000} \quad [m^3/zi]; \tag{5.8}$$

sau

$$Q_{n\,zi\,max} = \sum \frac{q_{zi\,max} \cdot N_t}{1\,000} \quad [m^3/zi]; \tag{5.9}$$

$$Q_{n\,orar\,max} = \sum \frac{K_0 K_{zi} q_{sp} N_t}{24 \cdot 1\,000} \quad [m^3/h]; \tag{5.10}$$

sau

$$Q_{n\,orar\,max} = \sum \frac{K_0 q_{zi\,max} N_t}{24 \cdot 1\,000} \quad [m^3/h], \tag{5.11}$$

în care: $Q_{n\,zi\,med}$ este debitul zilnic mediu al necesarului de apă;
$Q_{n\,zi\,max}$ — debitul zilnic maxim al necesarului de apă;
$Q_{n\,orar\,max}$ — debitul orar maxim al necesarului de apă;
q_{sp} — debitul zilnic mediu specific al necesarului de apă corespunzător relației:

$$q_{sp} = q_g + q_p + q_s + q_{ii} \quad [l/om\ zi]; \tag{5.12}$$

q_g — debitul zilnic mediu specific pentru nevoi gospodărești ale populației;
q_p — debitul zilnic mediu specific pentru nevoi publice;
q_s — debitul zilnic mediu specific pentru stropit și spălat străzi, pentru stropit spații verzi etc.;
q_{ii} — debitul zilnic mediu specific pentru unitățile de industrie locală aferente servirii populației din localitatea respectivă;
$q_{zi\,max}$ — debitul zilnic maxim specific al necesarului de apă, corespunzător relației:

$$q_{zi\,max} = K_{zi} q_{sp} \quad [l/om \cdot zi]; \tag{5.13}$$

K_{zi} — coeficient de neuniformitate a debitului zilnic;

Valorile debitului zilnic mediu specific (q_{sp}), valorile debitului zilnic maxim specific ($q_{zi\,max}$) și valorile coeficientului de neuniformitate a debitului zilnic (K_{zi}), pe zone diferențiate ale centrului populat în funcție de gradul de dotare a clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă, sînt conform tabelului 5.12.

K_0 — coeficientul de neuniformitate a debitului orar, ale cărui valori, în funcție de numărul total de locuitori ai centrului populat, sînt date în tabelul 5.13;

Tabelul 5.12

Debitele zilnice medii specifice, debitele zilnice maxime specifice şi coeficienţii de neuniformitate a debitului zilnic pentru centre populate (STAS 1343-77)

Zone ale centrului populat diferenţiate în funcţie de gradul de dotare a clădirilor cu instalaţii de alimentare cu apă rece şi apă caldă		q_g (l/om·zi)	q_p (l/om·zi)	1) q_e (l/om·zi)	2) q_{ep} (l/om·zi)	K_{zi}	3) $q_{zi\,max}$ (l/om·zi)
Zone în care apa se distribuie prin cişmele amplasate pe străzi		40	25	5	70	1,4	100
Zone în care apa se distribuie prin cişmele amplasate în curţi		80	30	10	120	1,3	155
Zone cu clădiri racordate la canalizare, având instalaţii interioare de apă rece, fără instalaţii de apă caldă		100	35	10	145	1,25	180
Zone cu clădiri având instalaţii de apă şi canalizare şi instalaţii locale de preparare a apei calde prin:	încălzire cu lemne sau cărbuni	140	40	15	195	1,2	235
	încălzire cu gaze sau electrică	170	50	15	235	1,2	280
Zone cu clădiri având instalaţii interioare de apă şi canalizare, cu instalaţii centrale de preparare a apei calde		280	60	20	360	1,15	415

OBSERVAŢII:

1. Se pot admite valori mai mari pe bază de justificări analitice;

2. Valorile cuprinse în tabel pentru q_{ep} şi $q_{zi\,max}$ nu cuprind şi debitele zilnice medii specifice pentru unităţi de industrie locală (q_{il}) care deservesc centrele populate; aceste debite se vor stabili, analitic pentru fiecare caz în parte;

3. Valoarea poate fi majorată cu:
   — până la 15% pentru oraşe cu populaţie mai mare de 200 000 locuitori;
   — până la 25% pentru oraşe cu populaţie mai mare de 500 000 locuitori;

4. Pentru staţiuni balneo-climaterice (inclusiv staţiunile de pe litoralul Mării Negre), valorile debitelor vor fi stabilite pe bază analitică.

Tabelul 5.13

Valorile coeficientului de neuniformitate a debitului orar, K_o, în funcţie de numărul total de locuitori ai centrului populat (STAS 1343-77)

Numărul total de locuitori ai centrului populat (N)	300	650	850	1 100	1 600	2 500	3 300	4 500	6 500	10 000	18 000	40 000	75 000	≥ 160 000
K_o	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1

N_i — numărul de locuitori permanenţi şi flotanţi pe zone diferenţiate, funcţie de gradul de dotare al clădirilor cu instalaţii de alimentare cu apă rece şi apă caldă la care se referă suma (Σ). În sensul prevederilor acestui standard, locuitorii flotanţi sînt acei locuitori care nu au domiciliul permanent în localitatea considerată, dar prin activitatea ce o desfăşoară, determină creşterea debitului zilnic mediu al necesarului de apă (ex.: pentru un hotel se va considera ca număr al locuitorilor flotanţi, numărul de paturi ale hotelului şi nu numărul de persoane înregistrate la hotel timp de un an).

5.3. Calculul hidraulic al conductelor

5.3.1. Calculul hidraulic al reţelelor exterioare de distribuţie a apei reci în ansambluri de clădiri

Cunoscînd configuraţia geometrică a reţelei exterioare de distribuţie a apei reci, trasată pe planul de situaţie al ansamblului de clădiri, numărul şi tipul punctelor de consum precum şi debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă, se întocmeşte schema de calcul hidraulic, pe care se numerotează tronsoanele traseului principal de alimentare cu apă a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic şi ale tuturor ramificaţiilor care pornesc din nodurile traseului principal. Pentru dimensionarea conductelor se folosesc atît vitezele economice (indicate în tabel 2.8) cît şi vitezele maxime admise ale apei în conducte, ca şi în cazul instalaţiilor de distribuţie a apei reci din interiorul clădirilor. Se folosesc, de asemenea, nomogramele de calcul din figurile 2.4 şi 2.5. Pentru dimensionarea conductelor din oţel cu diametre mai mari de 150 mm, pentru apă rece se folosesc nomogramele din figurile 5.3 şi 5.4, iar pentru conducte din fontă clasa B nebitumate, pentru apă rece, nomogramele din figurile 5.5 şi 5.6. În cazul folosirii tuburilor din fontă din clasa B bitumate la interior şi din clasa A nebitumate şi bitumate la interior se va folosi nomograma din figura 5.7 pentru determinarea coeficientului de corecţie a pierderilor de sarcină deduse din nomogramele din figurile 5.5 şi 5.6. La dimensionarea conductelor din azbociment pentru apă rece se vor

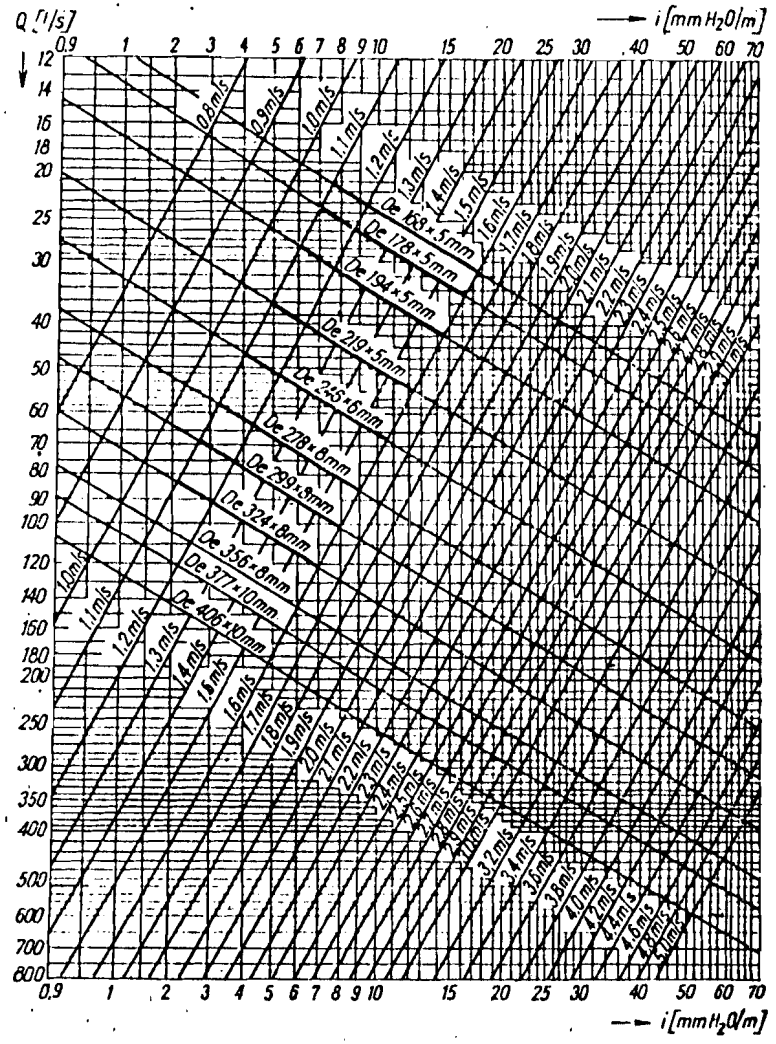


Fig. 5.3. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel cu $D_n > 150$ mm, pentru apă rece, $H_g \leq 15$ m.

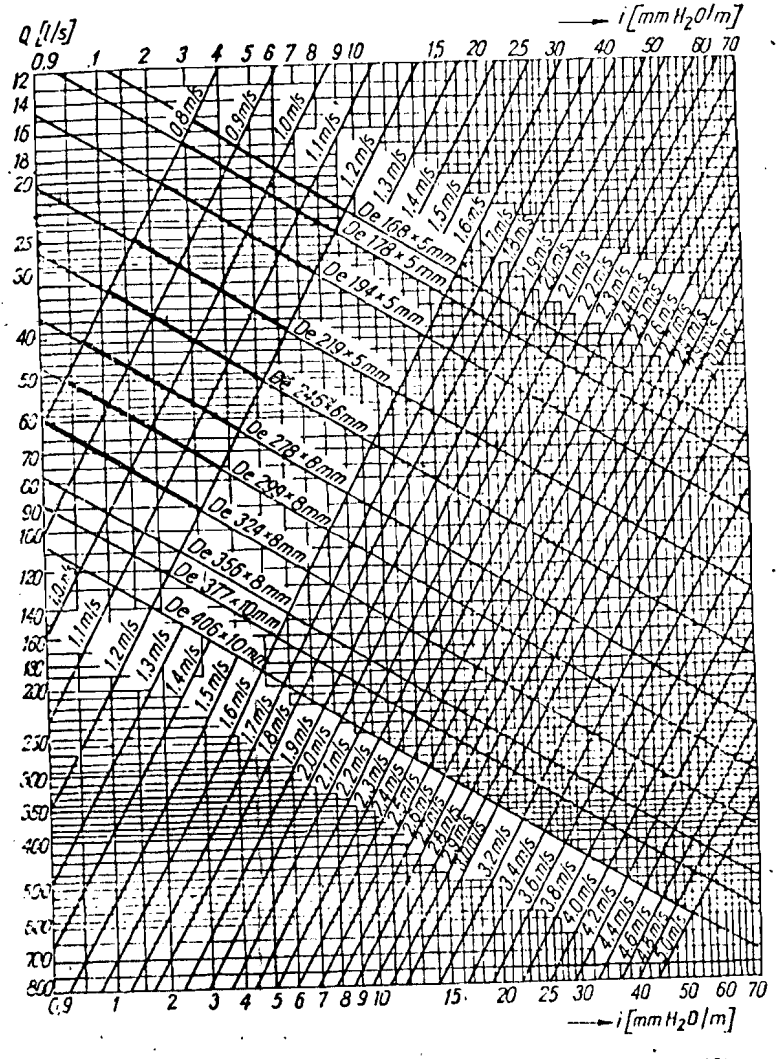


Fig. 5.4. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel cu $D_n > 150$ mm, pentru apă rece, $H_g > 15$ m.

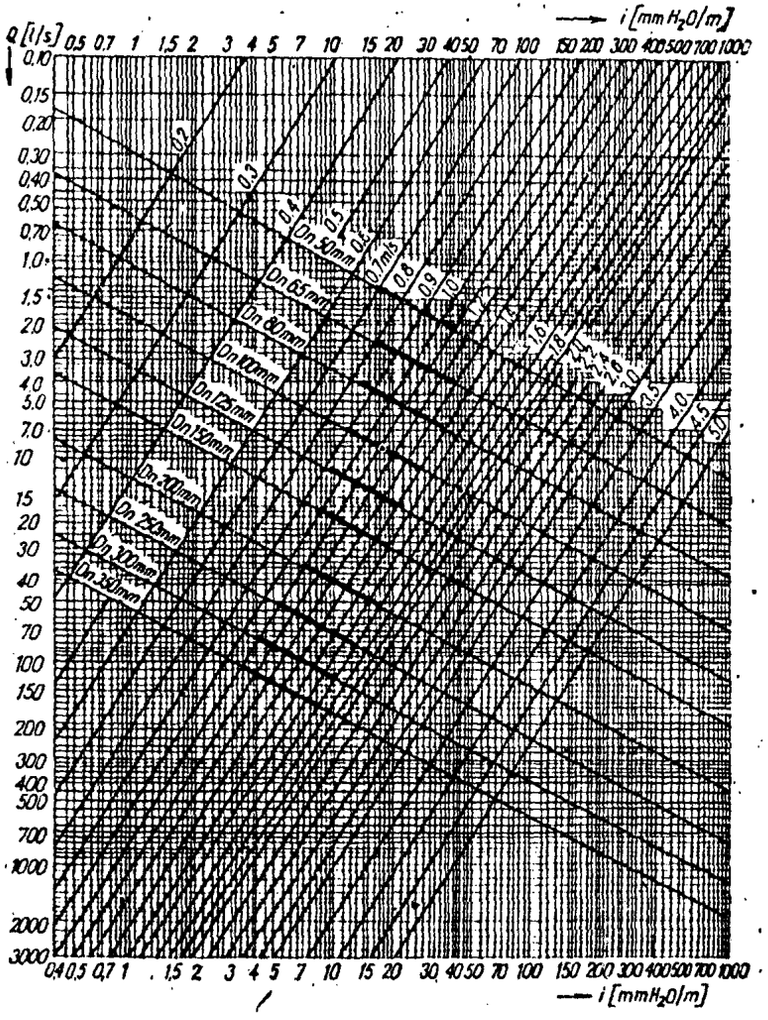


Fig. 5.5. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din fontă, pentru apă rece, $H_g \leq 15$ m.

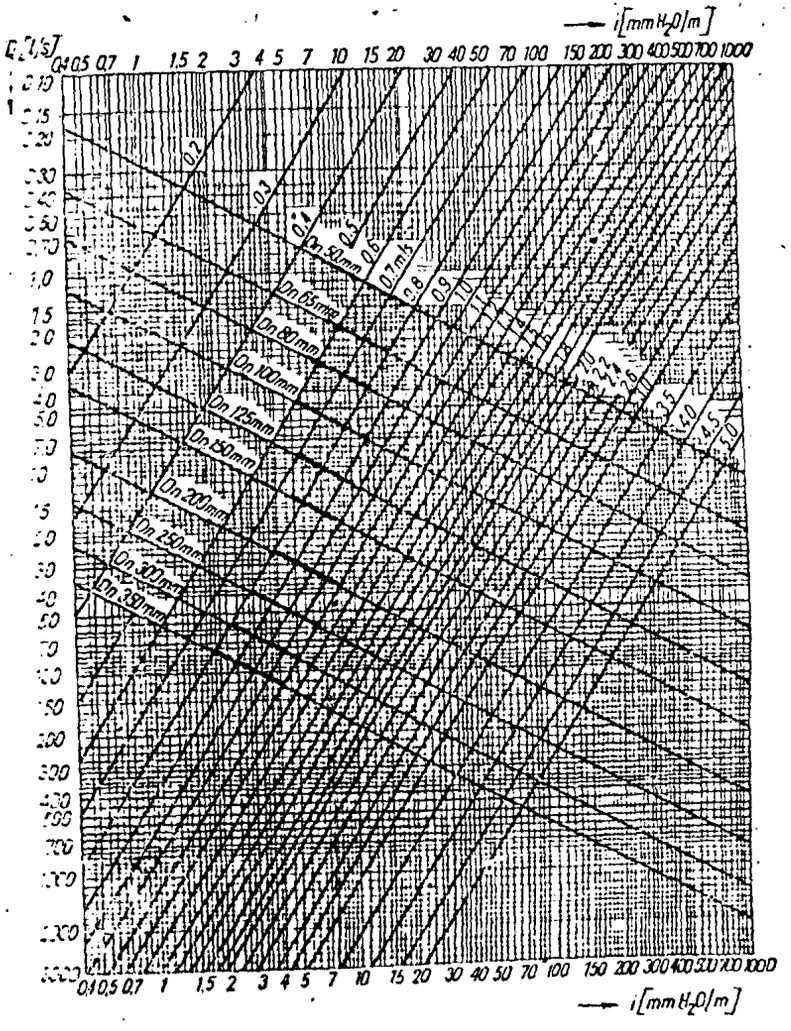


Fig. 5.6. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din fontă, pentru apă rece, $H_g > 15$ m.

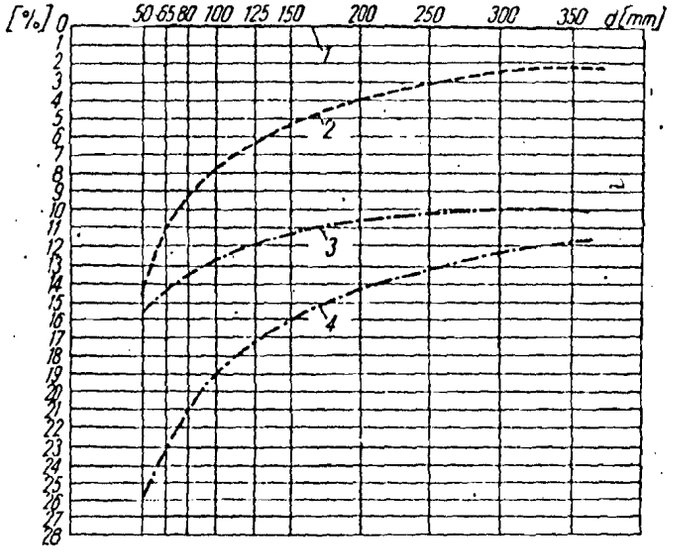


Fig. 5.7. Nomogramă pentru determinarea coeficientului de corecție a pierderilor de sarcină liniare deduse din nomogramele din figurile 5.5 și 5.6.

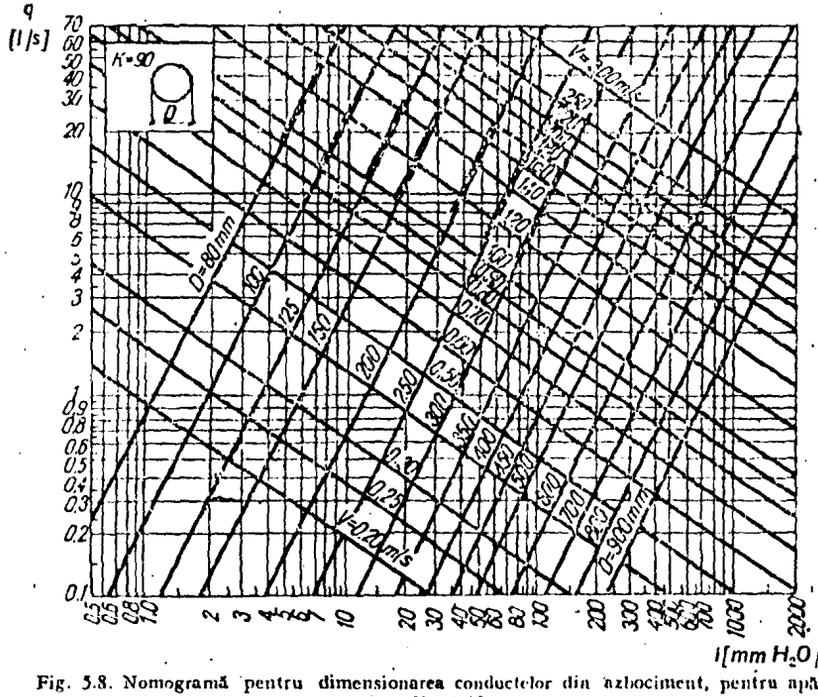


Fig. 5.8. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din azbociment, pentru apă rece, $H_g \leq 15$ m.

utiliza nomogramele din figurile 5.8 și 5.9. Pentru calculul pierderilor de sarcină liniare în furtunurile de cauciuc cu diametre de 24; 32; 40; 50 și 75 mm pentru stropit spații verzi, se va utiliza diagrama din figura 5.10. Pierderile de sarcină locale se calculează folosind nomograma din figura 2.8, pe care sînt trecute și valorile coeficienților de pierderi de sarcină locale ξ.

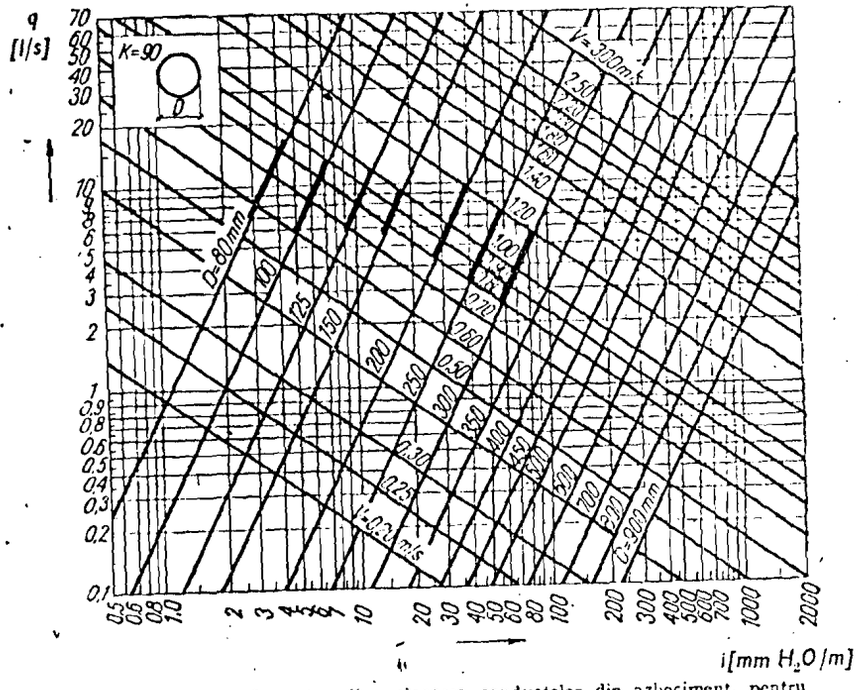


Fig. 5.9. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din azbociment, pentru apă rece, $H_g > 15$ m.

Sarcina hidrodinamică necesară a apei reci în punctul de racord al rețelei exterioare din ansamblul de clădiri la conducta de servici a sistemului de alimentare cu apă al localității, H_{nec}, se determină cu relația generală (2.13).

Calculul hidraulic al rețelelor ramificate. Se efectuează mai întîi calculul hidraulic al traseului principal (cel mai defavorabil), determinîndu-se H_{nec}, iar ramificațiile se dimensionează în limitele sarcinilor disponibile din nodurile respective ale traseului principal și ale vitezelor maxime ale apei (pînă la 3 m/s) admise în conducte. Sarcinile în exces se pot prelua prin robinete de reglaj sau prin diafragme calibrate dimensionate corespunzător.

Calculul hidraulic al rețelelor inelare. La rețele inelare (fig. 5.18) repartiția debitelor se realizează astfel încît pierderea de sarcină pe un inel să fie nulă: $\Sigma h_r = \Sigma M q |q| = 0$, în care debitele $|q|$ se iau pozitive sau negative, funcție de sensul arbitrar ales de parcurgerea inelului (sensul, o dată ales se păstrează același pentru toate inelele rețelei). Debitele se determină iterativ,

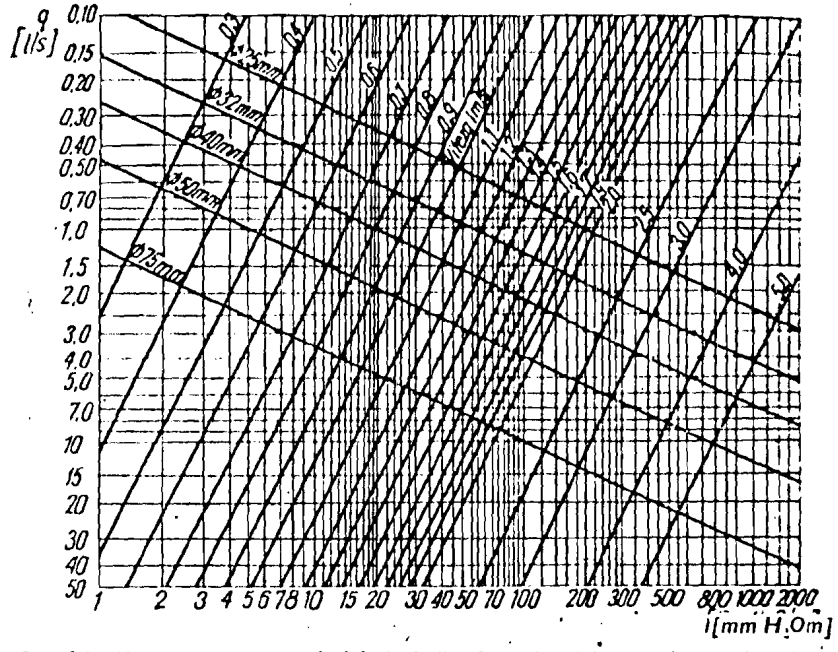


Fig. 5.10. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină liniare în furtunurile din cauciuc cu D_n 24; 32; 40; 50; 75.

pornind de la valori aproximate inițial, cu respectarea condițiilor de continuitate în noduri (cu cît debitele aproximate sînt mai apropiate de valorile reale, cu atît calculul este mai puțin laborios) și corectate succesiv. Pentru fiecare inel se calculează corecția Δq. La valoarea algebrică a fiecărui debit $|q|$ se adună valoarea algebrică a corecției Δq calculată pentru inelul din care face parte tronsonul respectiv.

Debitele de pe tronsoanele comune primesc corecții de pe ambele inele. Calculul iterativ se efectuează pentru întreaga rețea, pînă cînd suma pierderilor totale de sarcină Σh_r, pe fiecare inel, se apropie de valoarea zero; la rețelele exterioare de alimentare cu apă, calculul se consideră încheiat dacă $\Sigma h_r \leqslant$ $\leqslant 0{,}5$ mH_2O pentru fiecare inel.

5.3.2. Calculul hidraulic al conductelor de branșament

Rețelele exterioare de distribuție a apei reci din ansambluri de clădiri se pot racorda la conductele de serviciu ale sistemului de alimentare cu apă a localităților fie direct, cînd sarcina hidrodinamică disponibilă a apei în punctul de racord, H_{disp}, este mai mare sau cel puțin egală cu sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} pentru alimentarea cu apă a rețelei respective, sau,

indirect, prin intermediul unei instalații de ridicare a presiunii apei reci, cînd $H_{disp} < H_{nec}$.

Conducta de branșament se dimensionează cunoscînd debitul de calcul al rețelei exterioare din ansamblul de clădiri și utilizînd valorile vitezelor economice ale apei redate în tabelul 2.8. Pe conducta de branșament se montează robinetul de branșament (vana de concesie) și contorul de apă (apometrul) pentru măsurarea și înregistrarea debitului de apă. Contorul de apă se amplasează fie în cămin pentru apometru (STAS 6002-82), fie în clădirea instalației de ridicare a presiunii apei. Se utilizează două tipuri de contoare de apă: cu palete (STAS 3743-82) sau cu elice (STAS 6070-81).

Parametrii principali ai contoarelor de apă cu palete sînt indicați în tabelul 5.14. Pierderea de sarcină în acest tip de contor este de 10 mH_2O la

Tabelul 5.14

Parametrii principali ai contoarelor de apă cu palete
(STAS 3743-82)

Mărimea	Diametrul orificiului de intrare și ieșire mm	Debitul nominal m³/h	Debit maxim admisibil		
			de scurtă durată (*max.* 1 h) m³/h	zilnic m³/zi	lunar m³/lună
(13)	13	3	3	6	90
15	15				
20	20	5	5	10	150
30	30	10	10	20	200

OBSERVAȚIE:
Mărimea între paranteze se execută numai în cazul unor condiții speciale de utilizare.

debit nominal, iar pentru debite inferioare acestuia se determină din nomograma din figura 5.11.

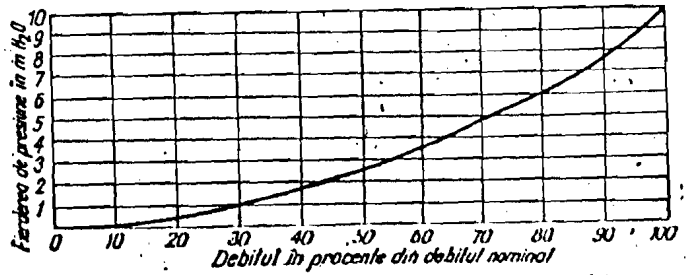


Fig. 5.11. Pierderea de sarcină în contorul de apă cu palete.

Pentru contoarele cu elice, parametrii principali sînt prezentați în tabelul 5.15 pentru contoare cu elice simple și în tabelul 5.16 pentru contoare cu elice cu anexă de sensibilizare. Pierderea de sarcină în contorul cu elice simplu

Tabelul 5.15

Parametrii principali ai contoarelor cu elice simple (STAS 6070-81)

Mărimea	Debit caracteristic m^3/h	Debit maxim admisibil: lunar, la exploatare continuă (24 h/zi) m^3/h	zilnic la exploatare redusă (*max.* 10 h/zi) m^3/h	de scurtă durată (*max.* 1 h) m^3/h
50/15	30	12	15	30
50/20	30	12	15	30
100/20	140	65	85	140

OBSERVAȚIE:
Mărimea 50/20 se execută numai pe bază de înțelegere între producător și beneficiar.

Tabelul 5.16

Parametrii principali ai contoarelor cu elice cu anexă de sensibilizare (STAS 6070-81)

Mărimea	Diametrul orificiilor de intrare și ieșire mm	Debit caracteristic m^3/h	Debit maxim admisibil: lunar la exploatare continuă (24 h/zi) m^3/h	zilnic la exploatare redusă (*max.* 10 h/zi) m^3/h	de scurtă durată (*max.* 1 h) m^3/h
50	50	30	12	15	30
100	100	140	65	85	140
150	150	350	140	175	350
200	200	600	240	300	600

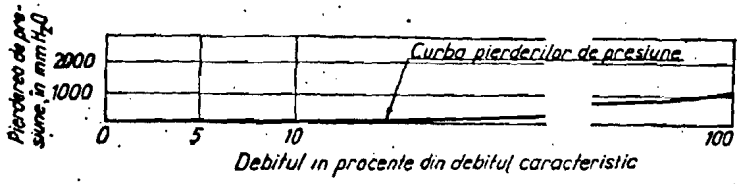


Fig. 5.12. Pierderea de sarcină a contorului de apă cu elice simplu.

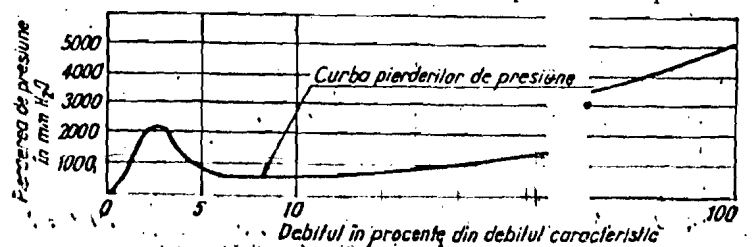


Fig. 5.13. Pierderea de sarcină a contorului de apă cu elice cu anexă de sensibilizare.

trebuie să fie de 1 000 mm H_2O la debitul caracteristic, conform diagramei din figura 5.12. Pierderea de sarcină a contorului cu elice cu anexă de sensibilizare trebuie să fie *max* 5 000 mm H_2O la debitul caracteristic și 2 500 mm H_2O în domeniul de comutație, conform diagramei din figura 5.13.

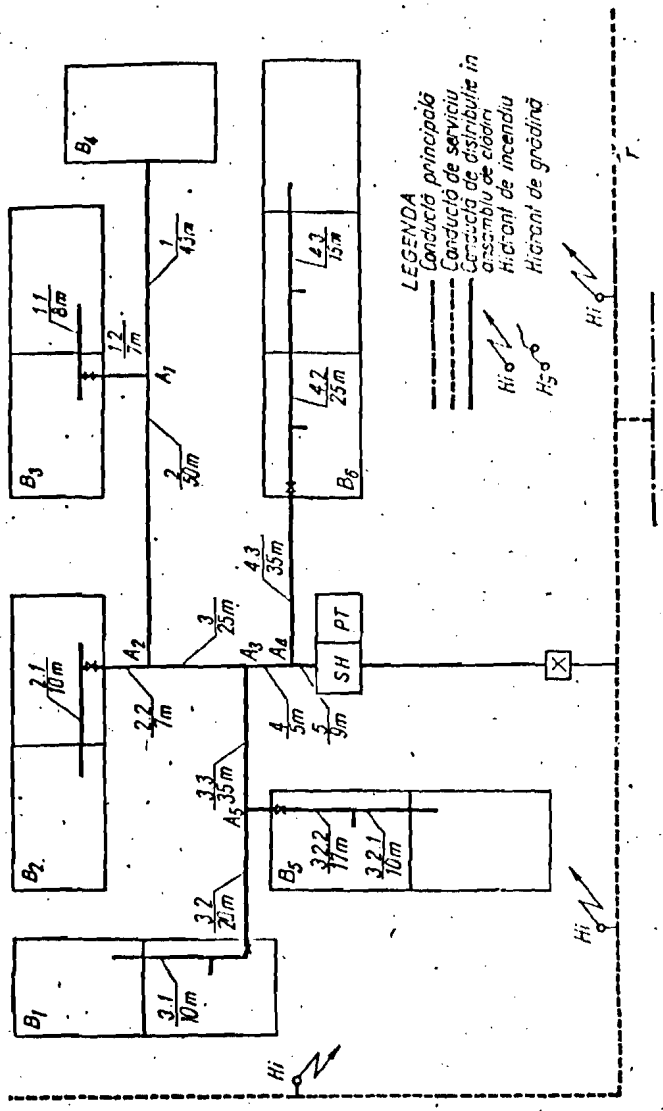


Fig. 5.14. Schemă de calcul a rețelei de distribuție a apei reci într-un ansamblu de clădiri de locuit cu $P + 9$ etaje și un număr total de 480 apartamente.

La calculul hidraulic al conductei de branşament se utilizează aceleaşi nomograme ca şi pentru reţelele exterioare de distribuţie a apei reci din ansamblul de clădiri. La pierderile de sarcină liniare şi locale de pe conducta de branşament se adaugă şi pierderea de sarcină în contorul de apă.

Exemplul de calcul 5.1. Să se efectueze calculul hidraulic al reţelei de distribuţie a apei reci de consum în ansamblul de clădiri de locuit cu $P + 9$ etaje şi un număr total de 480 apartamente, reprezentat în figura 5.14. În punctul de intrare a conductei de alimentare cu apă în clădirea B_4, cea mai dezavantajată din punct de vedere hidraulic faţă de staţia de pompare, pierderile de sarcină liniare sînt 713,2mmH_2O iar pierderile de sarcină locale sînt 1 183,5 mmH_2O.

Pe schema de calcul din figura 5.14 sînt notate lungimile tronsoanelor de conducte.

Reţeaua de distribuţie a apei reci se execută din ţevi de oţel montate îngropat şi protejate împotriva coroziunii. Regimul de furnizare a apei la consumatori este de 24 h.

Rezolvare. Pe schema de calcul a reţelei de distribuţie (fig. 5.14) se stabileşte traseul principal de calcul pentru clădirea B_4. Calculul hidraulic este sistematizat în tabelul 5.17, care se completează în felul următor:

— în coloanele *1—6* se înscriu numerele tronsoanelor de calcul, numărul şi felul armăturilor alimentate cu apă rece de fiecare tronson, suma echivalenţilor corespunzători (conform tabel 2.3), debitele de calcul determinate pentru fiecare tronson cu relaţia de calcul din tabelul 2.3;

— în coloana *7* se înscrie debitul de calcul majorat cu 10% pentru acoperirea pierderilor de apă în reţeaua exterioară de distribuţie montată îngropat;

— în coloana *8* se înscriu lungimile tronsoanelor, conform indicaţiilor din figura 5.14;

— în coloana *9* se trec diametrele conductelor rezultate, în funcţie de debitul de calcul şi de vitezele economice admise, conform diagramei din figura 2.5 pentru $H_g > 15$ mH_2O;

— în coloanele *10* şi *11* se trec: v, viteza apei în m/s pentru fiecare tronson, respectiv pierderea de sarcină liniară unitară i în mmH_2O/m, determinate conform diagramei din figura 2.5;

— în coloana *12* se trece pierderea de sarcină $h_{rf} = i \cdot l$ pe tronsonul respectiv;

— în coloana *13*, după dimensionarea tuturor tronsoanelor (de la cel mai îndepărtat punct de consum şi pînă la punctul de alimentare), se însumează pierderile de sarcină liniare, tronson cu tronson. Pentru instalaţia interioară a clădirii B_4, $\Sigma h_{rf} = 713{,}2$ mm H_2O.

— în coloana *14* se calculează suma coeficienţilor de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$ pentru fiecare tronson:

Tronson 1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronson 2:

1 teu în derivaţie	1 × 2,0 = 2,0
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
	Total 2,3

Tronson 3:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 4:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronson 5:

3 coturi d_n 125 mm	3 × 1,0 3,0
1 robinet cu sertar d_n 125 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 ieşire din rezervor	1 × 0,5 = 0,5
	Total 3,8

Tronson 1.1:

1 teu de bifurcaţie	1 × 2,0 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 1.2:

1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu în derivaţie	1 × 1,5 = 1,5
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
	Total 3,8

Tronson 2.1:

1 teu de bifurcaţie	1 × 2,0 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 2.2:

1 robinet sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
	Total 2,8

Tronson 3.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 3.2:

3 coturi d_n 65 mm	3 × 1,0 = 3,0
1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
	Total 4,1

Tronson 3.3:

1 teu în derivaţie	1 × 1,5 = 1,5
	Total 1,5

Tronson 3.2.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 3.2.2:

1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
1 teu în derivaţie	1 × 2,0 = 2,0
	Total 4,3

Tronson 4.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 4.2:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronson 4.3:

1 teu în derivaţie	1 × 2,0 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 65 mm	1 × 0,3 = 0,3
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
	Total 4,3

Calculul hidraulic al rețelei de distribuție a apei reci de consum dintr-un ansamblu

Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor alimentate de tronson	0,7 E_1	E_2	E	q_c l/s	1,10 q_c l/s	l m
1	2	3	4	5	6	7	8
	Traseu B_4–S.H						
1	40B+40L+40S+40R	65,8	20,0	85,8	1,73	1,90	43,0
2	120B+120L+120S +120R	197,4	60,0	257,4	3,44	3,78	50,0
3	200B+200L+200S +200R	329,0	100,0	429,0	4,83	5,31	25,0
4	360B+360L+360S +360R	592,2	180,0	772,2	7,26	7,98	5,0
5	480B+480L+480S 480R	789,6	240,0	1029,6	8,92	9,8	9,0
	Racord clădire B_3; $H_{disp\ A_1}$ = 28 990,2 mm H_2O						
1.1	40B+40L+40S+ +40R	65,8	20,0	85,8	1,73	1,90	8,0
1.2	80B+80L+80S+ 80R	131,6	40,0	171,6	2,65	2,92	7,0
	Racord clădire B_2; $H_{disp\ A_2}$ = 29 565,2 mm H_2O						
2.1	40B+40L+40S+ +40R	6,58	20,0	85,8	1,73	1,90	10,0
2.2	80B+80L+80S+ +80R	131,6	40,0	171,6	2,65	2,92	7,0
	Racord clădire B_1; $H_{disp\ A_3}$ = 29 701,2 mm H_2O						
3.1	40B+40L+40S+ +40R	6,58	20,0	85,8	1,73	1,90	10,0
3.2	80B+80L+80S+ 80R	131,6	40,0	171,6	2,65	2,92	20,0
3.3	160B+160L+160S +160R	263,2	80,0	343,2	4,15	4,57	35

Tabelul 5.17

de clădiri de locuit având P + 9 etaje și 480 apartamente (exemplul de calcul 5.1)

d țoli	v m/s	i $\frac{mm\ H_2O}{m}$	$h_{rl} = i \times l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$h_r = \Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ mm H_2O	H_a mm H_2O	H_g mm	H_{sec} mm H_2O
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				713,2			1 183,5	1 896,7			
2½	0,54	6,5	279,5	992,7	0,8	14	1 197,5	2 190,2	2 000	24 800	28 990,2
3	0,78	10,0	500,0	1 492,7	2,3	75	1 272,5	2 765,2	2 000	24 800	29 565,2
4	0,64	5,0	125,0	1 617,7	0,5	11	1 283,5	2 901,2	2 000	24 800	29 701,2
4	0,90	9,5	47,5	1 665,2	0,8	35	1 318,5	2 983,7	2 000	24 800	29 783,7
5	0,80	5,5	45,5	1 710,7	3,8	133	1 451,5	3 162,2	2 000	24 800	29 962,2
				713,2			1 183,5	1 896,7			
2½	0,54	6,5	52,0	765,2	2,0	32	1 215,5	1 980,7			
2½	0,75	11,5	80,5	845,7	3,8	121	1 336,5	2 182,2	2 000	24 800	28 982,2
				731,2			1 183,5	1 896,7			
2½	0,54	6,5	65,0	796,2	2,0	32	1 215,5	2 011,7			
2½	0,75	11,5	80,5	876,7	2,8	86	1 301,5	2 178,2	2 000	24 800	28 978,2
				731,2			1 183,5	1 896,7			
2½	0,54	6,5	65,0	796,2	0,5	10	1 193,5	1 989,7			
2½	0,75	11,5	230	1 026,2	4,1	130	1 323,5	2 349,7			29 149,7
3	0,90	13,0	455	1 481,2	1,5	67	1 390,5	2 871,7	2 000	24 800	29 671,7

1	2	3	4	5	6	7	8
	Racord clădire B_3; $H_{disp\ A_3}$ = 29 149,7 mm H_2O						
3.2.1	40B+40L+40S+ +40R	6,58	20,0	85,8	1,73	1,90	10,0
3.2.2	80B+80L+80S+ 80R	131,6	40,0	171,6	2,65	2,92	17,0
	Racord clădire B_4; $H_{disp\ A_4}$ = 29 764,2 mm H_2O						
4.1	40B+40L+40S+ +40R	6,58	20,0	85,8	1,73	1,90	15,0
4.2	80B+80L+80L+ 80R	131,6	40,0	171,6	2,65	2,92	25,0
4.3	120B+120L+120L +120R	197,4	60,0	257,4	3,44	3,78	35,0

Calculul hidraulic al conductei de

Nr. total al armăturilor din ansamblul de clădiri	E_1	E_2	E	q_b l/s	l m
480B + 480L + 480S + + 480R	1128	240	1368	11,02	50

B — baterii pentru căzile de baie; L — baterii pentru lavoare;
S — baterii pentru spălătoare de vase; R — robinete la rezervoarele de spălare ale closetelor

— în coloana *15* se trec pierderile de sarcină locale h_{rl} determinate conform diagramei din figura 2.8 pentru fiecare tronson, în funcție de $\Sigma\zeta$ și viteza apei în tronsonul respectiv (coloana *10*);

— în coloana *16* se însumează pierderile de sarcină locale $\Sigma\zeta h_{rl}$, tronson cu tronson (de la cel mai îndepărtat punct la punctul de alimentare). Pentru instalația interioară a clădirii B_4, Σh_{rl} = 1 183,5 (v. exemplul de calcul 2.2, tabel 2.10);

— în coloana *17* se calculează pierderile de sarcină totale liniare și locale ($\Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$) de la punctul cel mai îndepărtat până la tronsonul respectiv inclusiv;

— în coloana *18* se înscrie presiunea de utilizare H_u, în mm necesară la consumatorul amplasat cel mai dezavantajat hidraulic (pentru clădirea B_4 în exemplul de calcul 2.2, H_u = 2 000 mmH_2O la robinetul rezervorului de closet, conform tabel 2.2);

— în coloana *19* se înscrie înălțimea geodezică H_g, în mm, calculată pentru consumatorul cel mai dezavantajat hidraulic față de planul de referință unic admis pentru întreaga instalație și anume, cota ± 0,00 corespunzătoare pardoselii clădirii stației de hidrofor considerată supraterană (cota ± 0,00 este aceeași cu nivelul parterului clădirilor ansamblului);

Tabelul 5.17 (continuare)

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				731,2			1 183,5	1 896,7			
$2^1/_2$	0,54	6,5	65	796,2	0,5	10	1 193,5	1 989,7			
$2^1/_2$	0,75	11,5	195,5	991,7	4,3	131	1 324,5	2 316,2	2 000	24 800	29 116,2
				731,2			1 183,5	1 896,7			
$2^1/_2$	0,54	6,5	97,5	828,7	0,5	10	1 193,5	2 022,2			
$2^1/_2$	0,75	11,5	287,5	1 116,2	0,8	26	1 219,5	2 335,7			
3	0,78	10,0	350,0	1 466,2	4,3	136	1 355,5	2 821,7	2 000	24 800	29 621,7

Tabelul 5.18

branșament (exemplul de calcul 5.2)

d_b țoli	v_b m/s	i $\frac{mmH_2O}{m}$	$h_{rl} = i \times l$ mmH_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl} mmH_2O	$h_{rl} + h_{rl}$ mmH_2O
4	1,3	19	950	6,5	530 + 300 = 830	1780

— în coloana *20* se trece sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} a apei, punctul de alimentare, respectiv sarcinile disponibile în punctele ($A_1 \dots A_4$), de racord ale traseelor secundare la traseul principal de calcul;

În continuare, în tabelul 5.17 se dimensionează traseele secundare (racordurile clădirilor B_1, B_2, B_3, B_5 și B_6) în funcție de presiunea disponibilă, H_{disp}, în punctele A_1, A_2, A_3, A_4 și A_5 în care acestea se racordează la traseul principal, astfel încît $H_{disp} \geq H_{nec}$ (ex. pentru clădirea B_2, $H_{disp\ A_2}$ = 28 990,2 mmH_2O, $H_{nec\ A_2}$ = 28 982,2 mmH_2O).

Exemplul de calcul 5.2. Să se dimensioneze conducta de branșament pentru instalația de alimentare cu apă rece de consum în ansamblul de clădiri de locuit din exemplul de calcul 5.1 (fig. 5.14).

Sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul de racord la conducta de serviciu este H_{disp} = 10 mH_2O.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă rece de consum în ansamblul de clădiri este H_{nec} = 29 962,2 mm$H_2O \approx$ 30 mH_2O (tabel 5.17). Regimul de furnizare a apei reci este de 24 h. Racordarea instalației din ansamblul de clădiri la conducta de serviciu, se realizează prin intermediul unei instalații de ridicare a presiunii apei, întrucît $H_{disp} < H_{nec}$. Schema de calcul a conductei de branșament este prezentată în figura 5.15.

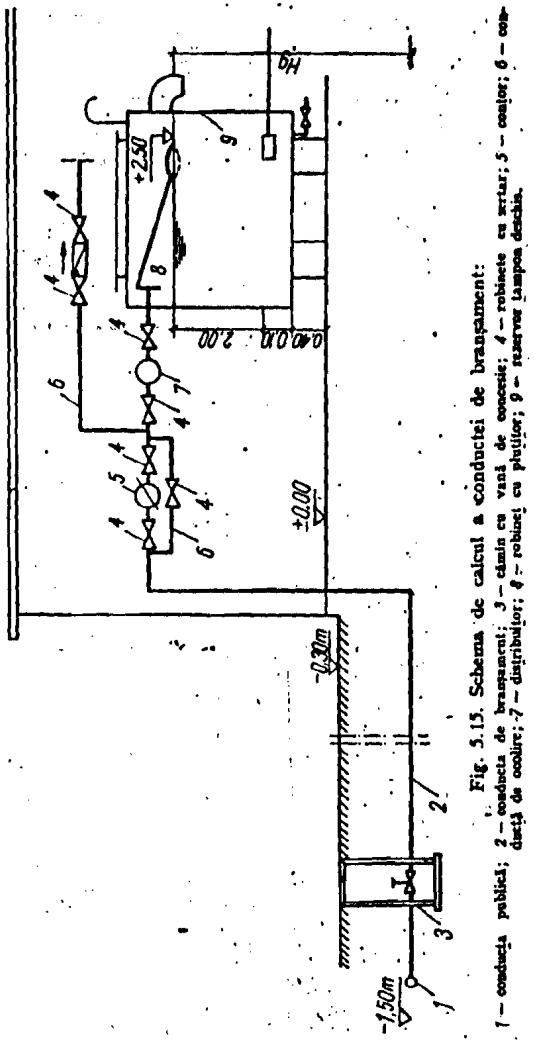


Fig. 5.15. Schema de calcul a conductei de branșament:
1 – conducta publică; 2 – conducta de branșament; 3 – cămin cu vană de conexie; 4 – robinete cu sertar; 5 – contor; 6 – conductă de ocolire; 7 – distribuitor; 8 – robinet cu plutitor; 9 – rezervor tampon deschis.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de branșament este sistematizat în tabelul 5.18 după cum urmează:

— se calculează suma echivalenților $E = E_1 + E_2$ (tabel 2.5);

— se determină debitul de calcul q_b al conductei de branșament cu relația din tabelul 2.5;

— se determină diametrul conductei de branșament d_b, viteza economică a apei în conductă v_b, în m/s, și pierderea de sarcină liniară unitară i, în mmH_2O/m, din nomograma pentru conducte din țeavă de oțel, $H_g < 15$ m (fig. 2.4);

— se calculează pierderile de sarcină liniare totale pe conducta de branșament, h_{rl}, în mmH_2O:

— se calculează suma coeficienților de pierderi de sarcină locale pe conducta de branșament $\Sigma\zeta$:

1 teu în derivație	$1 \times 2{,}0 = 2{,}0$
5 robinete cu sertar d_n 100 mm	$5 \times 0{,}3 = 1{,}5$
3 coturi de trecere	$3 \times 0{,}5 = 1{,}5$
1 intrare în distribuitor	$1 \times 1{,}0 = 1{,}0$
1 ieșire din distribuitor	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
	Total 6,5

— se determină cu nomograma din figura 2.8 pierderile de sarcină locale h_{rl} în funcție de $\Sigma\zeta$ și de viteza apei în conducta de branșament;

— pentru instalația de alimentare cu apă rece de consum din ansamblul de clădiri la un debit de calcul $q_b = 40{,}32$ m³/h se montează un contor cu elice simplu (STAS 6070-81), mărimea 100/20 (tabel 5.13). Pierderea de sarcină locală în contor $h_{rl\,contor} = 300$ mmH_2O (fig. 5.12);

— pierderile de sarcină totale (liniare și locale) în conducta de branșament, $h_{rb} = h_{rl} + h_{rl} = 950 + 830 = 1\,780$ mmH_2O (tabel 5.18);

— se determină presiunea de utilizare H_u la robinetul cu plutitor: $H_u = H_{disp} - (H_g + h_{rb}) = 10 - (4 + 1{,}78) = 4{,}22$ mH_2O. Se observă că $3\ mH_2O < H_u < 10\ mH_2O$, condiție recomandată pentru funcționarea corespunzătoare a robinetelor cu plutitor.

Exemplul de calcul 5.3. Să se efectueze calculul hidraulic pentru traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic al conductei de distribuție a apei reci în ansamblul de clădiri din figura 5.16. Conducta de distribuție este racordată direct la o conductă de serviciu a rețelei orășenești și se execută din țeavă de oțel. Suprafața ansamblului de clădiri este de 3 ha. Pe schema de calcul din figura 5.16 sînt notate, pentru fiecare clădire: suma totală a echivalenților de debit E; volumul construit V; debitul de calcul pentru incendiu interior q_{ii}. De asemenea, pe figura 5.16 sînt notate lungimile tronsoanelor de conducte ale traseului principal de alimentare cu apă.

Rezolvare. Calculul este sistematizat în tabelul 5.19.

Debitele de calcul se determină în ipoteza în care în asnamblul de clădiri are loc un incendiu;

— se calculează suma echivalenților E, pentru toate tronsoanele de calcul;

— se calculează debitul pentru suma de echivalenți E_i în ipoteza unui incendiu, considerînd numai 15% din numărul de băi și dușuri în funcțiune;

— se calculează debitul de apă de consum q_c cu relațiile din tabelul 2.3, în funcție de destinațiile clădirilor;

— se calculează debitul de consum în exterior q_{ce}, în l/s, considerînd că în timpul incendiului fîntînile de băut apă continuă să funcționeze;

— se calculează debitul de consum total $q_{cc} + q_{ce}$, în l/s, care se majorează cu 10% pentru acoperirea pierderilor de apă în rețeaua exterioară montată în pămînt;

— se stabilește debitul necesar pentru stingerea incendiului interior q_{ii}, în l/s, conform tabelului 3.8 și exterior q_{ie}, în l/s, conform tabelului 5.4;

— se determină debitul de calcul q_c cu relația (5.5);

— se determină pentru fiecare tronson de calcul diametrul, viteza apei și pierderea de sarcină liniară unitară i, în mmH_2O/m, cu nomograma din figura 2.4;

— se calculează pierderile de sarcină liniară pentru fiecare tronson h_{rl}, în mmH_2O;

— se calculează suma pierderilor de sarcină liniare Σh_{rl}, în mmH_2O, de la consumatorul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic pînă la punctul de racord;

— se calculează suma coeficienților de rezistență locală $\Sigma\zeta$ pentru fiecare tronson;

Tronson 1:

1 teu de derivație	$1 \times 2 = 2{,}0$
	Total 2,0

Calculul hidraulic al rețelei exterioare de distribuție a apei reci

Nr. tronson	Tipul consumatorilor	E	E_t	q_{ct}, l/s	q_{co}, l/s	$q_{ct} + q_{co}$, l/s	$1{,}10\,(q_{ct} + q_{co})$, l/s	q_{st}, l/s	q_{so}, l/s	q_c, l/s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B_3	171	120	2,12	—	2,12	2,33	—	—	2,33
2	B_2	171	120	2,12	—	2,12	2,33	—	—	2,33
3	B_1	171	120	2,12	—	2,12	2,33	—	—	2,33
4	B_2	171	120	2,12	—			—	—	
	F	—		—	0,20	2,32	2,55	—	—	2,55
5	B_2	171	120	2,12	—			—	—	
	F	—	—	—	0,20	3,29	3,62	—	—	6,12
	Creșa	46	29	0,97	—			2,5	—	
6	B_2	171	120	2,12	—			—	—	
	F	—	—	—	0,20	3,29	3,62	—	—	11,12
	Creșa	46	29	0,97	—			2,5	—	
	H_{to}				—			—	5,0	
7	B_3, B_4	285	200	2,92	—			—	—	
	F	—	—	—	0,20	4,09	4,50	—	—	12,0
	Creșa	46	29	0,97	—			2,5	—	
	H_{to}				—			—	5,0	
8	B_2, B_4, B_2, B_1	588	360	4,29	—			—	—	
	2F	—	—	—	0,40	7,14	7,85	—	—	15,35
	Creșa	46	29	0,97	—			2,5	—	
	Școala	30	30	1,48	—			—	—	
	H_{to}							—	5,0	
9	B_2, B_4, B_2, B_1 B_3	748	472	5,15	—			—	—	
	2F	—	—	—	0,20	7,8	8,58	—	—	16,08
	Creșa	46	29	0,97	—			2,5	—	
	Școala	30	30	1,48	—			—	—	
	H_{to}							—	5,0	

Tabelul 5.19

...racordate direct la conducta de serviciu (exemplul de calcul 5.3)

l, m	d, țoli	v m/s	i, $\frac{mm\ H_2O}{m}$	$h_{rl} = i \times l$, mmH_2O	Σh_{rl}, mmH_2O	$\Sigma\zeta$	h_{rl}, mmH_2O	Σh_{rl}, mmH_2O	$\Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$, mmH_2O	H_a, mmH_2O	H_g, mm	H_{nec}, mmH_2O
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
					2 500			1 076				
10,0	2	1,10	34	340	2 840	2	125	1 201	4 041			
140,0	2	1,10	34	4 760	7 600	1,5	98	1 299	8 899			
70,0	2	1,10	34	2 380	9 980	0,5	33	1 332	11 312			
30,0	2	1,20	40	1 200	11 180	0,5	38	1 370	12 550			
15,0	3	1,25	24	360	11 540	0,5	40	1 410	12 950			
15,0	4	1,31	19	285	11 825	0,5	46	1 456	13 281			
20,0	4	1,42	24	480	12 305	0,5	52	1 508	13 813			
30,0	5	1,20	13	390	12 695	0,5	38	1 546	14 241			
50,0	5	1,30	14	700	13 395	2,3	205	1 751	15 146	10 325	7 500	32 971

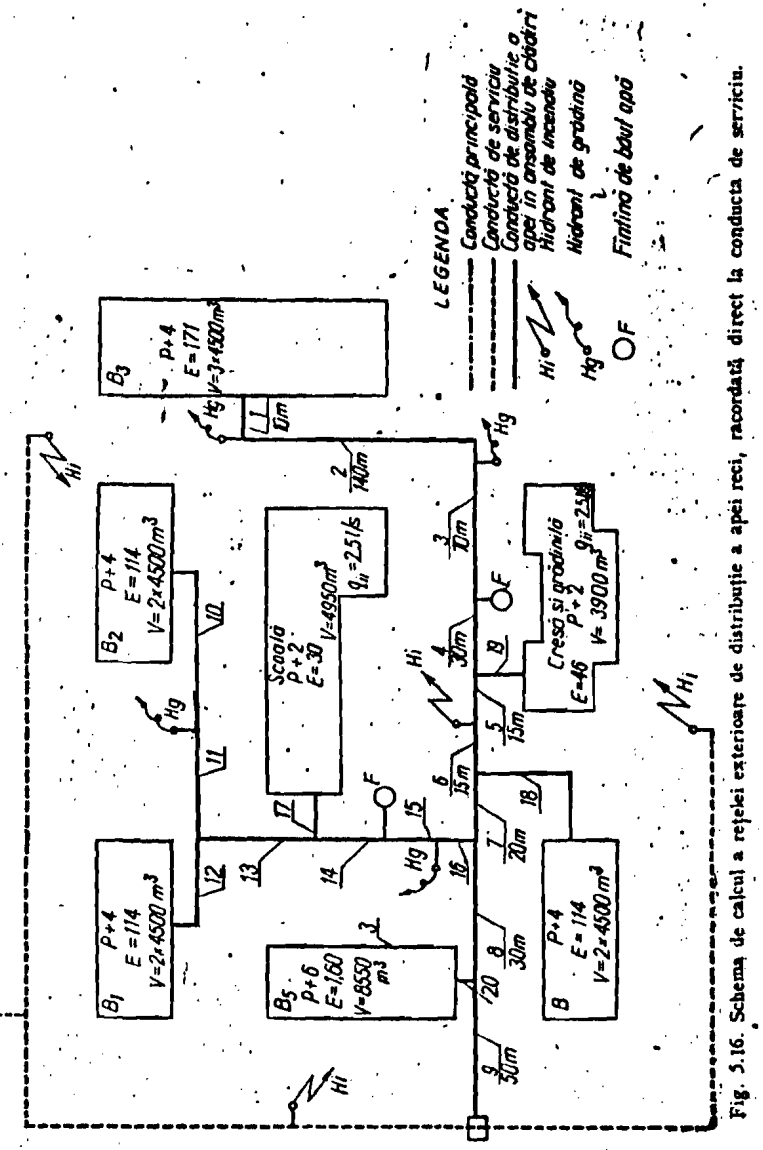


Fig. 5.16. Schema de calcul a rețelei exterioare de distribuție a apei reci, racordată direct la conducta de serviciu.

Tronson 2:

1 cot d_n 50 mm	1 × 1,0 = 1,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 1,5

Tronsoane: 3; 4; 5; 6; 7; 8:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 9:

1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
1 robinet cu sertar d_n 125 mm	1 × 0,3 = 0,3
	Total 2,3

— se determină din diagramă (fig. 2.8) pierderea de sarcină locală h_{rl} pentru fiecare tronson, în funcție de $\Sigma\zeta$ și viteza apei v în tronsonul respectiv;

— se calculează suma pierderilor de sarcină locale Σh_{rl}, în mmH_2O, de la consumatorul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic la punctul de racord;

— se calculează $h_r = \Sigma h_{rl} + \Sigma h_{rl}$ pe traseul de calcul;

— se stabilește presiunea de utilizare (H_u) necesară la hidrantul de incendiu interior:

$$H_u = h_f + H_i = 8,4 + 1,925 = 10,325 \text{ mH}_2\text{O};$$

$$h_f = A \cdot l \cdot q_{ih}^2 = 0,0154 \times 20 \times 2,5^2 = 1,925 \text{ mH}_2\text{O};$$

$H_i = 8,4$ mH_2O pentru $q_{ih} = 2,5$ l/s și diametrul orificiului final de 16 mm (tabel 3.9);

— se stabilește înălțimea geodezică H_g la hidrantul de incendiu interior $H_g = -7\,500$ mm;

— se calculează sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} în punctul de racord la rețeaua exterioară: $H_{nec} = 32,971$ mH_2O (tabel 5.19).

Exemplul de calcul 5.4. Să se determine debitul de calcul pentru dimensionarea rețelelor exterioare de distribuție a apei reci într-un ansamblu de clădiri cu două zone de presiune corespunzătoare celor două regimuri de înălțime ale clădirilor. Schema de calcul este prezentată în figura 5.17, pe care sînt notate: suma echivalenților de debit E, volumul construit al clădirii V și debitele de calcul q_{ii} pentru incendiu interior.

Rețeaua exterioară asigură debitul de apă rece pentru consum menajer și debitul de incendiu interior.

În ansamblul de clădiri sînt prevăzute două rețele separate, corespunzătoare celor două zone de presiune ale apei.

Rezolvare. Calculul este sistematizat în tabelul 5.20.

Pentru prima zonă de presiune (sub 60 mH_2O) se calculează suma echivalenților E pentru fiecare tronson de calcul (se consideră că în caz de incendiu funcționează numai 15% din băi și dușuri, nu se stropesc spațiile verzi și funcționează fîntînile de băut apă).

Se determină debitul de calcul pentru consum menajer q_{ct}, pentru fiecare clădire în parte, în funcție de destinație, cu relațiile din tabelul 2.3, considerînd regimul de furnizare al apei reci de 24 h și apa caldă furnizată la temperatura de 60°C.

Se stabilește debitul necesar pentru stingerea incendiului interior q_{ii}, în l/s, conform tabelului 3.8 pentru școală și cinematograf și se determină debitul de calcul cu relația (5.4).

Se determină debitul de calcul cu relația (5.5), considerînd un singur incendiu pentru ansamblul de clădiri.

Pentru zona a doua de presiune, conducta de distribuție alimentează cu apă rece în regim de furnizare 24 h, clădiri de locuit cu $P + 9$ și $P + 10$ etaje, pentru care debitele de calcul se determină cu relațiile din tabelul 2.3.

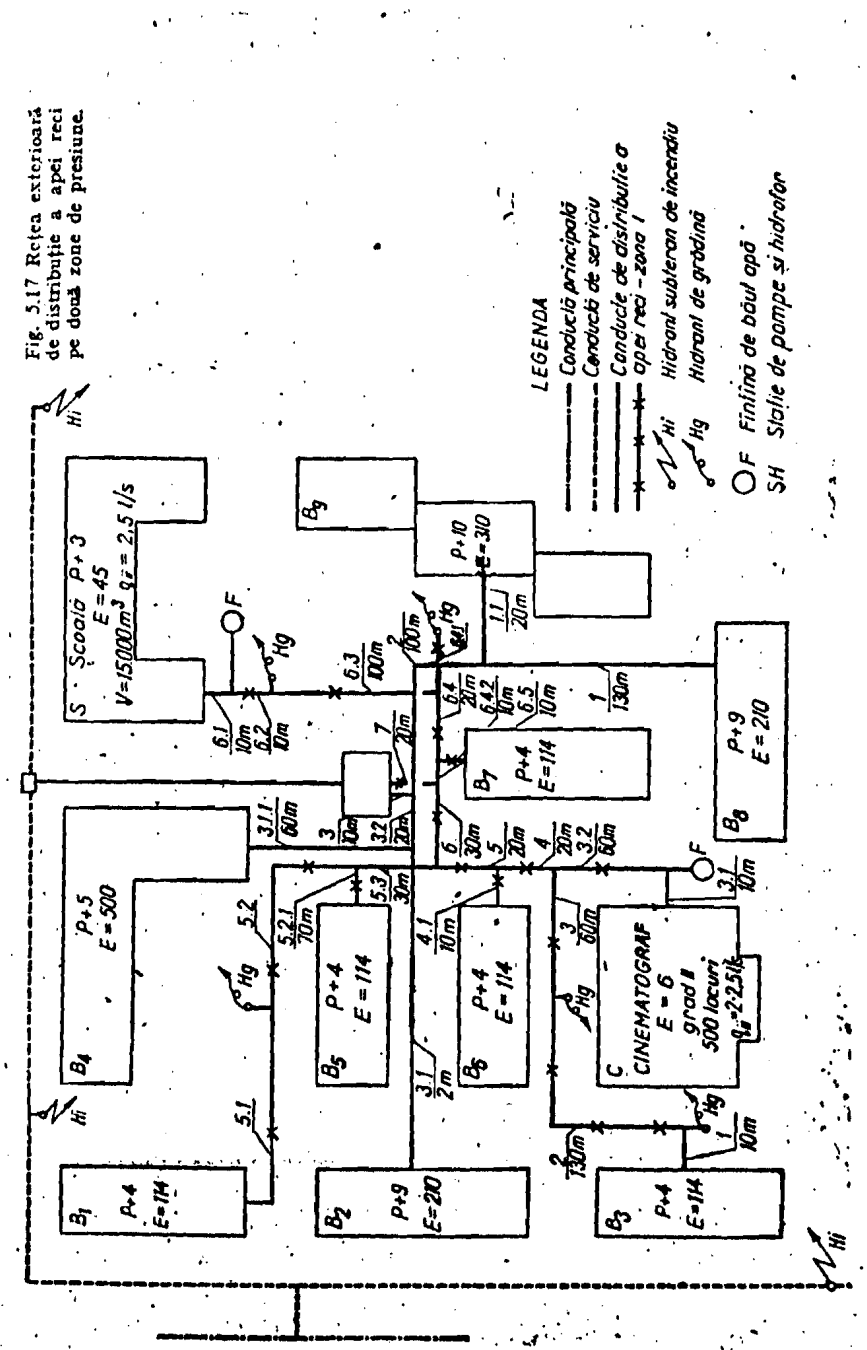


Fig. 5.17 Rețea exterioară de distribuție a apei reci pe două zone de presiune.

Tabelul 5.20

Calculul debitelor de apă pentru rețeaua exterioară cu două zone de presiune (exemplul de calcul 5.4).

Nr. tronson	Tipul consumatorilor	E	q_{ct}, l/s	q_{ac}, l/s	$q_{ct} + q_{ac}$, l/s	1,10 ($q_{ct} + q_{ac}$) l/s	q_{in}, l/s	q_c, l/s
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ZONA I DE PRESIUNE							
1	B_3	114	2,06	—	2,06	2,26	—	2,26
2	B_3 Hg	114	2,06	—	2,06	2,26	—	2,26
3	B_3 Hg	114	2,06	— —	2,06	2,26	—	2,26
4	B_3 C Hg, F	114 6	2,06 0,51	— — 0,2	2,77	3,05	— 3,05	
5	B_3; B_6 C Hg, F H_f	228 6 .	3,17 0,51	— — 0,2	3,88	4,27	5,0	9,27
6	B_3,B_6,B_1,B_5 C Hg, F H_f	456 6 .	5,02 0,51	0,2	5,73	6,3	5,0	11,3
7	B_3,B_6,B_1,B_5,B_7 C S Hg, 2F H_f	570 6 45 .	5,86 0,51 1,8	— — 0,4	8,57	9,43	5,0	14,43
	Trascul 5.1 ... 5.3							
5.1	B_3	114	2,06	—	2,06	2,26		2,26
5.2	B_1 Hg	114 —	2,06 —	—	2,06	2,26	—	2,26

Tabelul 5.20 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.3	B_1, B_8 Hg	228	3,17*	—	3,17	3,5	—	3,5
	Traseu 6.1 ... 6.5							
6.1	S, H_{II}	45	1,8	—	1,8	1,98	2,5	4,48
6.2	S, H_{II} F	45	1,8	— 0,2	2,0	2,20	2,5	4,75
6.3	S, H_{II} F, Hg	45	1,8	0,2	2,0	2,20	2,5	4,75
6.4	S, H_{II} F, Hg	45	1,8	0,2	2,0	2,20	2,5	4,75
6.5	S, H_{II} B_7 F, Hg	45 114	1,8 2,06	0,2	4,06	4,5	2,5	7,0
	Traseu 3.1 ... 3.2							
3.1	C H_1	6	0,51	—	0,51	0,56	5,0	5,56
3.2	C F H_1	6	0,51	— 0,2	0,71	0,78	5,0	5,78
4.1	B_6	114	2,06	—	2,06	2,26		2,26
3.1	C H_1	6	0,51	—	0,51	0,56	— 5,0	5,56
5.2.1	B_5	114	2,06	—	2,06	2,26	—	2,26
6.4.2	B_7	114	2,06	—	2,06	2,26	—	2,26
	ZONA A II-a DE PRESIUNE							
1	B_9	210	3,01	—	3,01	3.31	—	3,31
2	B_8, B_9	520	5,5	—	5,5	6,05	—	6,05
3	B_8,B_9,B_3,B_4	1230	10,18	—	10,18	11,19	—	11,19

Tabelul 5.20 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Traseu 3.1 ... 3.2							
3.1	B_3	210	3,01	—	3,01	3,31	—	3,31
3.2	B_3, B_4	710	6,83	—	6,83	7,51	—	7,51
	Racord 3.1.1							
3.1.1	B_4	500	5,35	—	5,35	5,89	—	5,89

Exemplul de calcul 5.5. Să se efectueze calculul hidraulic al reţelei inelare de distribuţie a apei reci pentru consum menajer, tehnologic şi de incendiu (30 l/s la instalaţia cu sprinklere), într-o incintă industrială (fig. 5.18, *a*).

Reţeaua de distribuţie este parţial existentă (inelele *I*; *II*; *III*) şi se extinde cu inelul *IV*.

Reţeaua de distribuţie este alimentată cu apă printr-un castel de apă având înălţimea (la baza cuvei) $H = 30$ m.

Presiunea necesară în nodul *13* (în care se asigură debitul de 30 l/s necesar pentru instalaţia cu sprinklere) este de 17 mH_2O.

Reţeaua de distribuţie existentă este executată din tuburi din fontă de presiune D_n 150 mm. Reţeaua de distribuţie nouă se execută din ţevi din oţel bitumate la interior.

Rezolvare. Se adoptă o schemă simplificată de calcul (fig. 5.18, *b*), în care debitele distribuite pe tronsoane se repartizează în nodurile care le delimitează.

Pentru reţeaua de distribuţie existentă, executată din tuburi din fontă D_n 150 mm se determină modulul de rezistenţă hidraulică M. Se consideră valoarea coeficientului de rugozitate absolută $k = 1$ pentru conducte din fontă de presiune, în exploatare, cu depuneri.

Pentru $\frac{k}{D} = \frac{1}{150} = 0{,}0066$ presupunînd regim pătratic de curgere, rezultă valoarea coeficientului de rezistenţă hidraulică $\lambda = 0{,}033$ calculată cu relaţia (3.16). Se calculează

$$M = 0{,}0826\,\frac{\lambda \cdot l}{D^5} = 0{,}0826\,\frac{0{,}0331 \cdot 1}{0{,}15^5} \approx 35{,}9\ s^2/m^6,\ \text{considerînd}\ l = 1{,}0\ \text{m}.$$

Reţeaua de distribuţie nouă, executată din ţeavă din oţel, se predimensionează în funcţie de distribuţia debitelor şi de vitezele economice (0,75—1,20 m/s), cu respectarea ecuaţiei de continuitate pentru fiecare nod; se alege pentru inelul *IV* ţeavă din oţel D_n 150 mm. Se determină modulul de rezistenţă *M* pentru această conductă, considerînd $k = 0{,}04$ şi se calculează λ cu relaţia (3.16), $\lambda = 0{,}0143$ şi rezultă $M = 15{,}5$ pentru $l = 1{,}0$ m.

Se efectuează calcule iterative, determinînd corecţiile $|\Delta_q|$ redate în tabelul 5.21. După corecţia a treia, suma pierderilor de sarcină pe fiecare inel $\Sigma M q_{III} |q_{III}|$ este sub eroarea admisibilă (0,5 mH_2O) şi se redesenează schema de calcul cu debitele corectate (fig 5.18,*c*), care verifică condiţiile de continuitate în nodurile inelelor.

Se calculează sarcina disponibilă în nodul *13*, cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic al reţelei, în care trebuie asigurat debitul de incendiu $q_{inc} = 30$ l/s pentru instalaţia cu sprinklere la presiunea necesară de 17 mH_2O; a rezultat presiunea disponibilă de 21,46 mH_2O (tabel 5.22). Viteza apei în conducte, în situaţia în care funcţionează instalaţia cu sprinklere, este mai mică decît 3 m/s.

Inel	Sector	l m	d_n mm	λ	M s²/m⁶	Valori inițiale q_0 l/s	$M\lvert q_0\rvert$ s/m³	$Mq_0\lvert q_0\rvert$ m	Corecția I Δq_I l/s	Δq_{II} l/s	q_I l/s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	1–6	160	150	0,033	5 744	+33,20	190,70	+6,33	−10,0	—	23,20
	6–9	160	150	0,033	5 744	+30,60	175,80	+5,38		−14,24	6,36
	9–10	100	150	0,033	3 590	+28,70	103,03	+2,96		—	18,70
	10–11	160	150	0,033	5 744	+3,10	17,80	+0,05		−0,24	−7,14
	11–5	40	150	0,033	1 436	−12,30	17,66	−0,22		—	−22,30
	5–2	150	150	0,033	5 385	−14,70	79,16	−1,16		+5,9	−18,80
	2–1	70	150	0,033	2 513	−17,10	42,97	−0,73		—	−27,10

$\Sigma_{col.\ 8} = 627,39$; $\Sigma_{col.\ 9} = +12,615$

$$\Delta q_I = -\frac{12,615}{2 \times 627,39} = -0,010\ m^3/s = -10\ l/s$$

$\Delta q_I = -$

II	3–2	40	150	0,033	1 436	−2,40	3,45	−0,0083	−5,9	—	−8,3
	2–5	150	150	0,033	5 385	+14,70	79,16	+1,16		+10,0	18,8
	5–4	40	150	0,033	1 436	+2,0	2,87	+0,0057		—	−3,9
	4–3	150	150	0,033	5 385	−2,0	10,77	−0,022		—	−7,9

$\Sigma_{col.\ 8} = 96,25$; $\Sigma_{col.\ 9} = +1,135$

$$\Delta q_{II} = -\frac{1,135}{2 \times 96,25} = -0,0059\ m^3/s = -5,9\ l/s$$

$\Delta q_{II} = -$

III	6–7	100	150	0,033	3 590	+1,80	6,46	+0,012	+14,24	—	16,04
	7–8	160	150	0,033	5 744	+0,80	4,59	+0,0037		—	15,04
	8–9	100	150	0,033	3 590	−0,50	1,80	−0,0009		—	13,74
	9–6	160	150	0,033	5 744	−30,60	175,76	−5,38		+10,00	−6,36

$\Sigma_{col.\ 8} = 188,61$; $\Sigma_{col.\ 9} = -5,37$

$$\Delta q_{III} = -\frac{-5,37}{2 \times 188,61} = 0,014\ m^3/s = 14,24\ l/s$$

$\Delta q_{III} = -$

IV	11–10	160	150	0,033	5 744	−3,10	17,81	−0,055	+0,24	+10,00	7,14
	10–13	50	150	0,0143	775	+24,0	18,6	+0,45		—	24,24
	13–12	160	150	0,0143	2 480	−11,20	27,78	−0,31		—	−10,96
	12–11	50	150	0,0143	775	−12,20	9,46	−0,12		—	−11,96

$\Sigma_{col.\ 8} = 73,65$; $\Sigma_{col.\ 9} = -0,035$

$$\Delta q_{IV} = -\frac{-0,035}{2 \cdot 73,65} = 0,00024\ m^3/s = 0,24\ l/s$$

$\Delta q_{IV} =$

Inelare (exemplul de calcul 5.5)

ția I		Corecția a II-a					Corecția a III-a				
$M\lvert q_I\rvert$ s/m³	$Mq_I\lvert q_I\rvert$ m	Δq_I l/s	Δq_{II} l/s	q_{II} l/s	$M\lvert q_{II}\rvert$ s/m³	$Mq_{II}\lvert q_{II}\rvert$ m	Δq_{II} l/s	Δq_{III} l/s	q_{III} l/s	$M\lvert q_{III}\rvert$ s/m³	$Mq_{III}\lvert q_{III}\rvert$ m
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
133,26	+3,09	+0,18	—	+23,38	134,29	+3,14	−1,62	—	+21,76	124,99	+2,72
36,53	+0,23		+5,8	+12,34	70,88	+0,87		+0,60	+11,32	65,02	+0,74
67,13	+1,26		—	18,88	67,78	+1,28		—	17,26	61,96	+1,07
41,01	−0,29		+1,8	−5,16	29,64	−0,15		−0,11	−6,89	39,58	−0,27
32,02	−0,71		—	−22,12	31,76	−0,70		—	−23,74	34,09	−0,81
101,24	−1,90		+4,5	−14,12	76,04	−1,07		+1,10	−14,64	78,84	−1,15
68,10	−1,85		—	−26,92	67,65	−1,82		—	−28,54	71,72	−2,05

$\Sigma_{col.\ 13} = 479,29$; $\Sigma_{col.\ 14} = -0,17$; $\Sigma_{col.\ 19} = 478,04$; $\Sigma_{col.\ 20} = +1,55$ $\Sigma_{col.\ 24} = +0,25 < 0,5$ m

$$\frac{-0,17}{2 \times 479,29} = 0,00018\ m^3/s = 0,18\ l/s \qquad \Delta q_{II} = -\frac{1,55}{2 \times 478,04} = -0,00162\ m^3/s \text{ ⁄ } 1,62\ l/s$$

11,92	−0,099	−4,5	—	−12,8	18,38	0,24	+1,10	—	−13,9	19,96	−0,28
101,23	+1,90		−0,18	14,12	76,03	1,07		+1,62	14,64	78,84	+1,15
5,6	−0,022		—	−8,4	12,06	−0,10		—	−9,5	13,64	−0,13
42,54	−0,34		—	−12,4	66,77	−0,83		—	−13,5	72,70	−0,98

$\Sigma_{col.\ 13} = 161,29$; $\Sigma_{col.\ 14} = +1,439$; $\Sigma_{col.\ 19} = 173,23$; $\Sigma_{col.\ 20} = +0,38$ $\Sigma_{col.\ 24} = -0,24 < 0,5$m

$$\frac{1,439}{2 \times 161,29} = -0,0045\ m^3/s = -4,5\ l/s \qquad \Delta q_{II} = -\frac{0,38}{2 \times 173,24} = -0,0011\ m^3/s = -1,10\ l/s$$

57,48	+0,92	+5,8	—	10,24	36,76	0,38	−0,60	—	9,64	34,6	0,33
86,39	+1,30		—	9,24	53,07	0,49		—	8,64	49,63	0,43
49,33	+0,68		—	7,94	28,50	0,23		—	7,34	26,35	0,19
36,53	−0,23		−0,18	−12,34	70,88	−0,87		+1,62	−11,32	65,02	−0,74

$\Sigma_{col.\ 13} = 229,83$; $\Sigma_{col.\ 14} = +2,67$; $\Sigma_{col.\ 19} = 189,21$; $\Sigma_{col\ 1.9} = +0,23$; $\Sigma_{col.\ 24} = 0,21 < 0,5$ m

$$\frac{2,67}{2 \times 229,83} = -0,0058\ m^3/s = -5,8\ l/s \qquad \Delta q_{III} = -\frac{0,23}{2 \times 189,21} = -0,0006\ m^3/s = -0,60\ l/s$$

41,01	+0,29	−1,8	−0,18	5,16	29,64	0,15	−0,11	+1,62	6,89	39,58	0,27
18,79	+0,46		—	22,44	17,24	0,38		—	22,55	17,32	0,39
27,18	−0,29		—	−12,76	31,64	−0,40		—	−12,65	31,37	−0,39
9,27	−0,11		—	−13,76	10,66	−,015		—	−13,65	10,58	−0,14

$\Sigma_{col.\ 13} = 96,25$; $\Sigma_{col.\ 14} = +0,35$; $\Sigma_{col.\ 19} = 89,18$; $\Sigma_{col.\ 20} = -0,02$ $\Sigma_{col.\ 24} = 0,13 < 0,5$ m

$$\frac{0,35}{2 \cdot 96,25} = -0,0018\ m^3/s = -1,8\ l/s; \qquad \Delta q_{III} = \frac{-0,02}{2 \times 39,18} = -0,00011\ m^3/s = -0,11\ l/s$$

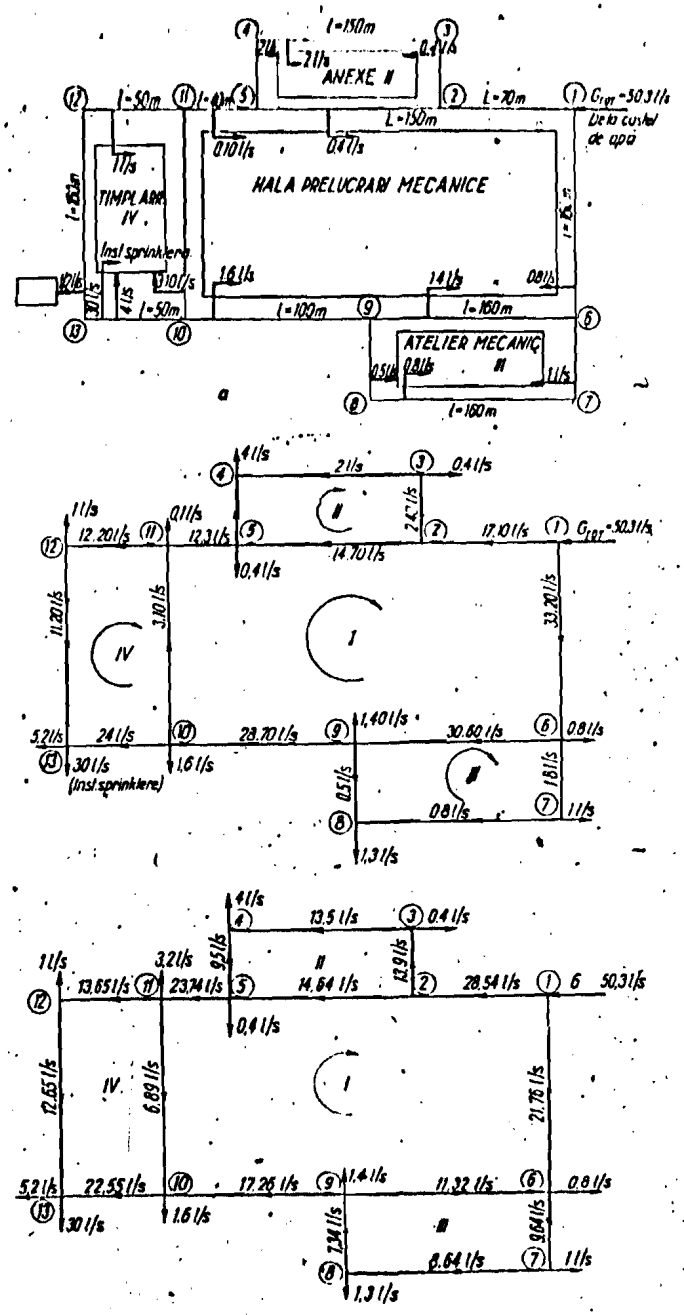


Fig. 5.18. Rețea exterioară inelară pentru distribuția apei reci:
a — schema de calcul a rețelei; b — schema simplificată de calcul a rețelei; c — schema de calcul cu valorile finale ale debitelor.

Tabelul 5.22

Calculul sarcinii disponibile în nodul 13, al rețelei exterioare inelare de distribuție a apei reci (exemplul de calcul 5.5)

Sector		l m	d_n mm	q l/s	v m/s	i mm H_2O/m	h_r mm H_2O	H_{rez} mm H_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	
Castel de apă								30,00
pierderi de sarcină în castel							0,500	29,50
1		160	150	33,20	1,7	12	3,04	29,50
	6							26,46
6		160	150	30,60	1,6	18	2,9	26,46
	9							23,56
9		100	150	28,70	1,5	15	1,5	23,56
	10							22,06
10		50	150	24,0	1,3	11,5	0,6	22,06
	13							21,46

6

Proiectarea rețelelor exterioare de distribuție și circulație a apei calde de consum

6.1. Rețele exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri

6.1.1. Amplasarea rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri

Rețelele exterioare de distribuție a apei calde de consum fac legătura între schimbătoarele de căldură montate în puncte termice sau centrale termice și instalațiile interioare de alimentare cu apă caldă a armăturilor obiectelor sanitare din clădiri.

La stabilirea traseelor rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri se au în vedere o serie de condiții economice, de siguranță și de fiabilitate, care să conducă la reducerea consumurilor specifice de materiale și energie și la obținerea unor costuri specifice minime de investiție și de exploatare a acestor rețele de conducte. În acest sens, se recomandă amplasarea conductelor în subsolurile tehnice sau canalele tehnice ale clădirilor, în canale termice îngropate în sol în spații necarosabile sau în galerii vizitabile, împreună cu alte rețele edilitare. Traseele conductelor vor fi cît mai scurte și cu rezistențe locale cît mai puține. Se va reduce la minimum numărul de intrări și de ieșiri ale conductelor prin fundațiile clădirilor. La traversarea fundațiilor sau a rosturilor de tasare se vor lua măsuri de protecție împotriva deteriorării conductelor și anume: golul de trecere al conductelor va fi mai mare decît diametrul acestora cu 10—15 cm, conductele traversînd golul pe la partea inferioară; etanșarea golurilor în jurul conductelor se va realiza cu material elastic; în porțiunile în care conductele traversează elementele de construcție nu se admit îmbinări; dimensiunile golurilor la ieșirea din clădire în canalele de protecție vor fi determinate de dimensiunile canalelor respective; se va asigura accesibilitatea pentru întreținere și reparații în timpul exploatării.

La amplasarea rețelelor exterioare de apă caldă și circulație în terenuri sensibile la umezire se va ține seama de prevederile „Normativului privind proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe terenuri slabe" P. 7—77.

Distanța minimă de amplasare a canalelor termice de protecție față de fundațiile clădirilor va fi de 1,5 m. Amplasarea conductelor în canalele termice se va face astfel încît să nu împiedice scurgerea apei de pe radierul canalului.

Pe rețelele de distribuție a apei calde din ansambluri de clădiri se vor prevedea pe fiecare ramificație robinete de închidere amplasate în cămine de vizitare sau în subsolul clădirilor. În punctele joase ale rețelei se prevăd robinete de golire.

La amplasarea în plan și pe verticală a rețelelor exterioare de apă caldă, se vor păstra distanțele prescrise față de alte conducte subterane sau cabluri electrice și telefonice indicate în tabelele 5.2 și 5.3.

Alimentarea cu apă caldă a clădirilor dintr-un ansamblu se va realiza cu o singură zonă de presiune dacă clădirile au același regim de înălțime (parter și 4 etaje sau parter și 8; 9; 10 etaje) sau dacă ponderea clădirilor cu înălțime mai redusă (școli, creșe, grădinițe, magazine etc.) din ansamblul respectiv față de clădirile cu înălțime mai mare nu depășește 30%. În cazul în care presiunea necesară pentru alimentarea instalațiilor interioare depășește înălțimea unei zone de presiune (60 mH_2O); alimentarea instalațiilor interioare se va face pe două sau mai multe zone de presiune asigurate de instalațiile de ridicare a presiunii apei.

Pentru a nu se produce dereglajul hidraulic al bateriilor de amestec de la punctele de consum, este de dorit ca diferența de presiune între rețelele de alimentare cu apă rece și caldă să nu depășească 1—2 mH_2O.

Rețelele de distribuție a apei calde se execută din țevi din oțel zincat și se îmbină cu fitinguri din fontă maleabilă, similar rețelelor de apă rece.

Pentru preluarea dilatărilor produse de variația temperaturii apei, la conductele cu lungimi mari se prevăd compensatoare de dilatație sub formă de liră.

În vederea reducerii pierderilor de căldură, rețelele de distribuție a apei calde se izolează termic, cu rogojină din vată de sticlă sau vată minerală avînd grosimea de 30—40 mm, protejată cu carton asfaltat.

Rețelele de distribuție a apei calde de consum vor fi însoțite de rețele pentru circulația apei calde.

6.1.2. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri

La stabilirea debitelor de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer și industrial se ține seama de debitele de calcul ale instalațiilor din interiorul clădirilor care se determină cu relațiile din tabelul 2.3.

Debitul de calcul pentru rețelele care alimentează cu apă caldă consumatorii din diferite categorii de clădiri se determină cu relația

$$q_c = \sum_{i=1}^{n} q_{ci} \quad [l/s],$$

în care q_{ci} este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grupuri de clădiri de același fel care se alimentează cu apă din tronsonul de conductă considerat, în l/s.

Dacă în ansamblul de clădiri există clădiri cu destinații diferite, dar în fiecare categorie mai multe clădiri de același fel, se stabilește mai întîi debitul de calcul pentru clădirile din aceeași categorie cu relațiile din tabelul 2.3 și apoi se aplică relația (6.1) pentru grupurile de clădiri cu destinații diferite.

6.1.3. Calculul hidraulic al conductelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri

Cunoscînd configurația geometrică a rețelei exterioare de distribuție a apei calde de consum, trasată pe planul de situație al ansamblului de clădiri, se întocmește schema de calcul hidraulic pe care se numerotează tronsoanele, începînd cu cele de pe traseul principal (cel mai dezavantajat hidraulic) și continuînd cu ramificațiile care pornesc din nodurile traseului principal. Se determină debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă și se efectuează calculul hidraulic după aceeași metodologie ca și pentru conductele instalațiilor interioare de distribuție a apei calde de consum după cum s-a arătat în capitolul 2.

Traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic se dimensionează luînd în considerare domeniile de viteze economice redate în tabelul 2.8 (după STAS 1478-84). Ramificațiile se dimensionează în limitele sarcinilor hidrodinamice (presiunilor) disponibile în nodurile respective ale traseului principal și ale vitezelor maxime admise ale apei (pînă la 3 m/s). Pentru consumarea presiunilor în exces, se prevăd robinete de reglaj sau se dimensionează diafragme calibrate.

La calculul rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum se utilizează nomogramele din figurile 2.6 și 2.7 pentru calculul pierderilor de sarcină liniare și din figura 2.8 pentru calculul pierderilor de sarcină locale, la fel ca pentru instalațiile interioare de apă caldă.

Sarcina hidrodinamică necesară H_{are} se determină la fel ca în cazul instalațiilor interioare, pentru punctul de consum amplasat în situația cea mai dezavantajată din punct de vedere hidraulic cu relația (2.13).

6.2. Rețele de conducte pentru circulația apei calde de consum

6.2.1. Elemente generale

Pentru a evita stagnarea apei calde în conductele de distribuție în perioadele de consum redus sau nul, ceea ce ar avea ca rezultat răcirea acesteia sub temperatura de utilizare și, ca urmare, o risipă de apă la punctele de consum, rețeaua de distribuție se dublează cu o rețea pentru circulația apei calde, închizîndu-se astfel circuitul: schimbător de căldură — conducte de distribuție — conducte de circulație — schimbător de căldură. Circulația apei calde se poate efectua fie cu ajutorul unei pompe care aspiră apa neconsumată din instalație și o refulează în schimbătorul de căldură, fie datorită presiunii termice (gravitaționale).

Conductele de circulație se prevăd în cazul rețelelor de distribuție întinse (ansambluri de clădiri de locuit, industrii), la instalații care necesită în fiecare moment apă caldă la o temperatură corespunzătoare sau la instalații din clădiri cu anumite cerințe de confort (hoteluri, spitale etc.).

Conductele de circulație se amplasează pe aceleași trasee și în aceleași condiții ca și conductele de distribuție a apei calde de consum și se racordează la acestea fie la baza coloanelor, fie (în cazuri speciale), la partea superioară a coloanelor, înaintea legăturilor la armăturile obiectelor sanitare de la ultimul nivel.

6.2.2. Calculul hidraulic al conductelor de circulație a apei calde de consum

Calculul conductelor de circulație a apei calde de consum se efectuează după următoarea metodologie:

— se aleg preliminar diametrele tronsoanelor rețelei de circulație, cu una-două dimensiuni mai mici decît diametrele tronsoanelor corespunzătoare ale rețelei de distribuție a apei calde;

— se stabilește căderea maximă de temperatură pe rețeaua de distribuție, între punctul de intrare a apei calde în primul tronson (la ieșirea din schimbătorul de căldură) și punctele de consum din instalație și se repartizează căderea de temperatură pe întreaga rețea de distribuție;

— se calculează pierderile de căldură ale apei calde prin suprafețele pereților conductelor de distribuție către aerul înconjurător;

— se determină debitele de apă din conductele de circulație;

— se calculează temperaturile rezultate în fiecare nod al rețelei;

— se determină sarcina hidrodinamică disponibilă pentru circulația apei calde de consum; în cazul circulației prin termosifon, sarcina disponibilă este egală cu presiunea termică (gravitațională), iar în cazul circulației prin pompe se determină sarcina necesară pentru învingerea pierderilor totale de sarcină pe conductele de distribuție și pe conductele de circulație la trecerea debitului de circulație;

— cunoscînd debitele de apă și diametrele alese anterior, cu ajutorul nomogramelor întocmite pentru conductele de apă caldă (fig. 2.6 și 2.7) se determină pierderile de sarcină unitare i. Dacă vitezele sînt prea mici, se aleg diametre mai mici pe tronsoanele respective, cu condiția ca diametrele rețelei să fie continuu crescătoare de la ultimul punct de consum spre schimbătorul de căldură;

— se calculează pierderile totale de sarcină liniare și locale pe circuitul apei calde și se verifică dacă acestea sînt egale cu sarcina disponibilă pentru circulația apei calde de consum. Dacă pierderile de sarcină depășesc sarcina disponibilă pentru circulație, se corectează diametrele alese inițial și calculul se repetă ca mai sus, pînă cînd pierderile totale de sarcină devin egale cu sarcina disponibilă;

— în cazul circulației prin pompare, cunoscînd debitul și înălțimea de pompare necesare, se alege pompa pe baza determinării punctului de funcționare al instalației.

Calculul pierderilor de căldură ale apei calde prin suprafețele pereților conductelor către mediul înconjurător. Pierderea de căldură a apei calde Q_t, în

W (sau kcal/h), pe un tronson i de conductă izolată de lungime l_i în cazul circulației continue, se determină cu relația

$$Q_i = k\pi d\,(1-\eta)\,(\theta_m - \theta_a)\,l_i = q_i l_i, \qquad (6.2)$$

iar

$$q_i = k\pi d\,(1-\eta)\,(\theta_m - \theta_a), \qquad (6.3)$$

în care: k este coeficientul global de transmitere a căldurii, în W/m²K (kcal/m²h°C); $k = 11{,}6-14$ W/m²K sau $k = 10-12$ kcal/m²h°C;

d — diametrul conductei, în m;

η — coeficientul de eficiență a izolației (pentru cazurile uzuale $\eta = 0{,}6$);

θ_m — temperatura medie a apei din tronsonul respectiv;

θ_a — temperatura mediului exterior, de regulă aerul; pentru subsoluri tehnice, $\theta_a = +10$°C; pentru subsoluri folosite $\theta_a = +15$°C; pentru canale de distanță $\theta_a = +25$°C;

q_i — pierderea de căldură pe unitatea de lungime a conductei, în W/m (kcal/m h); în tabelul 6.1 sînt date valorile q_i calculate pentru conducte izolate (cu $\eta = 0{,}6$), iar în tabelul 6.2 sînt date valorile q_i pentru conducte neizolate.

Tabelul 6.1

Pierderile de căldură ale conductelor izolate ($\eta = 0{,}6$)

$t_m - t_a$ °C	Pierderile de căldură, în kcal/h·m, pentru diametrele, în țoli:											
	1/2	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	5	6	7	8	9	11	14	16	20	24	29	35
16	5	6	7	8	10	12	15	17	21	26	31	37
17	5	6	8	9	10	12	16	18	23	27	33	39
18	5	7	8	10	11	13	17	19	24	29	35	41
19	6	7	9	10	11	14	18	20	25	30	37	44
20	6	7	9	11	12	15	19	21	27	32	39	46
21	6	8	10	11	12	15	20	22	28	34	41	48
22	7	8	10	12	13	16	21	23	29	35	43	50
23	7	8	11	12	14	17	21	24	31	37	45	53
24	7	9	11	13	14	18	22	25	32	38	47	55
25	8	9	11	13	15	18	23	27	33	40	49	58
26	8	10	12	14	16	19	24	28	35	42	51	60
27	8	10	12	14	16	20	25	29	36	43	52	62
28	8	10	13	15	17	20	26	30	37	45	54	65
29	9	11	13	15	17	21	27	31	38	46	56	67
30	9	11	14	16	18	22	28	32	40	48	58	69
32	9	12	16	18	19	23	29	34	42	50	61	74
34	10	12	17	20	22	24	31	36	44	53	65	78
36	10	13	18	22	24	26	32	37	47	56	68	82
38	11	14	19	23	25	27	34	40	50	60	73	86
40	11	15	20	24	26	29	36	42	53	63	77	91
42	12	16	21	25	27	31	38	44	56	66	81	95
44	12	17	22	27	29	32	41	48	60	70	85	100
46	13	18	22	28	31	34	43	51	63	74	90	105
48	14	19	23	29	33	36	46	53	66	77	94	109
50	15	20	24	30	34	38	48	56	70	81	99	114

Tabelul 6.1 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
52	16	21	25	32	36	40	51	60	74	86	105	119
54	17	22	25	33	38	42	53	63	77	91	110	123
56	17	22	28	35	39	43	55	65	80	94	115	127
58	18	23	30	37	41	45	58	68	83	98	120	131
60	18	24	31	38	43	47	60	70	86	102	125	135
62	20	25	32	40	45	50	62	72	90	106	129	140
64	21	26	33	41	47	52	65	75	93	110	133	145
66	22	28	34	42	48	54	68	78	99	114	138	150
68	22	29	36	44	50	56	71	81	102	118	142	155
70	23	30	37	46	52	58	74	84	106	122	147	160
72	24	31	38	48	54	60	79	90	110	126	151	165
74	25	31	39	50	56	63	80	95	114	131	156	170
76	26	32	40	52	58	66	82	98	119	135	160	175
78	27	33	41	53	59	68	85	101	121	138	164	180
80	27	34	42	54	61	70	87	104	125	141	168	186

OBSERVAȚIE: Pentru $\eta = 0{,}8$ valorile din tabel se reduc la jumătate.

Tabelul 6.2

Pierderile de căldură ale conductelor neizolate

$t_m - t_a$ °C	Pierderile de căldură, în kcal/h·m, pentru diametrele, în țoli:											
	1/2	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	11	14	17	21	22	27	32	40	48	59	71	86
16	12	15	19	22	23	29	34	42	52	63	76	91
17	12	15	20	24	25	31	36	45	56	68	81	96
18	13	17	21	26	25	33	38	48	60	72	86	102
19	14	18	23	28	28	35	40	51	63	76	90	108
20	15	19	24	29	30	37	42	54	66	82	94	114
21	15	20	25	31	32	39	45	57	69	86	99	120
22	16	21	25	32	33	40	47	60	72	90	104	126
23	16	22	26	33	34	41	49	62	75	94	109	132
24	17	23	27	34	36	43	52	64	78	97	114	138
25	18	24	28	36	37	45	54	67	81	100	119	144
26	19	25	30	37	38	47	56	70	85	104	124	150
27	19	26	31	38	39	49	58	72	89	108	129	156
28	20	26	32	40	40	51	60	75	92	112	134	162
29	21	27	33	42	42	53	64	78	95	116	139	168
30	22	28	35	43	44	54	68	80	97	119	143	173
32	23	30	37	46	47	58	72	85	103	127	152	185
34	25	32	39	49	50	61	77	91	110	135	162	196
36	26	33	42	51	53	65	81	95	116	143	171	208
38	28	35	44	54	56	68	86	102	123	151	181	219
40	29	37	46	57	59	72	90	107	129	159	190	231
42	31	39	49	61	63	76	96	114	137	169	202	242
44	33	42	52	65	66	81	102	121	145	179	214	254
46	34	44	54	68	70	85	107	127	154	189	226	265
48	36	46	57	72	73	90	112	134	162	199	238	277
50	38	48	60	76	77	94	119	140	170	209	250	288
52	40	51	63	80	81	99	125	147	179	220	263	300
54	42	53	66	84	85	104	131	155	188	230	276	312
56	44	56	70	87	88	108	138	162	197	241	289	323
58	46	58	73	91	92	113	143	170	206	252	302	335

Tabelul 6.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
60	48	61	76	95	96	118	149	177	215	263	315	347
62	50	64	79	99	100	124	156	185	224	272	323	359
64	52	66	82	103	104	129	163	193	234	281	336	370
66	54	69	86	108	109	135	169	200	243	290	346	382
68	56	71	89	112	113	140	176	208	253	299	357	393
70	58	74	92	116	117	146	183	216	262	308	367	405
72	60	76	95	120	121	152	190	224	272	317	378	416
74	62	78	97	124	125	157	197	233	282	326	388	428
76	63	80	100	127	129	163	205	241	293	334	399	439
78	65	82	102	131	134	168	212	250	303	343	409	451
80	67	84	105	134	138	174	219	258	313	352	420	462

Calculul debitelor de apă din conductele de circulație. Debitul de apă vehiculat prin fiecare tronson trebuie să transporte un debit de căldură care să acopere pierderile de căldură ale tronsonului respectiv Q_t și pierderile de căldură ale tronsoanelor următoare pînă la punctele de consum, debit de căldură denumit de tranzit Q_{tr}.

Debitul de apă G_1, în kg/s (sau kgf/h), din tronsonul *1* montat la ieșirea apei calde din schimbătorul de căldură este dat de relația

$$G_1 = \frac{Q_{tr1}}{c(\theta_{ia} - \theta_{fa})} = \frac{Q_{tr1}}{c\Delta\theta_1}, \qquad (6.4)$$

în care: Q_{tr1} este debitul de căldură în tranzit prin tronsonul *1*;
c — căldura specifică a apei calde;
$\Delta\theta_1$ — diferența între temperatura inițială θ_{ia} a apei calde la intrarea în primul tronson (respectiv, ieșirea din schimbătorul de căldură) și punctul de consum Q_{fa} aflat în situația cea mai defavorabilă din punct de vedere hidraulic $(\theta_{ia} - \theta_{fa})$, în °C.

Ținînd seama că pierderea de căldură a apei pe tronsonul *1* este

$$Q_1 = G_1 c\delta\theta_1 = G_1 c(\theta_{ia} - \theta_{a1}), \qquad (6.5)$$

unde

$$\delta\theta_1 = \theta_{ia} - \theta_{a1}, \qquad (6.6)$$

în care θ_{a1} este temperatura apei calde la ieșirea din tronsonul *1* și intrarea în tronsonul *2*

și că debitul de căldură aflat în tranzit prin tronsonul *2* este

$$Q_{tr2} = G_2 c\Delta\theta_2, \qquad (6.7)$$

în care

$$\Delta\theta_2 = \Delta\theta_1 - \delta\theta_1, \qquad (6.8)$$

se ajunge, din aproape în aproape la

$$G_1 = \frac{Q_{tr1}}{c\Delta\theta_1}; \qquad (6.9)$$

$$G_2 = \frac{Q_{tr2}}{c\Delta\theta_2} = \frac{Q_{tr2}}{\frac{Q_{tr1}}{G_1} - \frac{Q_1}{G_1}} = G_1 \frac{Q_{tr2}}{Q_{tr1} - Q_1}; \qquad (6.10)$$

. . . . . .

$$G_i = G_{(i-1)} \frac{Q_{tri}}{Q_{tr(i-1)} - Q_{(i-1)}}, \qquad (6.11)$$

în care G_i este debitul de apă vehiculată printr-un tronson oarecare i al conductei de circulație a apei calde de consum.

Determinarea sarcinii hidrodinamice disponibile pentru circulația apei calde de consum prin termosifon. Sarcina disponibilă H_{disp} pentru circulația apei calde se determină cu relația generală

$$H_{disp} = h(\gamma_a - \gamma_d) \quad [\text{m col. } H_2O], \qquad (6.12)$$

în care: h este înălțimea coloanei respective, în m;
γ_a; γ_d — greutățile volumice ale apei din conductele de circulație și, respectiv, de distribuție, în N/m³ (kgf/m³).

De exemplu, în cazul instalației de circulație prin gravitație, reprezentată în figura 6.1, presiunea disponibilă este

$$H_{disp} = \left(\frac{\gamma_{c1} + \gamma_{c2}}{2} - \frac{\gamma_{d1} + \gamma_{d2}}{2}\right) h_1 +$$

$$+ \left(\frac{\gamma_{c2} + \gamma_{c3}}{2} - \frac{\gamma_{d2} + \gamma_{d3}}{2}\right) h_2 + \left(\frac{\gamma_{c3} + \gamma_{c4}}{2} - \frac{\gamma_{d3} + \gamma_{d4}}{2}\right) h_3. \qquad (6.13)$$

Circulația prin termosifon a apei calde de consum este eficientă în condițiile indicate în tabelul 6.3.

Alegerea pompei de circulație a apei calde de consum. În cazul circulației apei calde de consum prin pompare, debitul necesar al pompei se ia egal cu debitul de calcul al conductei de circulație, iar înălțimea de pompare necesară se ia

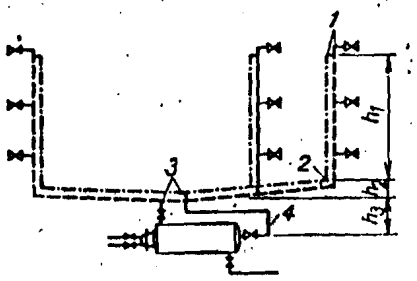


Fig. 6.1. Schema de calcul a unei instalații de circulație a apei calde de consum, prin gravitație.

Tabelul 6.3

Distanța maximă de la boiler pînă la cea mai îndepărtată coloană în cazul circulației prin gravitație

Diferența de înălțime între centrul boilerului și cel mai înalt punct de consum m	Distanța maximă de la boiler la coloană m	
	Distanța:	
	Superioară	Inferioară
2	15–20	12–15
6	30–35	20–25
10	40–45	25–30
20	50–60	30–35

egală cu suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) calculată pentru traseul principal al rețelei. Cu aceste date, pompa se alege din catalog pe baza determinării punctului de funcționare al instalației, la intersecția curbei caracteristice de sarcină a pompei cu curba caracteristică a rețelei.

Exemplul de calcul 6.1. Să se efectueze calculul hidraulic al rețelei de distribuție a apei calde de consum în ansamblul de clădiri de locuit cu $P + 9$ etaje și cu un număr total de 480 apartamente, reprezentat în figura 6.2.

Instalațiile interioare de alimentare cu apă caldă aferente fiecărui tronson de clădire sînt cele din exemplul de calcul 2.6; pe schema de calcul din figura 6.2 sînt notate lungimile tronsoanelor de conducte.

Rețeaua de distribuție a apei calde se execută din țevi de oțel izolate termic și montate în canale termice.

Apa caldă de consum se prepară la temperatura de 60 °C într-un punct termic (P.T.) aferent ansamblului de clădiri amplasat în aceeași clădire cu stația de pompare și hidrofor.

Regimul de furnizare a apei calde de consum este de 10 h pe zi.

Rezolvare. Pe schema de calcul a rețelei de distribuție (fig. 6.2) se stabilește traseul principal de calcul de la clădirea B_4 amplasată în poziția cea mai dezavantajată hidraulic față de punctul termic. Pentru instalația interioară de distribuție a apei calde de consum din această clădire, pierderile de sarcină totale (liniare și locale) sînt $h_r = 1\,588{,}6$ mmH_2O.

Calculul hidraulic este sistematizat în tabelul 6.1, care se completează în felul următor:

— în coloanele *1—4* se înscriu numerele tronsoanelor, numărul și felul armăturilor alimentate cu apă caldă de consum din fiecare tronson, suma echivalenților corespunzători și debitele de calcul determinate pentru fiecare tronson cu relațiile din tabelul 2.3, în care: $a = 0{,}23$; $b = 0{,}7$; $c = 1$; $E = E_1$.

Debitul de calcul nu se majorează cu 10%, deoarece conductele sînt montate în canale termice controlabile;

— în coloana *5* se înscriu lungimile tronsoanelor redate pe schema de calcul (fig. 6.2);

— în coloanele *6*; *7*; *8* se trec: diametrul tronsonului d, în țoli, viteza apei v, în m/s, și pierderea de sarcină liniară unitară în tronsonul respectiv i, în mmH_2O/m, folosind nomograma din figura 2.7 pentru $H_g > 15$ m;

— în coloana *9* se calculează pierderile de sarcină liniare totale pentru fiecare tronson ($h_{rl} = i \cdot l$, în mmH_2O);

— în coloana *10* se calculează suma pierderilor de sarcină liniare Σh_{rl}, în mmH_2O, de la cel mai îndepărtat punct de consum pînă la punctul de alimentare (pentru instalația interioară a clădirii B_4, $\Sigma h_{rl} = 766{,}6$ mmH_2O; v. exemplul de calcul 2.6, tabel 2.14);

— în coloana *11* se trece suma coeficienților de pierderi de sarcini locale pentru fiecare tronson: $\Sigma\zeta$

Tronson 1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducție	1 × 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronson 2:

1 teu în derivație	1 × 2,0 = 2,0
1 reducție	1 × 0,3 = 0,3
	Total 2,3

Tronson 3:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 4:

1 teu de bifurcație	1 × 2,0 = 2,0
1 cot d_n 100 mm	1 × 1,0 = 1,0
1 reducție	1 × 0,3 = 0,3
	Total 3,3

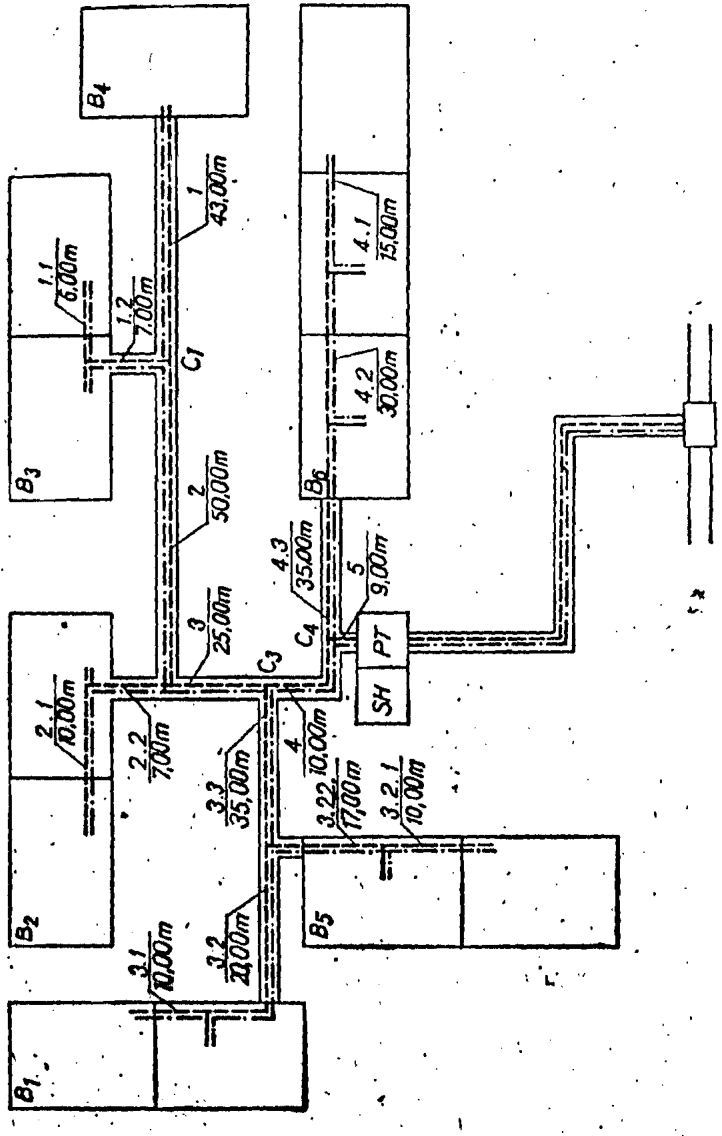


Fig. 6.2. Schema de calcul a rețelei exterioare de distribuție a apei calde de consum dintr-un ansamblu de clădiri de locuit cu $P + 9$ etaje și un număr total de 480 apartamente.

Calculul hidraulic al rețelei exterioare de distribuție a apei calde de consum dintr-un

Nr. tronson	Nr. și felul armăturilor alimentate de tronson	$E = E_1$	q_c l/s	l m	d țoli	v m/s	i mm H_2O / m
1	2	3	4	5	6	7	8
	Traseu B_0–P.T						
1	40 B+40 L+40 S	94	1,82	43,0	2½	0,55	6,5
2	120 B+120 L+120 S	282	3,50	50,0	3	0,75	9,5
3	200 B+200 L+200 S	470	4,81	25,0	4	0,60	4,3
4	360 B+360 L+360 S	846	7,05	10,0	4	0,85	8,5
5	480 B+480 L+480 S	1 128	8,56	9,0	5	0,70	4,5
	Racord clădire B_1; $H_{disp} \cdot c_1 = 29\,081{,}1$ mm H_2O						
1.1	40 B+40 L+40 S	94	1,82	8,0	2½	0,55	6,5
1.2	80 B+80 L+80 S	188	2,73	7,0	3	0,55	5,3
	Racord clădire B_2; $H_{disp} \cdot c_2 = 29\,627{,}10$ mm H_2O						
2.1	40 B+40 L+40 S	94	1,82	10,0	2½	0,55	6,5
2.2	80 B+80 L+80 S	188	2,73	7,0	3	0,55	5,3
	Se recalculează tronson 2.2						
2.2	80 B+80 L+80 S	188	2,73	7,0	2½	0,80	13,5
	Racord clădire B_3; $H_{disp} \cdot c_3 = 29\,744{,}6$ mm H_2O						
3.1	40 B+40 L+40 S	94	1,82	10	2½	0,55	6,5
3.2	80 B+80 L+80 S	188	2,73	20	2½	0,80	13,5
3.3	160 B+160 L+160 S	376	4,17	35	3	0,90	12,0
	Racord clădire B_5; $H_{disp} \cdot c_5 = 29\,217{,}6$ mm H_2O						
3.2.1	40 B+40 L+40 S	94	1,82	10	2½	0,55	6,5
3.2.2	80 B+80 L+80 S	188	2,73	17	3	0,55	5,3
	Racord clădire B_6; $H_{disp} \cdot c_6 = 29\,963{,}6$ mm H_2O						
4.1	40 B+40 L+40 S	94	1,82	15	2½	0,55	6,5
4.2	80 B+80 L+80 S	188	2,73	30	3	0,55	5,3
4.3	120 B+120 L+120 S	282	3,50	35	3	0,75	9,5

Tabelul 6.4

ansamblu de clădiri cu $P + 9$ etaje și 480 apartamente (exemplul de calcul 6.1)

$h_{rl} = i \times l$ mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$\Sigma \xi$	h_{rl} mm H_2O	Σh_{rl} mm H_2O	$h_r = \Sigma(h_{rl} + h_{rl})$ mm H_2O	H_u mm H_2O	H_g mm	H_{nec} mm H_2O
9	10	11	12	13	14	15	16	17
	766,6			822,0	1 588,60			
279,5	1 046,10	0,8	13	835,0	1 881,10	3 000	24 200	29 081,1
475,0	1 521,10	2,3	71	906,0	2 427,10	3 000	24 200	29 627,1
107,5	1 628,60	0,5	10	916,0	2 544,6	3 000	24 200	29 744,6
85,0	1 713,40	3,3	134	1 050,0	2 763,6	3 000	24 200	29 963,6
40,5	1 754,10	5,8	152	1 202,0	2 956,10	3 000	24 200	30 156,10
	766,60			822,0	1 588,60			
52,00	818,6	2,3	33	855,0	1 673,5			
37,10	855,7	4,0	63	918,0	1 773,7	3 000	24 200	28 973,70
	766,6			822,0				
65	831,6	2,3	34	856,0				
37,10	868,7	2,5	43	899,0	1 767,7	3 000	24 200	28 967,7
	831,6			856,0				
94,50	926,10	2,5	85,5	941,5	1 867,6	3 000	24 200	29 067,60
	766,6			822,0				
65	831,6	0,5	10	832,0				
270	1 101,6	2,8	84	916,0	2 017,6	3 000	24 200	29 217,6
420	1 521,6	2,0	85	1 001,0	2 522,6	3 000	24 200	29 722,6
	766,6			822,0				
65	831,6	0,8	13	835,0				
90,10	921,7	4,0	65	900,0	1 821,7	3 000	24 200	29 021,70
	766,6			822,0				
97,30	864,10	0,8	13	835,0				
159,0	1 023,10	0,5	10	845,0				
332,5	1 355,60	4,0	120	965,0	2 320,6	3 000	24 200	29 520,6

Tronson 5:

3 coturi d_n 125 mm	3 × 1,0 = 3,0
1 robinet cu sertar d_n 125 mm	1 × 0,3 = 0,3
1 ieşire din rezervor	1 × 0,5 = 0,5
Total	3,8

Tronson 1.1:

1 teu de bifurcaţie	1 × 2,0 = 2,0
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
Total	2,3

Tronson 1.2:

1 teu în derivaţie	1 × 2,0 = 2,0
2 coturi d_n 80 mm	2 × 1,0 = 2,0
Total	4,0

Tronson 2.1:

1 teu de bifurcaţie	1 × 2,0 = 2,0
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
Total	2,3

Tronson 2.2:

2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	2,5

Tronson 3.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronson 3.2:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
Total	2,8

Tronson 3.3:

1 teu în derivaţie	1 × 2,0 = 2,0
Total	2,0

Tronson 3.2.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
Total	0,8

Tronson 3.2.2:

1 teu în derivaţie	1 × 2,0 = 2,0
2 coturi d_n 65 mm	2 × 1,0 = 2,0
Total	4,0

Tronson 4.1:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
1 reducţie	1 × 0,3 = 0,3
Total	0,8

Tronson 4.2:

1 teu de trecere	1 × 0,5 = 0,5
Total	0,5

Tronson 4.3:

1 teu de bifurcaţie	1 × 2,0 = 2,0
2 coturi d_n 80 mm	2 × 1,0 = 2,0
Total	4,0

— în coloana *12* se trec pierderile de sarcină locale h_{r1} pentru fiecare tronson, determinate cu nomograma din figura 2.8, în funcţie de $\Sigma\zeta$ şi de viteza apei v pentru tronsonul respectiv;

— în coloana *13* se însumează pierderile de sarcină locale Σh_{r1}, în mmH_2O, de la cel mai îndepărtat punct de consum pînă la punctul de alimentare (pentru instalaţia interioară a clădirii B_4, Σh_{r1} = 822,0 mmH_2O, tabel 2.14);

— în coloana *14* se calculează pierderile totale de sarcină liniare şi locale h_r, în mmH_2O;

— în coloana *15* se înscrie presiunea de utilizare H_u, în mmH_2O, necesară la consumatorul cel mai dezavantajat hidraulic (în instalaţia interioară a clădirii B_4, exemplul de calcul 2.6, H_u = 3 000 mmH_2O pentru bateria de la cada de baie);

— în coloana *16* se înscrie înălţimea geodezică H_g, în mm, calculată pentru consumatorul cel mai dezavantajat hidraulic (se va considera cota pentru para duşului flexibil de la bateria căzii de baie de + 1,80 m faţă de pardoseală);

— în coloana *17* se calculează sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} în punctul de alimentare şi, respectiv, sarcinile disponibile H_{disp} în punctele C_1-C_5 de racord ale traseelor secundare la traseul principal;

În continuare, în tabelul 6.4 se calculează traseele secundare (racordurile clădirilor B_1, B_2, B_3, B_5, B_6), în funcţie de sarcinile disponibile H_{disp} în punctele C_1-C_5.

Exemplul de calcul 6.2. Să se efectueze calculul hidraulic al conductelor de circulaţie a apei calde de consum din ansamblul de clădiri de locuit cu $P + 9$ etaje, pentru care reţeaua de distribuţie a apei calde a fost dimensionată în exemplul de calcul 6.1. Conductele de circulaţie a apei calde sînt executate din ţevi din oţel, izolate termic, montate în canale termice împreună cu conductele de distribuţie a apei calde, urmînd aceleaşi trasee cu acestea (fig. 6.3). Circulaţia se realizează pînă la baza coloanelor de alimentare cu apă caldă a clădirilor. Randamentul izolaţiei conductelor de distribuţie a apei calde $\eta = 0,6$. Apa caldă de consum este furnizată de la punctul termic cu temperatura de 60° C.

Rezolvare. Se întocmeşte schema de calcul (fig. 6.3) în care se reprezintă reţeaua de conducte de distribuţie şi, respectiv, de circulaţie a apei calde de consum din ansamblul de clădiri.

Se numerotează tronsoanele reţelei de distribuţie începînd de la schimbătorul de căldură (punct termic) pînă la punctul cel mai îndepărtat la care se face circulaţia apei calde; tronsoanele reţelei de circulaţie se numerotează cu acelaşi număr cu al tronsoanelor corespunzătoare ale conductei de distribuţie, însă cu indicativul prim (de exemplu: *1'*; *2'* etc.). Lungimile tronsoanelor de conducte se cunosc din exemplul de calcul 6.1. Calculul este sistematizat în tabelul 6.5:

— în coloana *1* se trec numerele tronsoanelor din schema de calcul (fig. 6.3), începînd cu tronsoanele reţelei de distribuţie de pe traseul cel mai dezavantajat, continuînd cu traseele ramificate ale reţelei de distribuţie şi la urmă tronsoanele reţelei de circulaţie (traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic);

— în coloana *2* se trec diametrele reţelei de distribuţie a apei calde de consum cunoscute din exemplul de calcul 6.1;

— în coloana *3* se trec lungimile tronsoanelor pentru reţeaua de distribuţie şi pentru reţeaua de circulaţie.

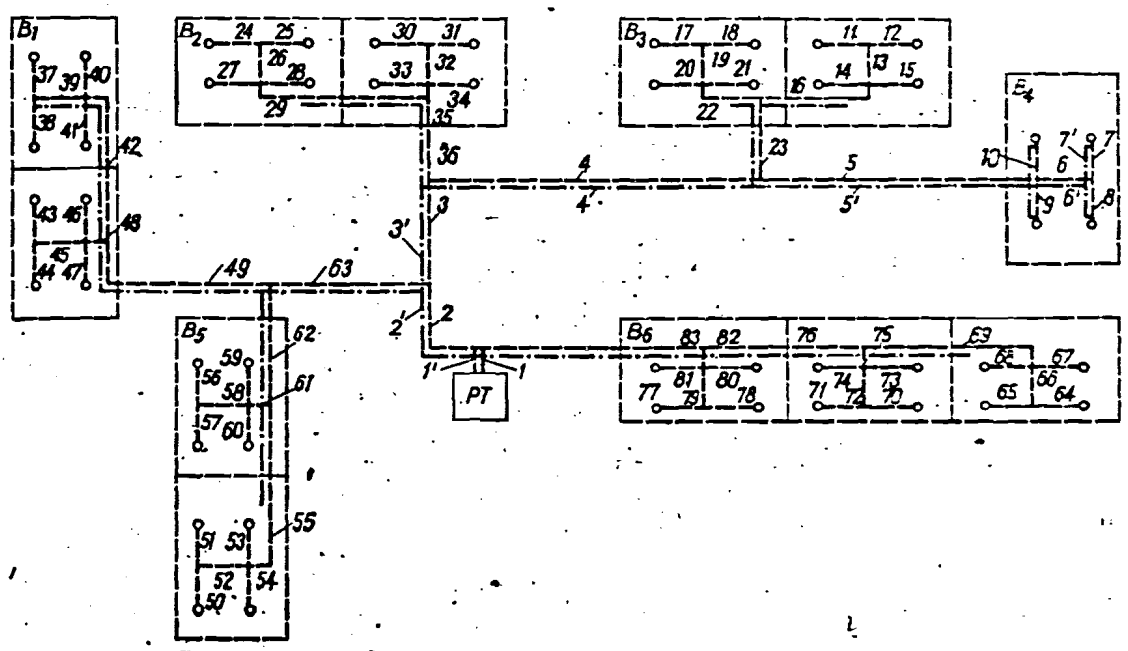


Fig. 6.3. Schema de calcul a conductelor de circulație a apei calde de consum.

Tabelul 6.5

Calculul hidraulic al conductelor de circulație a apei calde de consum (exemplul de calcul 6.2)

Nr. tron-son	d țoli	l m	θ_i °C	θ_e °C	θ_m °C	θ_a °C	$\theta_m-\theta_a$ °C	q_l kcal/m·h	Q_l kcal/h	Q_{tr} kcal/h	G_l l/h	G_l l/s	$0,3G_c$ l/s	G_T l/s	i mm H₂O/m	$h_{rl}=i\times l$ mm H₂O	Σh_{rl} mm H₂O	$h_r=1,3\Sigma h_{rl}$ –
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	5	9,0	60	58,83	59,42	25	34,42	54	486	17 715,2	885,76	0,246	2,57	2,82	0,5	4,5	4,5	5,85
2	4	10,0	58,83	57,53	58,18	25	33,18	43	430	12 343,5	634,58	0,176	2,12	2,30	1,0	10,0	14,5	18,59
3	4	25,0	57,53	54,28	55,91	25	30,91	41	1 025	5 839,5	361,7	0,100	1,44	1,54	0,55	13,75	28,25	36,73
4	3	50,0	54,28	47,78	51,03	25	26,03	28	1 400	4 134,5	256,8	0,071	1,05	1,12	1,05	52,5	80,75	104,98
5	$2^1/_2$	43,0	47,78	42,19	44,99	25	19,99	19	817	1 299,0	123,26	0,034	0,55	0,58	0,75	32,25	113,0	147,0
6	$1^1/_2$	10,0	42,19	40,89	41,54	10	31,54	19	190	334,0	85,05	0,023	0,37	0,39	5,0	50,0	163,0	212,0
7	$1^1/_2$	5,0	40,89	40,00	40,45	10	30,45	18	90	90,0	53,15	0,015	0,26	0,28	6,0	30,0	193,0	251,0
7′	$^1/_2$	5,0										0,015	—	—	1,8	9,0	9,0	11,7
6′	$^1/_2$	10,0										0,023	—	—	4,0	40,0	49,0	63,7
5′	$^3/_4$	43,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,034	—	—	1,6	68,8	117,8	153,14
4′	$^3/_4$	50,0										0,071	—	—	7,0	350,0	467,8	608,14
3′	1	25,0						—				0,100	—	—	3,2	80,0	547,8	712,14
2′	1	10,0	—	—	—	—	—	—		—	—	0,176	—	—	10	100,0	647,8	842,14
1′	$1^1/_4$	9,0										0,246	—	—	4,5	40,5	688,3	894,79

Tabelul 6.5 (continuare)

Calculul pierderilor de căldură pentru traseele secundare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	1 1/2	3,0	40,89	40,0	40,45	10	30,45	18	54	308,0
9	1 1/2	3,0	42,19	40,0	41,10	10	31,10	18,5	55,5	
10	1 1/2	5,0	42,19	40,0	41,10	10	31,10	18,5	92,5	
11	1 1/2	5,0	41,57	40,0	40,80	10	30,80	18,5	92,5	
12	1 1/2	3,0	41,57	40,0	40,80	10	30,80	18,5	55,5	
13	1 1/2	8,0	43,73	41,57	42,65	10	32,65	20,0	160,0	308,0
14	1 1/2	5,0	43,73	40,0	41,87	10	31,87	19,0	95,0	
15	1 1/2	3,0	43,73	40,0	41,87	10	31,87	19,0	57,0	
16	2 1/2	8,0	45,89	43,73	44,81	10	34,81	31,5	252,0	712,0
17	1 1/2	5,0	41,93	40,00	40,97	10	30,97	18,5	92,5	
18	1 1/2	3,0	41,93	40,00	40,97	10	30,97	18,5	55,5	
19	1 1/2	8,0	44,81	41,93	43,37	10	33,37	21,0	168,0	316,0
20	1 1/2	5,0	44,81	40,0	42,41	10	32,41	19,0	95,0	
21	1 1/2	3,0	44,81	40,0	42,41	10	32,41	19,0	57,0	
22	2 1/2	3,0	45,89	44,81	45,35	10	35,35	31,5	94,5	562,3
23	3	7,0	47,78	45,89	46,84	25	21,84	23,0	161,0	1 435,5
24	1 1/2	5,0	42,28	40,00	41,19	10	31,14	18,5	92,5	
25	1 1/2	3,0	42,28	40,00	41,14	10	31,14	18,5	55,5	
26	1 1/2	8,0	46,12	42,28	44,20	10	34,20	22,0	176,0	324,0
27	1 1/2	5,0	46,12	40,00	43,06	10	33,06	21,0	105,0	
28	1 1/2	3,0	46,12	40,00	43,06	10	33,06	21,0	63,0	
29	2 1/2	10,0	50,92	46,12	48,52	10	38,52	35,0	350,0	842,0
30	1 1/2	5,0	43,44	40,00	41,72	10	31,72	19,0	95,0	
31	1 1/2	3,0	43,44	40,00	41,72	10	31,72	19,0	57,0	
32	1 1/2	8,0	48,88	43,44	46,16	10	36,16	24,0	192,0	344,0
33	1 1/2	5,0	48,88	40,0	44,44	10	34,44	22,0	110,0	
34	1 1/2	3,0	48,88	40,0	44,44	10	34,44	22,0	66,0	
35	2 1/2	3,0	50,92	48,88	49,90	10	39,90	36,0	108,0	628,0
36	3	7,0	54,28	50,92	52,60	25	27,60	30,0	210,0	1 680,0
37	1 1/2	3,0	41,47	40,0	40,74	10	30,74	18,5	55,5	
38	1 1/2	5,0	41,47	40,0	40,74	10	30,74	18,5	92,5	
39	1 1/2	8,0	43,23	41,47	42,35	10	32,35	19,0	152,0	452,0
40	1 1/2	3,0	43,23	40,0	41,62	10	31,62	19,0	57,0	
41	1 1/2	5,0	43,23	40,0	41,62	10	31,62	19,5	97,5	
42	2 1/2	10,0	45,43	43,23	44,33	10	34,33	31,0	310,0	916,5
43	1 1/2	3,0	41,69	40,0	40,85	10	30,85	18,5	55,5	
44	1 1/2	5,0	41,69	40,0	40,85	10	30,85	18,5	92,5	
45	1 1/2	8,0	44,41	41,69	43,05	10	33,05	21,0	168,0	316,0
46	2 1/2	3,0	44,41	40,0	42,21	10	32,21	29,0	87,0	
47	1 1/2	5,0	44,41	40,0	42,21	10	32,21	19,0	95,0	
48	2 1/2	3,0	45,43	44,41	44,92	10	34,92	31,5	94,5	592,5
49	2 1/2	20,0	49,83	45,43	47,63	25	22,63	21,0	420,0	1 929,0
50	1 1/2	5,0	43,88	40,00	41,94	10	31,94	19,0	95,0	
51	1 1/2	3,0	43,88	40,00	41,94	10	31,94	19,0	57,0	
52	1 1/2	8,0	45,24	43,88	44,56	10	34,56	23,0	184,0	336,0
53	1 1/2	5,0	45,24	40,0	42,62	10	32,62	21,0	105,0	
54	1 1/2	3,0	45,24	40,0	42,62	10	32,62	21,0	63,0	
55	2 1/2	10,0	46,94	45,24	46,09	10	36,09	32,0	320,0	824,0
56	1 1/2	3,0	42,34	40,0	41,17	10	31,17	18,5	55,5	
57	1 1/2	5,0	42,34	40,0	41,17	10	31,17	18,5	92,5	
58	1 1/2	8,0	46,02	42,34	44,18	10	34,18	22,0	176,0	324,0
59	1 1/2	3,0	46,02	40,0	43,01	10	33,01	21,0	63,0	
60	1 1/2	5,0	46,02	40,0	43,01	10	33,01	21,0	105,0	
61	2 1/2	2,0	46,94	46,02	46,48	10	36,48	32,0	64,0	556,0
62	3	17,0	49,83	46,94	48,39	10	38,39	40,0	680,0	2 060,0
63	3	13,0	57,33	49,83	53,68	25	28,68	31,0	1085,0	3 074,0

Tabelul 6.5 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
64	1 1/2	5,0	41,23	40,0	40,62	10	30,62	18,5	92,5	
65	1 1/2	3,0	41,23	40,0	40,62	10	30,62	18,5	55,5	
66	1 1/2	8,0	42,83	41,23	42,03	10	32,03	19,0	152,0	300,0
67	1 1/2	5,0	42,38	40,0	41,42	10	31,42	18,5	92,5	
68	1 1/2	3,0	42,83	40,0	41,42	10	31,42	18,5	55,5	
69	2 1/2	15,0	45,83	42,83	44,33	10	34,33	31,0	465,0	1 678,0
70	1 1/2	5,0	41,87	40,0	40,94	10	30,94	18,5	92,5	
71	1 1/2	3,0	41,87	40,0	40,94	10	30,94	18,5	55,5	
72	1 1/2	8,0	44,75	41,87	43,31	10	33,31	21,0	168,0	316,0
73	1 1/2	5,0	44,75	40,0	42,38	10	32,38	19,0	95,0	
74	1 1/2	3,0	44,75	40,0	42,38	10	32,38	19,0	57,0	
75	2 1/2	3,0	45,83	44,75	45,29	10	35,29	31,5	94,5	562,7
76	3	30,0	51,83	45,83	48,83	10	38,83	41,0	123,0	3 470,7
77	1 1/2	3,0	43,69	40,0	41,85	10	31,85	19,0	57,0	
78	1 1/2	5,0	43,69	40,0	41,85	10	31,85	19,0	95,0	
79	1 1/2	8,0	49,61	43,69	46,65	10	36,65	24,5	196,0	348,0
80	1 1/2	5,0	49,61	40,0	44,81	10	34,81	23,0	115,0	
81	1 1/2	3,0	49,61	40,0	44,81	10	34,81	23,0	69,0	
82	2 1/2	3,0	51,83	49,61	50,72	10	40,72	37,0	111,0	295
83	3	35,0	58,83	51,83	55,33	25	30,33	32,0	1 120,0	4 885,7

Se stabilește o cădere de temperatură de 20°C pe rețeaua de distribuție ($\Delta\theta = 60°C ... 40°C$), care se repartizează de-a lungul rețelei între punctul de intrare în primul tronson și punctul până la care se face circulația (baza coloanelor). De exemplu, pe traseul

$$1-7;\ \delta\theta_1 = \frac{\Delta\theta}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7} = \frac{20}{152} = 0{,}13\,°C/m;$$

Pentru traseul 23—11:

$$\delta\theta_2 = \frac{\theta_{f23} - \theta_{c11}}{l_{23} + l_{16} + l_{13} + l_{11}} = \frac{47{,}78 - 40}{7 + 8 + 8 + 5} = 0{,}27°C/m;$$

— în coloanele *4* și *5* se trec temperaturile de intrare θ_i, respectiv de ieșire θ_e din tronsoane (pe rețeaua de distribuție), în °C;

— în coloana *6* se calculează temperaturile medii ale apei pe fiecare tronson, θ_m, aproximate ca medie aritmetică a temperaturilor de intrare și de ieșire, în °C.

— în coloana *7* se trece temperatura θ_a a mediului ambiant în care este montată conducta;

— în coloană *8* se calculează diferența $\theta_m - \theta_a$ pentru fiecare tronson;

— în coloana *9* se trec pierderile de căldură pe unitatea de lungime, q_l, preluate din tabelul 6.1 pe baza diferenței $\theta_m - \theta_a$, și în funcție de diametrul conductei.

— în coloana *10* se calculează pierderile de căldură pe fiecare tronson, cu relația (6.2);

— în coloana *11* se trec debitele de căldură de tranzit, Q_{tr}, începînd de la tronsonul cel mai îndepărtat către punctul termic, (de exemplu pentru tronsonul *4*: $Q_{tr4} = Q_4 + Q_{tr23} + Q_{tr8} = 1\,400 + 1\,299 + 1\,435{,}5 = 4\,134{,}5$ kcal/h).

— în coloanele *12* și *13* se trec debitele de apă care trebuie vehiculate pe fiecare tronson, calculate cu relația (6.11). De exemplu, pentru tronsonul *1*: $G_1 = \frac{Q_{tr1}}{\theta_{tm} - \theta_{ftn}} = \frac{17\,715{,}2}{60 - 40} =$

$= 885{,}76$ l/h;

pentru tronsonul *2*: $G_2 = G_1 \frac{Q_{tr2}}{Q_{tr1} - Q_1} = 885{,}76 \frac{12\,343{,}5}{17\,715{,}2 - 486} = 634{,}58$ l/h;

— în coloana *14* se trece $0{,}3\,G_c$, în care G_c este debitul de calcul al apei calde de consum (notat cu q_c, în l/s, în exemplul de calcul 6.1). Se consideră că pe durata circulației se con-

sumă la punctele de utilizare un debit de circa 30% din debitul de calcul al apei calde de consum;

— în coloana *15* se trec debitele $G_T = 0{,}3G_c + G_f$ pentru conductele de distribuție;

— în coloana *16* se trec pierderile de sarcină liniare unitare i, în mmH_2O/m, determinate cu nomograma din figura 2.7. Pentru conductele de circulație, diametrele au fost alese cu una-două dimensiuni mai mici decît diametrele corespunzătoare ale conductelor de distribuție, dar nu mai mici de 1/2";

— în coloana *17* se calculează pierderile de sarcină liniare ($h_{rl} = i \cdot l$, în mmH_2O) pentru fiecare tronson al conductei de distribuție la debitul G_T și pentru fiecare tronson al conductei de circulație la debitul G_f;

— în coloana *18* se calculează suma pierderilor de sarcină liniare Σh_{rl}, în mmH_2O, pe traseul de la punctul termic la punctul cel mai îndepărtat pentru conducta de distribuție și de la punctul cel mai îndepărtat pînă la punctul termic pentru conducta de circulație;

— în coloana *19* se trec pierderile de sarcină totale, în care s-a considerat că pierderile de sarcină locale reprezintă 30% din pierderile de sarcină liniare.

Suma pierderilor totale de sarcină este (tabel 6.5): $H_T = 251{,}0 + 635{,}0 = 886\ mmH_2O = 0{,}886\ mH_2O$ și este egală cu înălțimea de pompare necesară pentru pompa de circulație.

Proiectarea rețelelor exterioare de canalizare din ansamblul de clădiri

7.1. Elemente generale

7.1.1. Încadrarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri în schemele și sistemele de canalizare ale localităților

Rețeaua exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri este partea din sistemul de canalizare alcătuită din canale colectoare secundare și construcții accesorii, cu ajutorul cărcia apele de canalizare sînt colectate și transportate de la locul de ieșire al rețelelor interioare de canalizare din clădirile de locuit, incintele obiectivelor social-culturale, industriale sau agrozootehnice, pînă la descărcarea lor în rețeaua de canalizare a localității sau în receptor.

Instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere, industriale sau meteorice, se racordează la rețelele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri, prin intermediul căminelor de racord (STAS 2448-82).

Stabilirea procedeului de canalizare, care poate fi separativ, unitar sau mixt, se bazează pe rezultatul unei analize tehnico-economice comparative a mai multor variante, luîndu-se în considerare caracteristicile apelor ce se evacuează, posibilitățile de epurare (prepurare, epurare locală etc.), realizarea eșalonată a investițiilor, eficiența economică etc., ținînd seama și de prevederile STAS 1481-76.

În ansamblurile de clădiri de locuit se adoptă, în general, sistemul unitar de canalizare pentru apele uzate menajere și meteorice.

În incinte industriale, în majoritatea cazurilor, rețeaua de canalizare se construiește în sistem separativ, numărul de rețele de canalizare stabilindu-se în funcție de debitele și calitatea apelor evacuate în urma diverselor operații tehnologice, de influențele acestor ape asupra conductelor și exploatării rețelelor și de necesitatea prepurării apelor uzate industriale înaintea evacuării lor în rețeaua de canalizare a localității.

Schema de canalizare exterioară a ansamblului de clădiri se încadrează în schema de canalizare a localității, ținînd seama de configurația (pantele) terenului, poziția emisarului, posibilitatea evacuării apelor meteorice la supra-

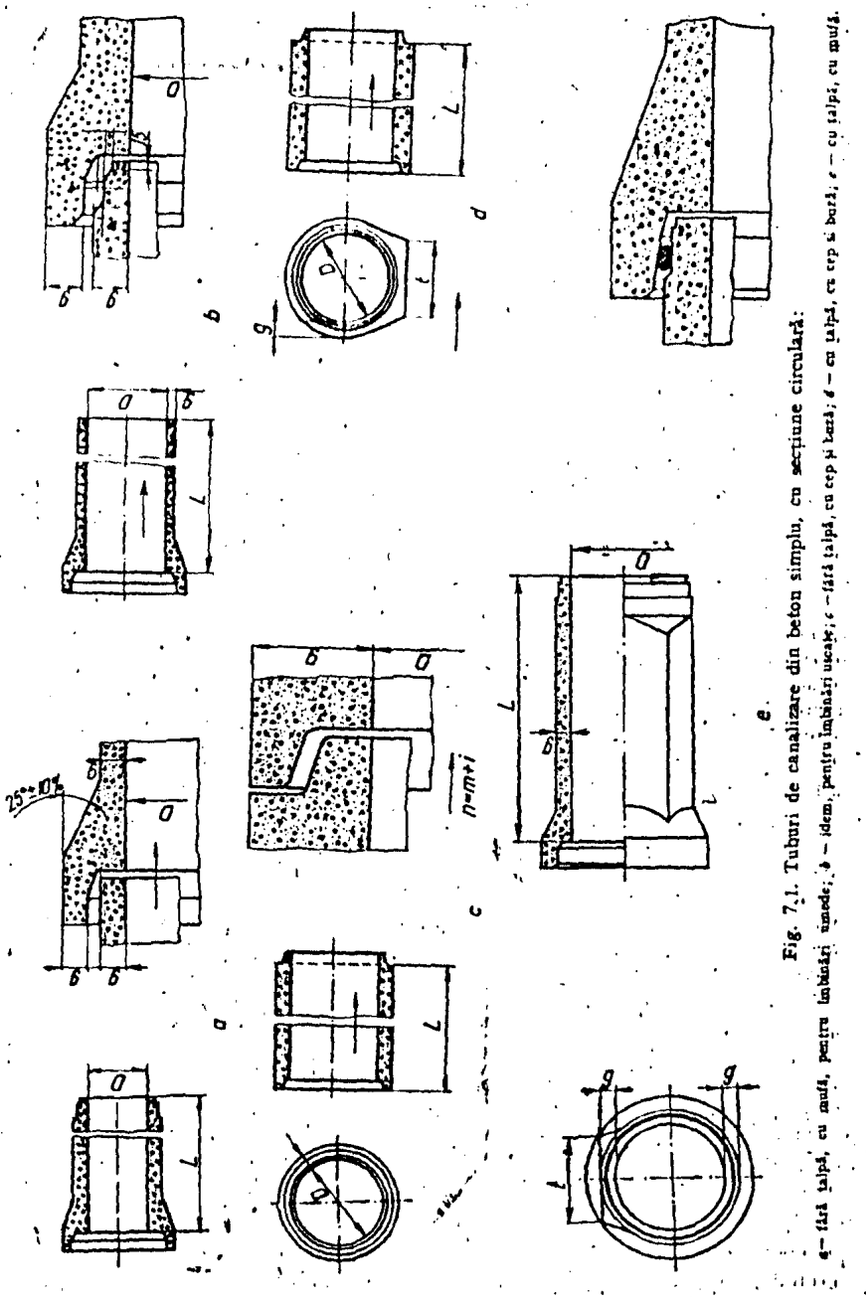


Fig. 7.1. Tuburi de canalizare din beton simplu, cu secțiune circulară:
a — fără talpă, cu mufă, pentru îmbinări umede; *b* — idem, pentru îmbinări uscate; *c* — fără talpă, cu cep și buză; *d* — cu talpă, cu cep și buză; *e* — cu talpă, cu mufă.

fața solului, sistematizarea localității și de schema cadru privind gospodărirea complexă a apelor bazinului hidrografic din care face parte receptorul luat în considerare.

7.1.2. Principalele materiale utilizate la execuția rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Alegerea materialelor canalelor închise se va face ținîndu-se seama de caracteristicile calitative ale apelor de canalizare, de rezistența la sarcinile mecanice sau de altă natură la care sînt supuse, de natura terenului în care sînt montate și de considerente tehnico-economice.

Tuburi și piese din beton simplu. Se fabrică conform STAS 816-80 cu secțiunea circulară (simbol C) sau ovoidă (simbol O). Tuburile cu secțiune circulară pot fi: fără talpă, cu mufă pentru îmbinări umede (fig. 7.1, *a*), respectiv, pentru îmbinări uscate (fig. 7.1, *b*), cu diametre nominale de 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 800 și 1 000 mm, pentru îmbinări umede și, în plus, de 1 250 și 1 500 mm pentru îmbinări uscate și cu lungimi de 1 000; 1 250; 1 500; 2 000 și 2 500 mm; fără talpă cu cep și buză (fig. 7.1, *c*), cu diametre de 200; 300; 400 și 500 mm și lungime de 1 000 mm; cu talpă cu cep și buză (fig. 7.1, *d*) cu diametre de 150; 200; 250; 300; 400; 500 și 600 mm și lungimea de 1 000 mm; cu talpă cu mufă (fig. 7.1, *e*) cu diametre de 300; 400 și 500 mm și lungimi de 1 000 și 2 500 mm. Tuburile cu secțiune ovoidă, cu cep și buză, cu talpă (fig. 7.2), au dimensiuni nominale $D \times H$ de 500 × × 750; 600 × 900; 800 × 1 200 și 1000 × 1500 mm și lungimi de 1 000 și 2 500 mm.

Tuburi și piese de legătură din gresie ceramică (STAS 1743-83). Sînt rezistente la acțiunea apelor acide sau alcaline. Tuburile au secțiunea circulară, sînt prevăzute la unul din capete cu mufă, interiorul mufei și partea exterioară a capătului fără mufă fiind prevăzute cu caneluri. Pentru etanșarea îmbinărilor se folosesc garnituri din cauciuc cu profile speciale.

Tuburi și piese de legătură din gresie ceramică antiacidă (STAS 4234-83). Se folosesc pentru evacuarea apelor impure cu agresivitate chimică. Tuburile au secțiunea circulară și sînt prevăzute la capete fie cu mufe, fie cu flanșe pentru îmbinare.

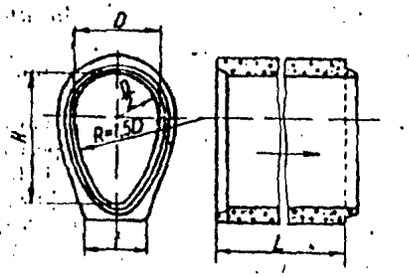


Fig. 7.2. Tuburi de canalizare din beton simplu cu secțiune ovoidă.

7.1.3. Alegerea traseelor şi amplasarea reţelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Amplasarea canalelor în plan orizontal şi vertical în ansambluri de clădiri se va face coordonat cu celelalte reţele existente sau proiectate, conform STAS 8591/1-80.

Conductele exterioare secundare de canalizare din ansambluri de clădiri se vor amplasa, pe cît posibil, în spaţiile verzi, cît mai aproape de linia faţadelor clădirilor, astfel încît racordurile instalaţiilor interioare de canalizare să fie cît mai scurte, respectînd însă distanţele de cel puţin 2 m faţă de fundaţiile construcţiilor amplasate în terenuri normale şi de cel puţin 3 m faţă de fundaţiile construcţiilor amplasate în terenuri sensibile la umezire (conform Normativului pentru proiectarea şi executarea construcţiilor fundate pe terenuri slabe, indicativ P7-77).

În mod obişnuit, se trasează cîte un canal colector secundar pe fiecare stradă, în funcţie de schema de colectare adoptată.

Adîncimea de montare a tuburilor din reţeaua exterioară de canalizare se stabileşte ţinînd seama de cota de îngheţ a pămîntului (stabilită prin STAS 6054-83 pentru diverse regiuni ale ţării), de cota de ieşire a conductelor de canalizare din interiorul clădirilor cît şi de considerente tehnico-economice.

La proiectarea canalelor se vor lua măsuri atît pentru protejarea materialelor canalelor faţă de agresivitatea apelor subterane (în cazul canalelor de beton, agresivitatea apelor se va determina conform STAS 3349-83), cît şi pentru protejarea straturilor de apă subterană şi a surselor de apă.

7.1.4. Construcţii accesorii ale reţelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

În conformitate cu prevederile STAS 3051-81, la canale nevizitabile (cu înălţimea interioară sub 800 mm) se prevăd cămine de canalizare care asigură buna funcţionare şi întreţinere a reţelei exterioare, după cum urmează:

— în punctele de racordare a instalaţiilor interioare de canalizare din clădiri la reţeaua exterioară de canalizare;

— în aliniamente, la distanţe de *max.* 60 m;

— în punctele de schimbare a dimensiunilor canalelor exterioare;

— în punctele de schimbare a pantelor canalelor exterioare;

— în punctele de schimbare a direcţiei;

— în punctele de descărcare a canalelor colectoare nevizitabile în alte colectoare;

— în puncte de intersecţie ale canalelor cu lăţimea interioară mai mică de 500 mm.

Cămine de racord (fig. 7.3). Se execută conform STAS 2448-82 din zidărie de cărămidă, din beton sau din tuburi de beton prefabricat şi sînt acoperite cu capace metalice fixate pe rame (STAS 2308-81). Aceste cămine pot fi: pentru racordarea instalaţiilor de canalizare din interiorul clădirilor la reţeaua exterioară din ansamblul de clădiri sau de racord a acestei reţele la conducta de canalizare a localităţii.

Cămine de intersecţie (fig. 7.4). Se execută conform STAS 2448-82. Rigola căminului se amenajează corespunzător. Se recomandă racordarea a cel mult trei canale în acelaşi cămin de intersecţie. Pentru canale cu diametre mai mari de 500 mm se prevăd camere de intersecţie.

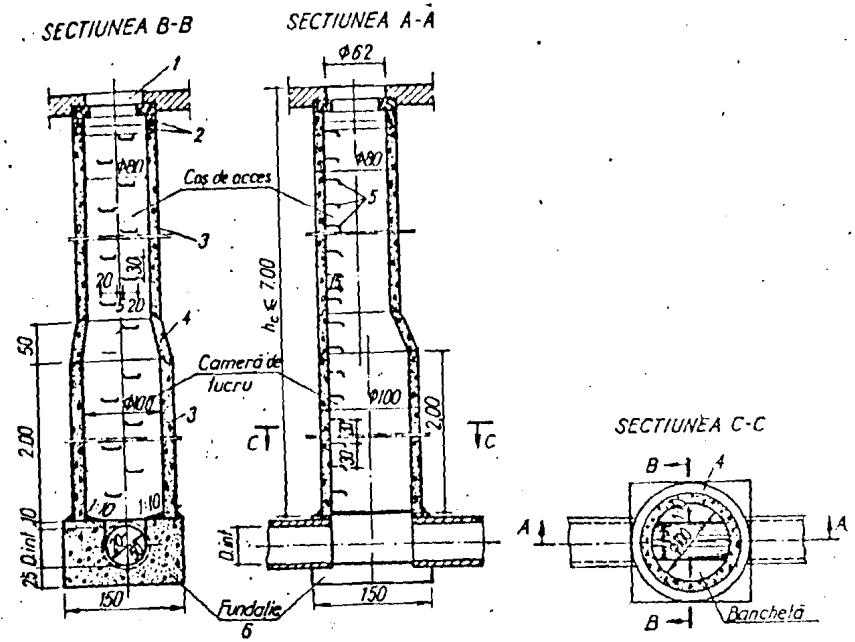


Fig. 7.3. Cămin de racord pentru canalizare:

1 — capac şi ramă; *2* — piese pentru aducerea la cotă; *3* — tub circular; *4* — piesă tronconică; *5* — trepte de acces; *6* — fundaţie.

Cămine de rupere de pantă (fig. 7.5). Se execută pentru a evita depăşirea vitezei maxime admisibile, corespunzătoare materialului din care este executat canalul. Pentru canale cu diametre sub 1,5 m, se execută cămine de rupere de pantă conform proiect tip ISLGC. Pentru canale cu diametre mai mari de 500 mm şi diferenţe de nivel sub 2,0 m se construiesc camere de rupere de pantă fără disipator de energie. Pentru canale cu diametre mai mari de 500 mm şi diferenţe de nivel mai mari de 2 m se construiesc camere de rupere a presiunii cu profil practic şi saltea de apă.

Cămine de spălare (fig. 7.6). Spălarea reţelei se practică, în general, la canalizarea în sistem divizor, pentru canale cu diametre sub 500 mm care transportă ape uzate menajere.

Guri de scurgere. Gurile de scurgere se amplasează la încrucişări de străzi, pe aliniamentul rigolelor şi în puncte convenabil alese pentru evacuarea apelor meteorice. Se execută: guri de scurgere cu depozit şi sifon (fig. 7.7, STAS 6701-82), amplasate în terenuri normale şi guri de scurgere pentru

terenuri macroporice sensibile la umezire (STAS 6701/2-82). Distanțele dintre gurile de scurgere depind de pantele longitudinale ale străzilor și variază între 50 m și 100 m.

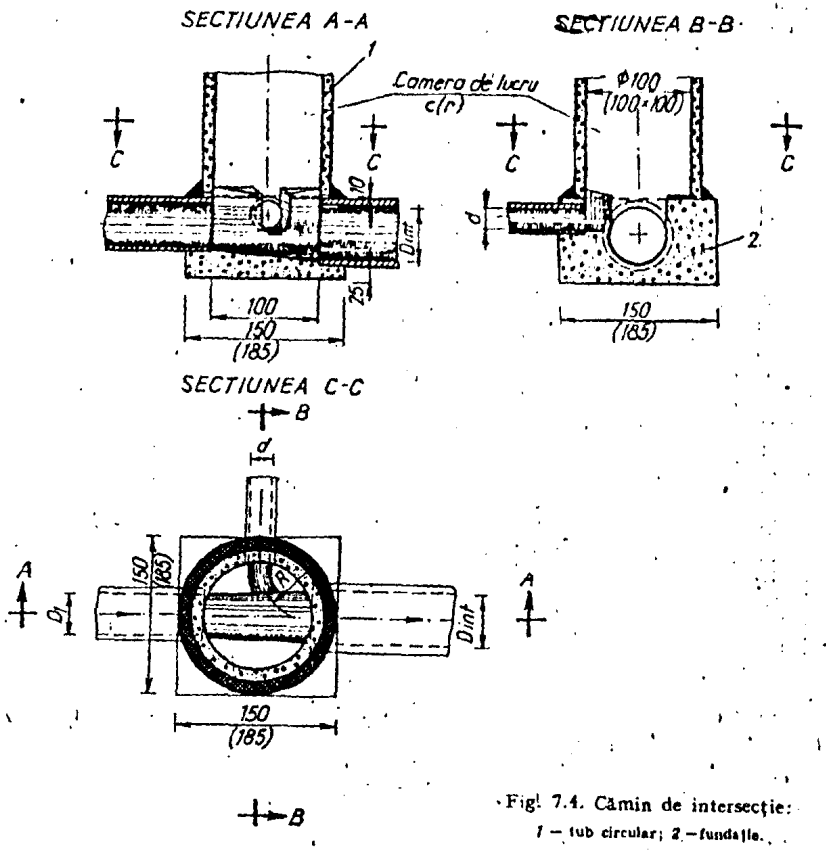


Fig. 7.4. Cămin de intersecție:
1 — tub circular; 2 — fundație.

7.2. Calculul hidraulic al conductelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

7.2.1. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Determinarea debitelor de apă de canalizare se va face ținînd seama de sistemul de canalizare adoptat (separativ, unitar sau mixt) în secțiunile caracteristice pentru: rețeaua de canale; construcțiile accesorii (guri de scurgere, deversoare, cămine de rupere de pantă, cămine de spălare); stațiile de pompare și bazine de retenție; stațiile de epurare.

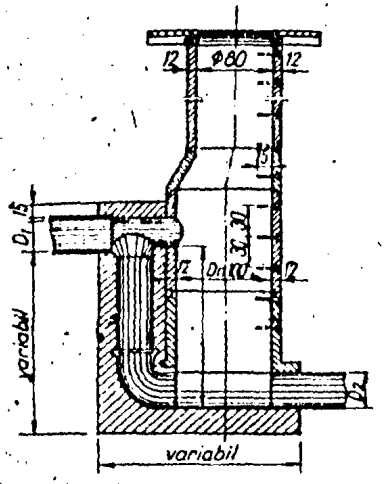


Fig. 7.5. Cămin de rupere de pantă.

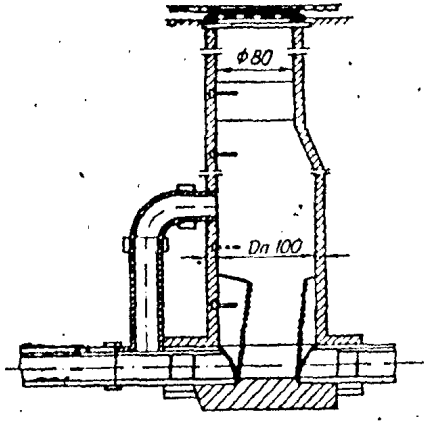


Fig. 7.6. Cămin de spălare a rețelei de canalizare

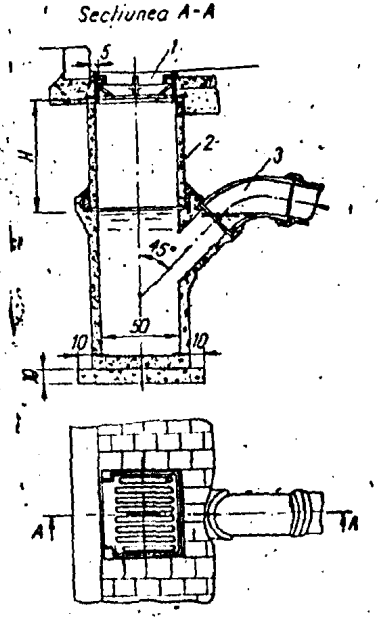


Fig. 7.7. Gură de scurgere cu depozit și sifon:
1—grătar; 2—corpul gurii de scurgere; 3—cot simplu.

Debitele racordurilor instalațiilor interioare la rețeaua exterioară secundară (stradală) de canalizare din ansambluri de clădiri. Debitele de ape uzate menajere, tehnologice (cu suspensii) și de ape meteorice evacuate din interiorul clădirilor se determină cu relațiile (4.2), (4.14) și (4.15), prezentate în cap. 4, conform datelor din STAS 1795-86.

Pentru calculul hidraulic al rețelei de canalizare a localității, aceste debite se consideră repartizate uniform pe suprafața bazinului de canalizare, dacă au valori sub 10 l/s sau concentrate în anumite puncte ale rețelei de canalizare, dacă au valori peste 10 l/s.

Debite de calcul pentru sistemul de canalizare separativ. Debitele de calcul pentru rețeaua de canalizare a apelor uzate se determină prin însumarea debitelor orare maxime pentru diferite categorii de ape uzate, care rezultă în diferitele secțiuni de calcul.

Debitele de calcul pentru rețeaua de ape meteorice se stabilesc, de regulă, prin metoda rațională, admițându-se ca model o ploaie de calcul uniform distribuită pe întregul bazin de canalizare, cu intensitatea constantă pe durata de concentrare superficială și de curgere prin canal.

La determinarea debitelor de ape meteorice se va ține seama de: clasa de importanță a folosinței pentru care se realizează canalizarea; relieful și condițiile de curgere; permeabilitatea suprafețelor canalizate; necesitatea de apărare împotriva inundațiilor la ploi mai mari decît cea de calcul, pentru care sînt necesare justificări tehnico-economice.

Determinarea debitelor de ape meteorice se poate face și prin alte metode, justificate din punct de vedere tehnico-economic.

Debitul de calcul pentru ape meteorice se stabilește luîndu-se în considerare numai debitul ploii de calcul Q_p, în l/s, care se calculează cu relația

$$Q = mS\Phi I, \qquad (7.1)$$

în care: m este un coeficient adimensional de reducere a debitelor de calcul, care ține seama de capacitatea de înmagazinare în timp a canalelor și de durata ploii de calcul, t: $m = 0{,}8$ pentru $t \leqslant 40$ min; $m = 0{,}9$ pentru $t > 40$ min;

S — aria suprafeței bazinului de canalizare aferent secțiunii de calcul, în ha;

Φ — coeficient de curgere aferent suprafeței S, care se calculează cu relația

$$\Phi = \frac{q_c}{q_p}; \qquad (7.2)$$

q_c — debitul de apă de ploaie căzută pe suprafața S, care ajunge în canal, în l/s;

q_p — debitul de apă de ploaie căzută pe suprafața S, în l/s;

I — intensitatea normată a ploii de calcul, în funcție de frecvența f și durata ploii de calcul t, conform STAS 9470-73, în l/sha.

Valorile coeficientului de curgere Φ, în funcție de natura suprafeței bazinului de canalizare, sînt indicate în tabelul 7.1.

Tabelul 7.1

Valorile coeficientului de curgere Φ (STAS 1846-83)

Natura suprafeței	Coeficientul de curgere
Învelitori metalice, de ardezie, țiglă, sticlă	0,95
Terase asfaltate	0,85 ... 0,90
Pavaje de asfalt, din piatră sau alte materiale, cu rosturi umplute cu mastic	0,80 ... 0,85
Pavaje din piatră cu rosturi umplute cu nisip	0,60 ... 0,70
Drumuri de piatră spartă (macadam)	0,25 ... 0,50
Drumuri pietruite	0,15 ... 0,30
Terenuri de sport, grădini	0,10 ... 0,20
Incinte și curți nepavate, neîmbătătorite	0,15 ... 0,25
Terenuri agricole	0,05 ... 0,15
Parcuri și suprafețe împădurite	0,05 ... 0,10

OBSERVAȚII:

1. În cazul bazinelor de canalizare cu pante mari, se adoptă valorile maxime ale coeficientului de curgere;
2. Coeficientul de curgere se poate lua în mod diferențiat, pe etape de dezvoltare a localităților și industriilor.

Pentru întreaga localitate sau zonă industrială, agrozootehnică etc., sau pentru zone caracteristice care cuprind diferite tipuri de amenajare a suprafețelor bazinelor de canalizare, coeficientul de curgere Φ se determină ca medie ponderată a valorilor din tabelul 7.1 cu suprafețele bazinelor de canalizare.

Frecvența normată a ploii de calcul f, în funcție de clasa de importanță a folosinței, este indicată în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2

Frecvența normată a ploii de calcul f, în funcție de clasa de importanță a folosinței (STAS 1846-83)

Clasa de importanță a folosinței care se canalizează (conform STAS 4273-83)	Unități cu caracter economic (industriale, argozootehnice etc.)	Unități cu caracter social (centre populate, cartiere etc.)
I	1/5	1/3 ... 1/5
II	1/3 ... 1/2	1/2 ... 1/1
III	1/2 ... 1/1	1/1 ... 2/1
IV	1/1 ... 2/1	2/1
V	2/1	2/1

OBSERVAȚII:

1. La alegerea valorilor frecvențelor normate se vor adopta frecvențele mai mici pentru unitățile industriale sau centrele populate mai importante;
2. La propunerea proiectantului și cu acordul beneficiarului, pe baza unor calcule tehnico-economice justificate, se pot stabili și alte frecvențe decît cele din tabelul 7.2;

3. Pentru un ansamblu de obiective de importanță mai mare decît a unității cu caracter social sau economic în care sînt așezate, la dimensionarea hidraulică a sistemului de canalizare de la racord și pînă la emisar, se va avea în vedere îndepărtarea unor debite sporite de ape meteorice, corespunzînd frecvenței mai mici a ploii de calcul colectate de pe suprafețele bazinelor de canalizare aferente obiectivelor în cauză.

Durata ploii de calcul t se stabilește în secțiunea din avalul tronsonului de canal care se dimensionează, cu relațiile

— pentru canale incipiente

$$t = t_{ci} + \frac{L}{v_a} \quad [\text{min}]; \tag{7.3}$$

— pentru restul canalelor

$$t_i = t_{i-1} + \frac{L_i}{v_{ai}} \quad [\text{min}], \tag{7.4}$$

în care: t_{ci} este timpul de concentrare superficială (timpul în care apele meteorice ajung de la punctul de cădere cel mai îndepărtat de pe suprafața considerată la cel mai apropiat canal), în min;

L — lungimea tronsonului de canal incipient care se dimensionează, în m;

v_a — viteza apreciată de curgere a apei în canalul incipient, considerată, pentru un prim calcul, de 60—120 m/min. În cazul în care viteza la secțiune plină rezultată la dimensionarea canalului diferă cu mai mult de $\pm 20\%$ față de viteza apreciată adoptată inițial, calculul se refăce apreciindu-se o nouă viteză, egală cu viteza la secțiune plină rezultată, pînă cînd se verifică condiția de mai sus;

t_i — durata ploii de calcul în secțiunea i situată în avalul tronsonului de canal care se dimensionează, în min;

t_{i-1} — durata ploii de calcul în secțiunea $i-1$ situată în avalul tronsonului de canal dimensionat anterior, în min;

L_i — lungimea tronsonului de canal care se dimensionează, în m;

v_{ai} — viteza apreciată de curgere a apei în canalul care se dimensionează, în m/min; ea trebuie astfel aleasă, încît să nu difere cu mai mult de $\pm 20\%$ de viteza la secțiune plină rezultată din dimensionarea canalului respectiv, în m/min.

Timpul de concentrare superficială t_c este funcție de panta și natura suprafeței de scurgere, de densitatea construcțiilor, de lungimea parcursului de la punctul de cădere a apei de ploaie pînă la cel mai apropiat canal, de intensitatea și durata ploii, de capacitatea de reținere a apei în depresiuni etc.

În proiectare, timpul de concentrare superficială se alege după cum urmează (valorile minime considerîndu-se pentru pante mari ale terenului, iar valorile maxime pentru terenuri plate):

— în zone cu densitate mare a construcțiilor, cu suprafețe de scurgere asfaltate sau pavate, unde apa de ploaie se scurge practic direct în canale, $t_{ci} = 0{,}5—3{,}5$ min;

— în zone cu densitate medie a construcțiilor, cu suprafețe de scurgere asfaltate sau pavate, alternînd cu zone de spațiu verde, cel mai apropiat canal fiind la mai mult de 20—30 m de suprafața de cădere a apei de ploaie, $t_{ci} = 3—5$ min;

— în zone cu densitate mică a construcțiilor, în zone cu caracter rural, cu suprafețe de scurgere nepavate, $t_{ci} = 5—10$ min;

— în zone rezidențiale, cu teren plat, străzi și piețe largi, cu mult spațiu verde amenajat, alei din pietriș etc., $t_{ci} = 10—15$ min.

Dacă durata ploii de calcul, t sau t_i, stabilită cu relațiile (7.3) sau (7.4) rezultă mai mică decît: 5 min în zone de munte (pante medii $\geq 5‰$), 10 min în zone de deal (pante medii între $2‰$ și $5‰$), 15 min în zone de șes (pante medii $\leq 2‰$), la determinarea intensității ploii de calcul se vor adopta următoarele durate minime: 5 min pentru zone de munte, 10 min pentru zone de deal și 15 min pentru zone de șes.

Debitul de calcul al apei de ploaie într-o secțiune i rezultă din luarea în considerare a traseului pentru care se obține cea mai mare valoare a duratei ploii de calcul t_i, pornind de la extremitatea amonte a canalului. În cazuri speciale, condiționate de caracteristicile zonei canalizate, cum sînt: forma bazinului, mărimea coeficientului de curgere, poziția unor afluențe de ape la suprafață etc., se au în vedere situațiile care conduc la debite maxime, chiar dacă acestea nu corespund întregii suprafețe a zonei.

Debitul determinat într-o secțiune oarecare i va fi mai mare sau cel puțin egal cu debitul determinat în secțiunea imediat amonte $i-1$.

Debite de calcul pentru sistemul de canalizare unitar. Debitele de calcul se stabilesc prin însumarea debitelor de ape uzate menajere, determinate cu relația (4.2), a debitelor de ape uzate tehnologice (cu suspensii), determinate cu relația (4.14) și de ape meteorice, determinate cu relația (7.1).

În cazul particular al unor ansambluri mici de clădiri, la care, prin sistematizarea verticală, nu sînt prevăzute guri de scurgere pentru colectarea apelor meteorice de pe suprafața terenului, debitul de calcul pentru rețeaua de canalizare exterioară în sistem unitar se poate determina prin însumarea debitelor de ape uzate menajere calculate cu relația (4.2), de ape uzate tehnologice determinate cu relația (4.14) și de ape meteorice calculate cu relația (4.15).

7.2.2. Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Conductele rețelei exterioare de canalizare se dimensionează ținînd seama de: panta de montaj, panta terenului, gradul de umplere maxim admis și de rugozitatea suprafețelor interioare ale tuburilor de canalizare, astfel încît viteza medie a apei la curgerea cu nivel liber să fie mai mare (cel puțin egală) decît viteza minimă de autocurățire și mai mică decît viteza maximă admisă.

Pantele normale și minime de montaj, funcție de natura apei uzate, pentru diametre ale conductelor pînă la 600 mm, sînt date în tabelul 4.7. Panta longitudinală a canalelor trebuie astfel aleasă, încît la trecerea debitului maxim orar al apelor uzate — cu excepția celor neimpurificate — să se realizeze viteza minimă de autocurățire $v_{min} = 0{,}7$ m/s. Pe traseele cu

pante mari, unde s-ar putea depăşi vitezele maxime admisibile, se vor prevedea cămine de rupere de pantă sau dispozitive corespunzătoare. În cazul unor variaţii mari de debite, pentru realizarea vitezei de autocurăţire se vor adopta profile cu cunetă.

Pentru procedeul separativ, gradele de umplere u maxime admise pentru ape uzate menajere sînt indicate în tabelul 7.3.

Tabelul 7.3

Gradele de umplere u, maxime admise pentru ape uzate menajere canalizate prin procedeul separativ.

H(mm)	h/H
pînă la 450	0,70
500 ... 900	0,75
peste 900	0,80

OBSERVAŢII:

1. Gradul de umplere este raportul dintre înălţimea apei în canal (h) şi înălţimea interioară a canalului (H);
2. La proiectare se vor alege profilul şi dimensiunile colectorului care conduc la gradul de umplere cel mai mare, fără a depăşi valorile din tabelul 7.3

Pentru sisteme unitare şi sisteme separative de ape meteorice, gradul de umplere la debit orar maxim se va lua $u \leqslant 0{,}95$.

Vitezele maxime admise v_{max} vor fi: în canale închise din sisteme separative, 5 m/s pentru tuburi din beton armat şi 3 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie ceramică, policlorură de vinil, azbociment şi poliesteri armaţi cu fibre de sticlă; în canale închise în sisteme unitare, 8 m/s pentru tuburi din beton armat şi 5 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie, policlorură de vinil, azbociment şi poliesteri armaţi cu fibre de sticlă.

Pentru calculul hidraulic al conductelor exterioare de canalizare se folosesc nomogramele din figura 7.8 pentru tuburi din beton cu secţiune circulară, cele din figura 7.9 pentru tuburi din beton cu secţiune ovoidă şi cele din figura 7.10 pentru tuburi din gresie ceramică, bazalt sau fontă. Aceste nomograme au fost trasate pe baza relaţiei

$$q = AkR^{2/3} I^{1/2}, \tag{7.5}$$

în care: q este debitul de calcul, în m³/s;
A — aria secţiunii de curgere, în m²;
k — coeficient care depinde de materialul folosit;
R — raza hidraulică, în m;
I — panta radierului canalului.

Diametrele conductelor se determină din condiţii constructive şi hidraulice. Condiţiile constructive constau în alegerea preliminară a diametrului incipient al reţelei, care, conform STAS 3051-81 se recomandă să fie: de minimum 300 mm pentru canale circulare în sisteme de canalizare unitare şi, respectiv, separative pentru ape meteorice şi de 250 mm pentru celelalte ape uzate în sisteme separative; pentru canale de secţiune ovoidă, dimensiunile minime sînt 400 × 600 mm în sisteme de canalizare separative. De asemenea, condiţiile constructive impun ca diametrul unui tronson oarecare al reţelei de canalizare să fie mai mare sau cel puţin egal cu diametrul tronsonului precedent.

Condiţiile hidraulice constau în verificarea relaţiilor

$$u \leqslant u_{max} \tag{7.6}$$

şi

$$v_{min} \leqslant v \leqslant v_{max}. \tag{7.7}$$

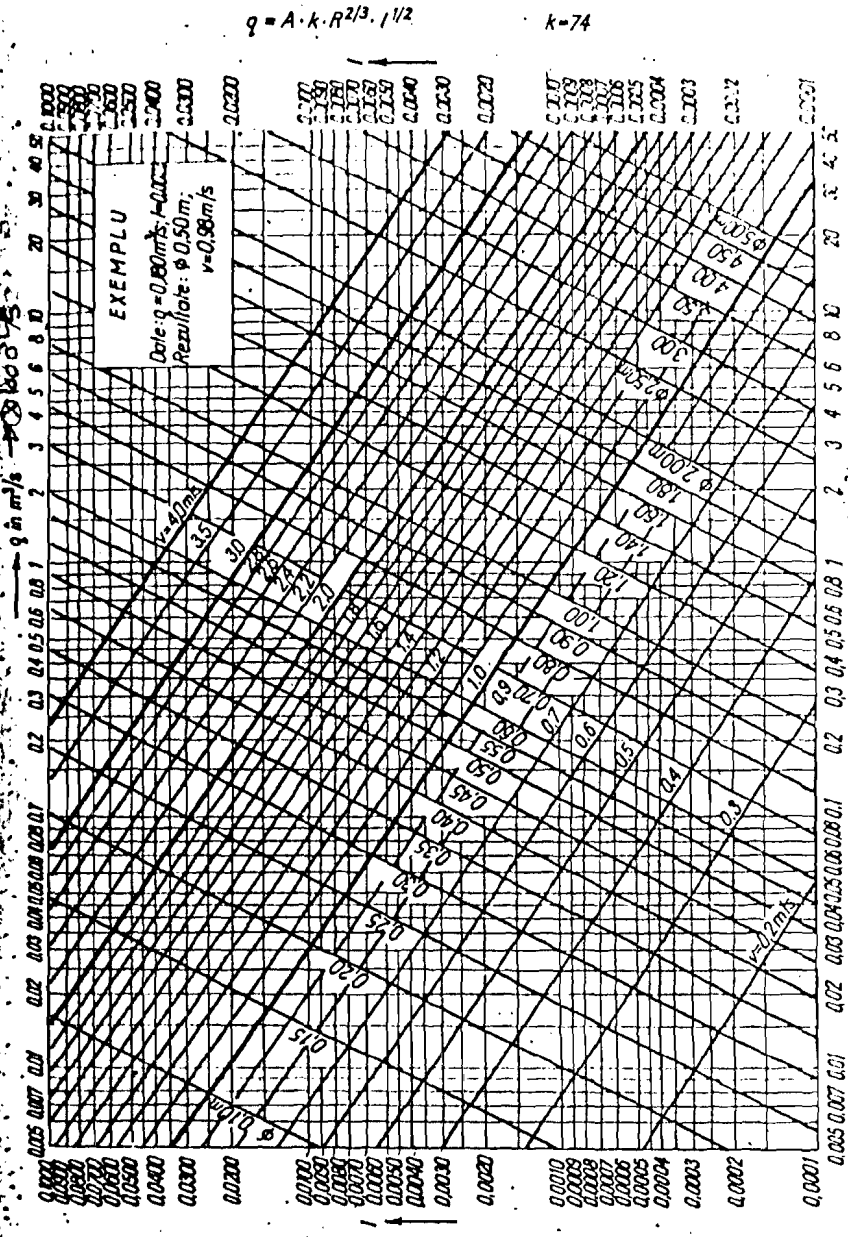


Fig. 7.8. Nomogramă pentru dimensionarea canalelor din beton cu secţiune circulară ($k = 74$).

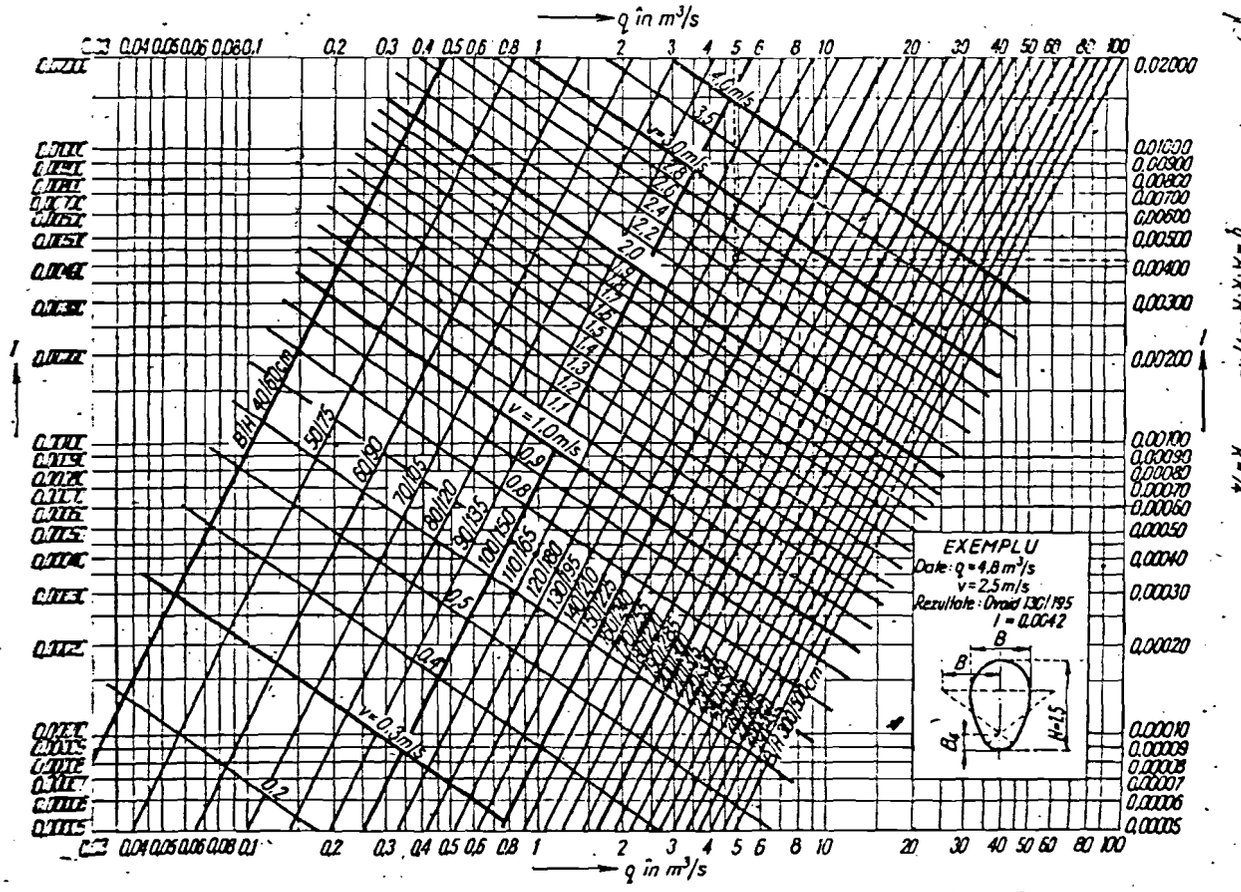


Fig. 7.9. Nomogramă pentru dimensionarea canalelor din beton cu secțiune ovoidă ($k = 74$)

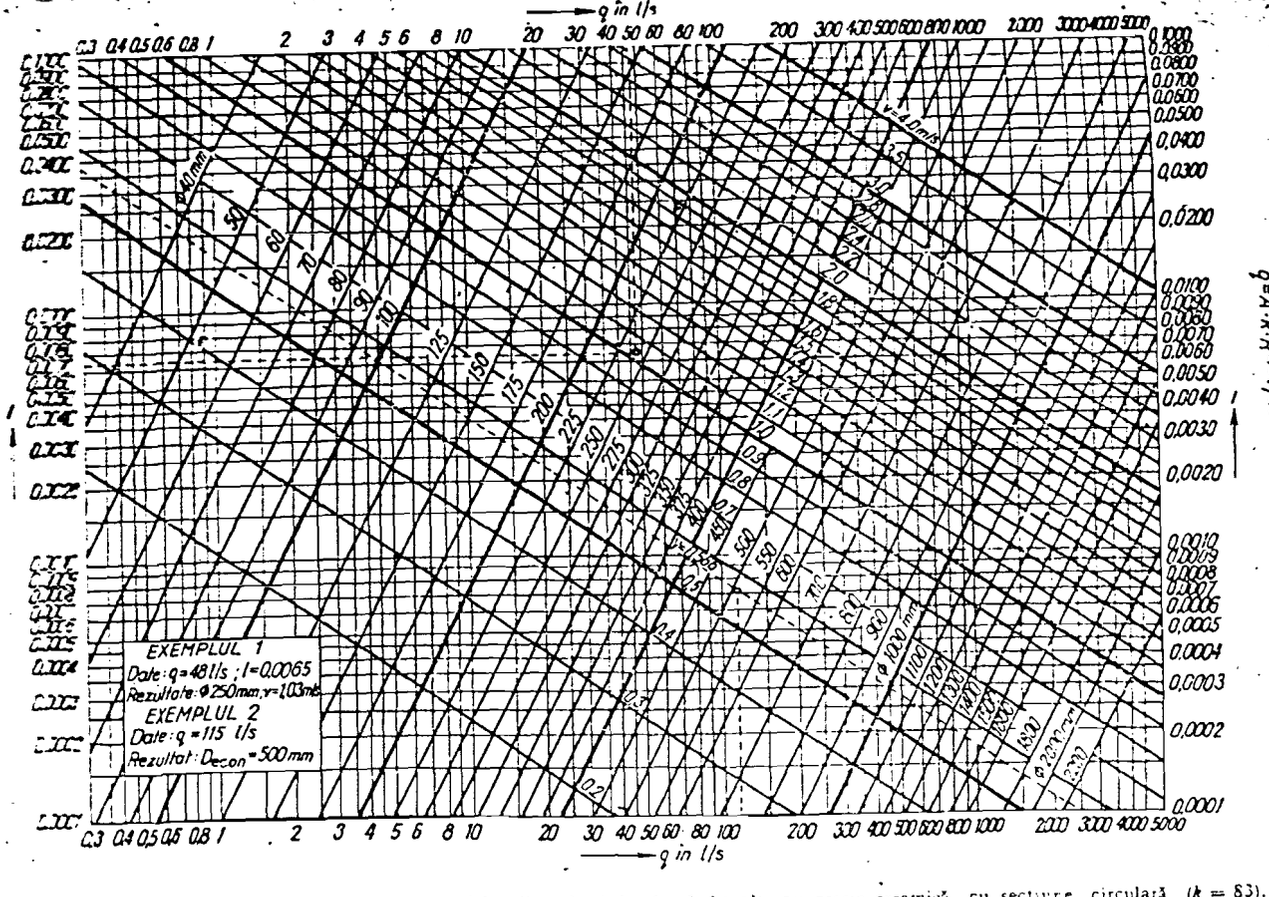


Fig. 7.10. Nomogramă pentru dimensionarea canalelor din tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică cu secțiune circulară ($k = 83$).

În acest scop, se calculează raportul $x = \frac{q}{q_{s,p}}$ între debitul de calcul q și debitul de curgere cu secțiune plină a conductei $q_{s,p}$, care se determină cu

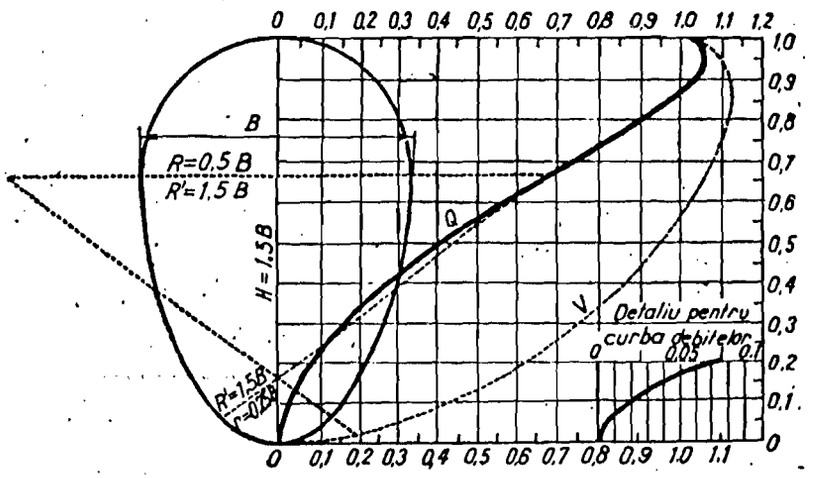


Fig. 7.11. Nomogramă pentru determinarea gradului de umplere u și raportului z la curgere cu nivel liber în canale cu secțiune ovoidă.

nomogramele din figurile 7.8, 7.9 sau 7.10. Din tabelul 4.10 sau cu nomogramele din figura 4.2 pentru canale circulare și din figura 7.11 pentru canale cu secțiune ovoidă se determină u și z. Se verifică relația (7.6); dacă $u > u_{max}$ se alege un diametru cu o dimensiune mai mare decît cel preliminar ales și se reia calculul pînă la îndeplinirea condiției (7.6).

Cunoscînd valoarea $z = \frac{v}{v_{s,p}}$, în care viteza la curgere cu secțiune plină $v_{s,p}$ rezultă din nomogramele din figurile 7.8, 7.9, sau 7.10, se calculează $v = zv_{s,p}$ și se verifică relația (7.7); dacă $v < v_{min}$ se modifică panta de montaj a conductei și se reia calculul pînă la verificarea relației (7.7).

Pentru conductele de canalizare exterioară din sistemul unitar, dimensionate după metodologia de mai sus, se verifică îndeplinirea condițiilor hidraulice (7.6) și (7.7) și în ipoteza evacuării numai a debitelor de ape uzate menajere.

7.2.3. Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare

Profilul longitudinal reprezintă o secțiune verticală efectuată prin axa conductei exterioare de canalizare, între două puncte bine definite (de regulă, două cămine de canalizare).

Pentru trasarea profilului longitudinal al conductelor rețelei exterioare de canalizare sînt necesare următoarele date:

— configurația (traseele) și lungimile conductelor rețelei, precum și amplasarea tuturor căminelor de canalizare, conform planului de situație al ansamblului de clădiri;

— cotele terenului natural (existente înainte de începerea lucrărilor) și ale terenului amenajat;

— diametrele și pantele de montaj ale conductelor exterioare de canalizare (stabilite prin calculul hidraulic al rețelei);

— cotele de ieșire din clădiri și diametrele conductelor interioare de canalizare;

— traseele și cotele celorlalte rețele exterioare (de alimentare cu apă, gaze naturale, combustibile, canale termice, cabluri electrice etc.) cu care se intersectează traseele rețelei de canalizare, precum și cotele punctelor obligate pentru traseul rețelei de canalizare (subtraversări, denivelări etc.).

Profilul longitudinal se reprezintă grafic într-un sistem de axe rectangulare de coordonate, avînd pe abscisă distanțele dintre puncte redate la scara 1:500 sau 1:1 000 (de regulă, la scara planului de situație al ansamblului de clădiri) și pe ordonată cotele punctelor, redate la scara 1:50.

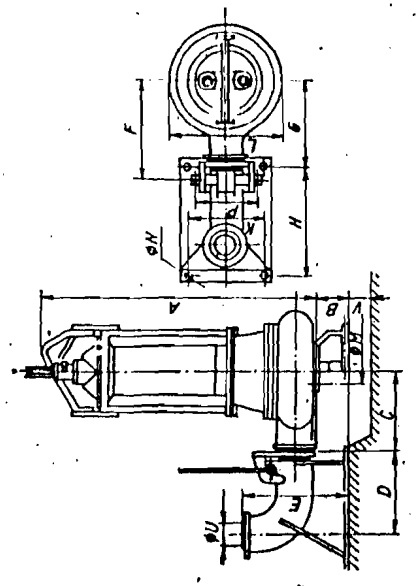
Sub axa absciselor se înscriu într-un tabel datele necesare întocmirii profilului longitudinal al rețelei exterioare de canalizare și anume: numărul căminului de canalizare; cota terenului natural; cota terenului amenajat; cota radierului canalului; adîncimea căminului de canalizare; adîncimea săpăturii căminului (de regulă, cu 20—25 cm sub cota radierului căminului de canalizare); panta conductei; distanța între cămine; distanțe cumulate; diametrul conductei.

Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare este necesar proiectantului pentru stabilirea cotelor tuburilor de canalizare, a volumului de săpătură și a documentației economice a proiectului (antemăsurătoare, deviz etc.), iar executantului pentru realizarea instalației exterioare de canalizare.

7.3. Instalații de pompare a apelor de canalizare

7.3.1. Echipamente și instalații pentru pomparea apelor de canalizare

Pentru pomparea apelor uzate menajere, industriale și, în general, a apelor încărcate cu diferite suspensii neabrazive sau puțin abrazive, atît solide cît și fibroase, cu temperaturi pînă la +30°C, se recomandă folosirea pompelor submersibile tip EPEG (fig. 7.12) fabricate de întreprinderea de pompe „Aversa" — București, avînd caracteristicile redate în tabelul 7.4. Electropompa tip EPEG este alcătuită dintr-o pompă centrifugă monoetajată plasată la partea inferioară, cu carcasă circulară, putînd fi echipată cu trei tipuri diferite de rotoare, pentru a putea fi adaptată optim la caracteristicile fizice ale apei pompate și motorul electric de antrenare, de tip asincron trifazat, cu rotorul în scurtcircuit, plasat la partea superioară într-o carcasă etanșă pentru a fi ferit de contactul cu apa vehiculată. Instalația de ghidare a pompei se compune dintr-un cot suport, care se fixează pe fundul bazinului colector și la care se racordează conducta de refulare a apei uzate, două cabluri de ghidare, care se întind între rama gurii de vizitare a bazinului



Tabelul 7.4

Caracteristicile pompelor submersibile tip EPEG, fabricate de întreprinderea de pompe „Aversa" Bucureşti (dimensiunile în mm)

Mărimea	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	P	U	V	Masa (kg)
65—22/2—4	730	72	220	245	330	273	227	300	110	310	65	18	190	65	0	110
65—30/2—11	1 100	75	285	245	330	335	289	300	110	374	65	18	190	65	0	250
65—22/11—22	1 300	72	260	245	330	310	264	300	110	390	65	18	190	65	0	240
80—16/2—4	735	140	215	280	385	257	185	370	150	290	80	18	258	80	0	110
80—30/2—18,5; 22	1 340	90	320	280	385	362	290	370	150	460	100	18	258	80	0	250
80—40/2—45	1 090	105	430	373	400	458	508	250	150	535	100	22	216	80	0	530
100—26/2—11; 18,5—22	1 370	120	300	335	450	390	315	420	180	390	100	18	260	100	0	230
100—26/3—7,5	1 180	120	300	335	450	390	315	420	180	390	100	18	260	100	0	250
100—30/2—45	1 100	85	430	383	400	468	508	250	150	535	125	22	216	100	70	540
100—40/2—45	1 050	72	445	383	400	468	508	250	150	535	125	22	216	100	70	540
150—26/2—45	1 135	85	445	413	450	495	523	280	200	535	180	22	265	150	100	540
150—30/2—15	1 100	85	445	413	450	495	523	280	200	535	150	22	265	150	100	540
150—30/3—15	1 450	72	380	413	450	456	440	280	200	480	200	22	265	150	100	370
100—30/2—22	1 390	85	380	383	400	456	421	250	150	480	125	22	216	100	70	280
100—30/3—7,5	1 300	85	380	383	400	456	421	250	150	450	125	22	216	100	70	280
200—40/3—30	1 115	43	550	370	450	626	571	280	250	535	200	22	295	200	200	570
200—40/4—22	1 115	43	550	370	450	626	571	280	250	535	200	22	295	200	200	570
150—40/2—100	1 300	218	520	536	810	410	400	700	760	966	150	22	280	150	70	820

colector şi bolţul opritor montat la cotul suport, precum şi o piesă de cuplare care se montează pe flanşa de refulare a electropompei.

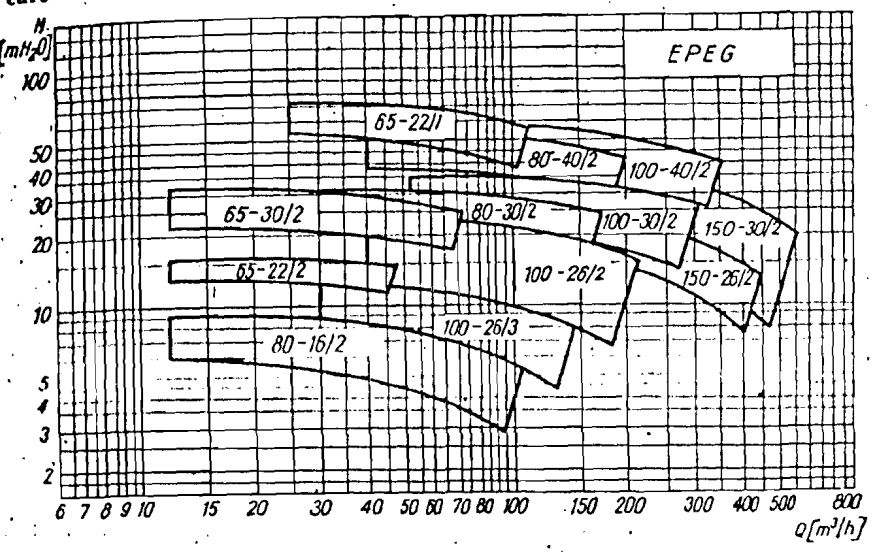


Fig. 7.12. Nomogramă pentru alegerea pompelor submersibile tip EPEG pentru ape de canalizare.

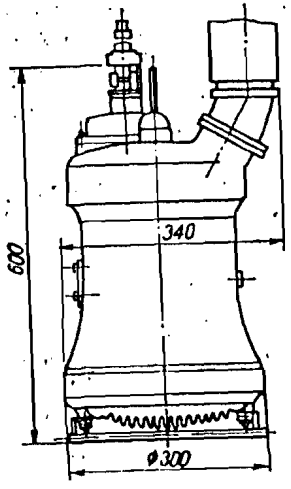


Fig. 7.13. Pompă submersibilă pentru epuismente tip EPET.

Pentru pomparea apelor de canalizare se mai recomandă pompele submersibile pentru epuismente tip EPET (fig. 7.13) iar pentru apele convenţional curate, pompele centrifuge monoetajate redate în catalogul întreprinderii de pompe „Aversa" — Bucureşti.

Staţiile de pompare a apelor de canalizare cuprind: camera de recepţie a apelor de canalizare, amplasată separat, adiacent sau sub camera pompelor; camera în care sînt amplasate echipamentele de pompare, instalaţiile hidraulice, armăturile, aparatajul de comandă, instalaţiile de ridicat echipamentele de pompare şi instalaţiile electrice de forţă şi iluminat.

7.3.2. Calculul instalaţiilor de pompare a apelor de canalizare

Alegerea pompelor. Pompele se aleg în funcţie de natura şi caracteristicile apelor de canalizare, de debitul necesar Q_{nec}, în m^3/h, şi de înălţimea de pompare necesară $H_{p\,nec}$, în mH_2O, care se determină cu relaţia

$$H_{p\,nec} = H_g + h_r, \qquad (7.8)$$

în care: H_g este înălțimea geodezică de pompare;
h_r — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de pompare.

Tabelul 7.5

Ariile suprafețelor de colectare a apelor meteorice aferente gurilor de scurgere GS (exemplul de calcul 7.1)

	GS_1	GS_2	GS_3	GS_4	GS_5	GS_6	GS_7	GS_8	GS_9	GS_{10}
S_c(m²)	250	300	200	150	200	400	250	300	150	600
S_d(m²)	300	150	500	300	300	600	250	150	300	150

În cazul montării pompelor deasupra nivelului maxim al apei din bazinul de recepție, se recomandă determinarea înălțimii geodezice maxime admisibile de aspirație, cu relația

$$H_{gs\,max} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} - h_{rs} - NPSH \quad [\text{mH}_2\text{O}], \tag{7.9}$$

în care: p_{at} este presiunea atmosferică (funcție de altitudine), în N/m²;
p_v — presiunea de vaporizare a apei, în N/m²;
ρ — densitatea apei, în kg/m³, având valori variabile cu concentrația de suspensii și temperatura apelor de canalizare;
g — accelerația gravitațională, în m/s²;
h_{rs} — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de aspirație a pompei, în mH_2O;
$NPSH$ — înălțimea netă absolută la aspirație a pompei, funcție de debit, în mH_2O (dată în catalogul întreprinderii constructoare de pompe).

Se verifică condiția

$$H_{gs} \leqslant H_{gs\,max} \quad [\text{mH}_2\text{O}], \tag{7.10}$$

în care H_{gs} este înălțimea geodezică efectivă de aspirație a pompei.

Puterea P măsurată la arborele pompei se calculează cu relația

$$P = \frac{\rho g Q H_p}{\eta_p} \quad [\text{kW}], \tag{7.11}$$

în care: ρ, g, Q, H_p au semnificațiile de mai sus;
η_p — randamentul pompei.

Puterea motorului electric de antrenare a pompei P_m se determină cu relația

$$P_m = \frac{P}{\eta_m} \quad [\text{kW}], \tag{7.12}$$

în care η_m este randamentul motorului electric.

Calculul hidraulic al conductei de pompare. Se efectuează cunoscînd debitul Q și vitezele economice medii ale apei, după metodologia cunoscută.

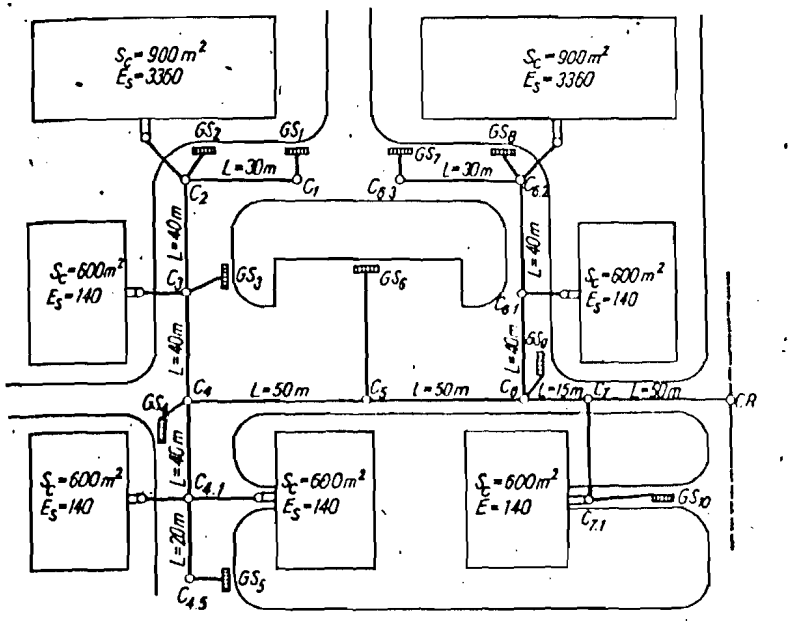


Fig. 7.14. Schemă de calcul a rețelei exterioare de canalizare pentru un ansamblu de clădiri.

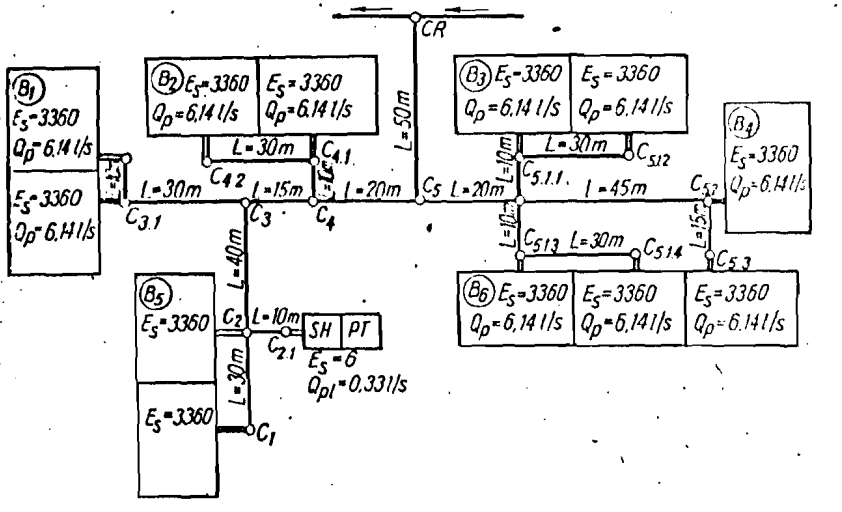


Fig. 7.16. Schema de calcul a rețelei exterioare de canalizare în sistem unitar aferentă unui ansamblu de clădiri de locuit având 480 apartamente.

Calculul hidraulic al traseului principal $C_1 \dots C_n$ al rețelei exterioare de canalizare (exemplul de calcul 7.1)

Tabelul 7.6

Tronson	Lungime tronson, m: Distanța parțială	Lungime tronson, m: Distanța totală	Ariile suprafețelor de colectare m²: S_c	S_p	S_d	Φ: 0,95 $\Phi_c S_c$ m²	0,25 $\Phi_p \cdot S_p$ m²	0,85 $\Phi_d S_d$ m²	$\Sigma \Phi S$ m²	v_a m/min	Panta terenului	t_{cs} min	$\frac{l}{v_a}$ min	t min	f	l l/s·ha
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Colector principal $C_1 - CR$																
$C_1 - C_2$	30	30	—	250	300	—	25	255	280	80	0,002	5	0,40	5,40	1/3	325
$C_2 - C_3$	40	70	900	550	450	855	55	383	1 293	80	0,002	5	0,88	7,08	1/3	300
$C_3 - C_4$	40	110	1 500	750	950	1 425	75	808	2 308	80	0,002	5	0,88	8,28	1/3	280
$C_4 - C_5$	50	160	2 700	1 100	1 550	2 565	110	1 318	3 993	80	0,002	5	0,63	9,31	1/3	260
$C_5 - C_6$	50	210	2 700	1 500	2 150	2 565	150	1 828	4 543	80	0,002	5	0,63	10,34	1/3	255
$C_6 - C_7$	15	225	4 200	2 200	2 850	3 990	220	2 423	6 633	80	0,002	5	0,19	10,53	1/3	250
$C_7 - C_R$	50	275	4 800	2 800	3 000	4 560	280	2 550	7 390	80	0,002	5	0,63	11,56	1/3	240
Calculul de verificare pentru colectorul $C_2 - C_R$																
$C_2 - C_3$																
$C_3 - C_4$																
$C_4 - C_5$																
$C_5 - C_6$																
$C_6 - C_7$																
$C_7 - C_R$																

Exemplul de calcul 7.1. Să se efectueze calculul hidraulic al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare, în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri amplasat în orașul București. Pe schema de calcul din figura 7.14 sînt notate: lungimile tronsoanelor L, în m, suprafața construită S_c, în m², și suma echivalenților de debit pentru scurgere ai obiectelor sanitare E_s din interiorul clădirilor. În tabelul 7.5 sînt indicate ariile suprafețelor de colectare a apelor meteorice aferente fiecărei guri de scurgere GS, în care S_v, în m², este suprafața spațiilor verzi și S_d, în m², suprafața drumurilor și platformelor asfaltate. Ansamblul de clădiri se încadrează în clasa I de importanță a folosinței, pentru care frecvența normată a ploii de calcul, $f = 1/3$ (tabel 7.2). Timpul de concentrare superficială $t_{cs} = 5$ min pentru zonă cu densitate medie a construcțiilor, cu suprafețe de scurgere asfaltate alternînd cu zone verzi. Panta medie a terenului este $2‰$. Rețeaua de canalizare se execută din tuburi din beton simplu, de secțiune circulară.

Rezolvare. Calculul hidraulic al traseului principal $C_1 \dots CR$ este redat în tabelul 7.6, care are 32 coloane: În coloanele *1*; *2* și *3* se trec tronsoanele de calcul, lungimea fiecărui tronson, respectiv lungimile cumulate de la căminul C_1 către căminul de racord CR; În coloanele *4*; *5* și *6* sînt trecute ariile suprafețelor S_c, S_v și S_d, iar în coloanele *7*; *8* și *9* produsele $\Phi_c S_c$, $\Phi_v S_v$ și $\Phi_d S_d$, în care valorile coeficienților Φ s-au luat din tabelul 7.1; în coloana *10* s-au calculat sumele $\Sigma \Phi S = \Phi_c S_c + \Phi_v S_v + \Phi_d S_d$; în coloana *11* este trecută viteza (apreciată) a apei meteorice, $v_a = 80$ m/min; în coloana *12* este notată panta terenului; în coloana *19* s-a calculat debitul Q_p, în l/s, de ape meteorice, cu relația (7.1), pe baza datelor din coloanele *13* ... *18* din tabelul 7.6; în coloana *23* s-a calculat debitul q_{cm}, în l/s, de ape uzate menajere, cu relația (4.2) și cu datele înscrise în coloanele *20*; *21* și *22*, iar în coloana *24* s-a determinat debitul de calcul $q = q_{cm} + Q_p$. S-a ales preliminar diametrul minim al canalului incipient de 300 mm și din tabelul 4.7 s-au luat valorile pantelor de montaj ale conductelor care sînt trecute în coloana *25* (tabel 7.6). Folosind nomograma din figura 7.8 s-au determinat valorile vitezelor v_{sp} și debitelor q_{sp} la curgere cu secțiune plină

exterioare de canalizare (exemplul de calcul 7.1)

—	Q_p l/s	ΣE_s	q_{sm} l/s	$q_{s\,max}$ l/s	q_{cm} l/s	q l/s	Panta canalului	D_n mm	v_{sp} m/s	q_{sp} l/s	$x = \frac{q}{q_{sp}}$	u	$z = \frac{v}{v_{sp}}$	$v = zv_{sp}$ m/s
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0,8	7,30	—	—	—	—	7,30	0,006	300	1,01	75	0,09	0,19	0,68	0,79
0,8	31,03	3 360	11,01	1,15	42,16	43,19	0,005	300	0,94	66	0,65	0,58	1,09	1,02
0,8	51,70	3 500	11,31	1,15	12,46	64,16	0,005	300	0,94	66	0,99	0,76	1,21	1,14
0,8	83,05	3 780	11,90	1,15	13,05	96,10	0,004	400	1,01	150	0,64	0,57	1,08	1,09
0,8	92,70	3 780	11,90	1,15	13,05	105,75	0,004	400	1,01	150	0,71	0,61	1,12	1,13
0,8	132,70	7 280	18,54	1,15	19,69	152,39	0,004	400	1,01	150	1,02	0,78	1,22	1,23
0,8	142,0	7 420	18,80	1,15	19,95	161,95	0,004	400	1,01	150	1,08	0,84	1,23	1,24
					12,16	12,16	0,005	300	0,94	66	0,18	0,28	0,8	0,75
					12,46	12,46	0,005	300	0,94	66	0,19	0,29	0,81	0,76
					13,05	13,05	0,005	400	1,13	140	0,09	0,19	0,68	0,77
					13,05	13,05	0,005	400	1,13	140	0,09	0,19	0,68	0,77
					19,69	19,69	0,004	400	1,01	150	0,13	0,23	0,74	0,75
					19,95	19,95	0,004	400	1,01	150	0,13	0,23	0,74	0,75

a conductei și s-au trecut în coloanele *27* și *28*. S-a calculat raportul x (coloana *29*, tabel 7.6) și din tabelul 4.10 s-au determinat valorile u și z, calculîndu-se în final viteza reală a apei $v = zv_{sp}$ (coloanele *30*; *31* și *32*, tabel 7). Se constată că sînt verificate relațiile (7.6) și (7.6).

În continuare, s-a efectuat calculul de verificare al relației (7.6) în ipoteza trecerii prin conductele traseului principal $C_1 \dots CR$ numai a debitului de calcul al apelor uzate menajere, rezultatele fiind redate în tabelul 7.6.

În figura 7.15 se prezintă profilul longitudinal al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare din figura 7.14.

Exemplul de calcul 7.2. Să se efectueze calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare (fig. 7.16) în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri de locuit cu 480 de apartamente. Pe schema de calcul din figura 7.16 sînt date: lungimile tronsoanelor de conducte, măsurate între două cămine succesive de canalizare; suma echivalenților de debit de scurgere ai obiectelor sanitare E_s pentru fiecare tronson de clădire; debitele de calcul Q_p, în l/s, de ape meteorice evacuate din instalațiile interioare ale clădirilor. În ansamblul de clădiri nu sînt prevăzute guri de scurgere pentru colectarea apelor meteorice de pe suprafața terenului.

Rețeaua exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri este racordată la conducta de canalizare a localității în căminul de racord CR (fig. 7.16). Conductele rețelei de canalizare din ansamblul de clădiri se execută din tuburi de beton simplu.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare din ansamblul de clădiri este redat în tabelul 7.7.

Întrucît rețeaua exterioară de canalizare nu colectează ape meteorice de pe suprafața terenului, debitul de calcul al conductelor exterioare q, în l/s, s-a determinat prin însumarea debitelor de ape uzate menajere și de ape meteorice evacuate din instalațiile interioare ale clădirilor.

Metodologia de efectuare a calculului hidraulic este similară celei folosite la exemplul de calcul 7.1. Atît pentru traseul principal $C_1 \dots CR$ cît și pentru traseele secundare ale re-

Calculul hidraulic de dimensionare a rețelei de canalizare în sistem unitar, pentru un

Tronson	ΣE_s	q_s l/s	$q_{s\,max}$ l/s	q_{cm} l/s	Q_p l/s	q l/s	D_n mm
1	2	3	4	5	6	7	8
Colector principal C_1-CR							
C_1-C_2	3 360	11,01	1,15	12,16	6,14	18,30	200
C_2-C_3	6 726	17,56	1,15	18,71	12,61	31,32	250
C_3-C_4	13 446	28,75	1,15	29,9	24,62	54,52	350
C_4-C_5	20 166	38,91	1,15	40,06	36,90	76,96	350
C_5-CR	40 326	66,83	1,15	67,98	73,74	141,72	500
Calculul de verificare pentru colectorul C_1-CR							
C_1-C_2	3 360	11,01	1,15	12,16	—	12,16	200
C_2-C_3	6 726	17,56	1,15	18,71	—	18,71	250
C_3-C_4	13 446	28,75	1,15	29,9	—	29,9	350
C_4-C_5	20 166	38,91	1,15	40,6	—	40,6	350
C_5-CR	40 326	66,83	1,15	67,98	—	67,98	500
Colector secundar $C_{3.2}-C_3$							
$C_{3.2}-C_{3.1}$	3 360	11,01	1,15	12,16	6,14	18,30	200
$C_{3.1}-C_3$	6 720	17,54	1,15	18,69	12,28	30,97	250
Calculul de verificare pentru colectorul $C_{3.2}-C_3$							
$C_{3.2}-C_{3.1}$	3 360	11,01	1,15	12,16	—	12,16	200
$C_{3.1}-C_3$	6 720	17,54	1,15	18,69	—	18,69	250
Colector secundar $C_{4.2}-C_4$							
$C_{4.2}-C_{4.1}$	3 360	11,01	1,15	12,16	6,14	18,30	200
$C_{4.1}-C_4$	6 720	17,54	1,15	18,69	12,28	30,97	250
Calculul de verificare pentru colectorul $C_{4.2}-C_4$							
$C_{4.2}-C_{4.1}$	3 360	11,01	1,15	12,16	—	12,16	200
$C_{4.1}-C_4$	6 720	17,54	1,15	18,69	—	18,69	250
Colector secundar $C_{5.2}-C_5$							
$C_{5.2}-C_{5.3}$	3 360	11,01	1,15	12,16	6,14	18,30	200
$C_{5.3}-C_{5.1}$	6 720	17,54	1,15	18,69	12,28	30,97	250
$C_{5.1}-C_5$	20 160	38,90	1,15	40,05	36,84	76,89	350
Calculul de verificare pentru colectorul $C_{5.2}-C_5$							
$C_{5.2}-C_{5.3}$	3 360	11,01	1,15	12,16	—	12,16	200
$C_{5.3}-C_{5.1}$	6 720	17,54	1,15	18,69	—	18,69	250
$C_{5.1}-C_5$	20 160	38,90	1,15	40,05	—	40,05	350
Colectorul secundar $C_{5.1.2}-C_{5.1}$							
$C_{5.1.2}-C_{5.1.1}$	3 360	11,01	1,15	12,16	6,14	18,30	200
$C_{5.1.1}-C_{5.1}$	6 720	17,54	1,15	18,69	12,28	30,97	250
Calculul de verificare pentru colectorul $C_{5.1.2}-C_{5.1}$							
$C_{5.1.2}-C_{5.1.1}$	3 360	11,01	1,15	12,16	—	12,16	200
$C_{5.1.1}-C_{5.1}$	6 730	17,54	1,15	18,69	—	18,69	250

Colectorul secundar $C_{5.1.4}-C_{5.1}$ este identic cu colectorul secundar

Tabelul 7·7

ansamblu de clădiri de locuit având 480 apartamente (exemplul de calcul 7.2)

L m	Panta canalului	q_{sp} l/s	v_{sp} m/s	$x=\frac{q}{q_{sp}}$	$u=\frac{h}{D}$	$z=\frac{v}{v_{sp}}$	$v=z\cdot v_{sp}$ m/s
9	10	11	12	13	14	15	16
30,0	0,008	29,20	0,94	0,62	0,56	1,07	1,00
40,0	0,007	50,30	1,06	0,62	0,56	1,07	1,13
15,0	0,006	115,00	1,19	0,47	0,48	0,99	1,18
20,0	0,006	115,00	1,19	0,67	0,59	1,10	1,31
50,0	0,005	267,00	1,36	0,53	0,52	1,02	1,39
30,0	0,008	29,20	0,94	0,42	0,45	0,965	0,91
40,0	0,007	50,30	1,06	0,37	0,42	0,94	0,97
15,0	0,006	115,00	1,19	0,26	0,34	0,87	1,04
20,0	0,006	115,00	1,19	0,35	0,41	0,93	1,11
50,0	0,005	267,0	1,36	0,25	0,33	0,86	1,17
10,0	0,008	29,20	0,94	0,62	0,56	1,07	1,00
30,0	0,007	50,30	1,06	0,62	0,56	1,07	1,13
10,0	0,008	29,20	0,94	0,42	0,45	0,965	0,91
30,0	0,007	50,30	1,06	0,37	0,42	0,94	0,97
30,0	0,008	29,20	0,94	0,62	0,56	1,07	1,0
10,0	0,007	50,30	1,06	0,62	0,56	1,07	1,13
30,0	0,008	29,20	0,94	0,42	0,45	0,965	0,91
10,0	0,007	50,30	1,06	0,37	0,42	0,94	0,97
15,0	0,008	29,20	0,94	0,62	0,56	1,07	1,00
45,0	0,007	50,30	1,06	0,62	0,56	1,07	0,97
20,0	0,006	115,00	1,19	0,67	0,59	1,10	1,31
15,00	0,008	29,20	0,94	0,42	0,45	0,965	0,91
45,0	0,007	50,30	1,06	0,37	0,42	0,94	0,97
20,0	0,006	115,00	1,19	0,35	0,41	0,93	1,1
30,0	0,008	29,20	0,94	0,62	0,56	1,07	1,00
10,0	0,007	50,30	1,06	0,62	0,56	1,07	0,97
30,0	0,008	29,20	0,94	0,42	0,45	0,965	0,91
10,0	0,007	50,30	1,06	0,37	0,42	0,94	0,97

$C_{5.1.2}-C_{5.1}$

Tronson	Lungimea tronsonului m		Aria bazinului m²			Φ			$\Sigma\varphi S$	v_d	Panta terenului	t_{cs}	$\frac{l}{v_s}$
	Distanțe parțiale	Distanțe totale	Suprafața construită	Suprafața nepavată	Suprafața asfaltată	0,95	0,25	0,85					
						ΦS_c	ΦS_n	ΦS_d	m²	m/min		min	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Colector principal 1—8													
1—2	30	30	—	1010	335	—	253	285	538	80	0,002	5	0,38
2—3	25	55	175	1323	660	166	331	561	1058	80		5	0,31
3—4	45	100	175	2473	935	166	618	795	1579	80		5	0,60
4—5	70	170	1507	2823	1150	1432	706	978	3116	80		5	0,88
5—6	65	235	2247	9826	2517	2133	2457	2139	6731	80		5	0,81
6—7	60	295	3304	11151	2917	3139	2788	2479	8406	80		5	0,75
7—8	15	310	4388	16609	4982	4169	4152	4235	12556	80		5	0,19
8—CR	40	350	4388	16834	5157	4169	4209	4384	12762	80		5	0,50
Colector secundar 9—11													
9—10	55	55	—	1618	407	—	405	346	751	80	0,002	5	0,70
10—11	45	100	740	4168	557	703	1042	474	2219	80		5	0,56
S total traseul 9—11			740	5503	827								
Colector secundar 12—15													
12—13	25	25	113	513	355	107	128	302	537	80	0,002	5	0,31
13—14	45	70	203	2088	880	193	522	748	1463	80		5	0,56
14—15	35	105	203	3088	1280	193	772	1088	2053	80		5	0,44
S total traseul 12—15			203	4183	1535								

țelei exterioare de canalizare, s-a efectuat și calculul de verificare al relației (7.7), în ipoteza evacuării numai a debitelor de ape uzate menajere.

În figura 7.17 este redat profilul longitudinal al traseului principal $C_i \dots CR$ al rețelei exterioare de canalizare din figura 7.16.

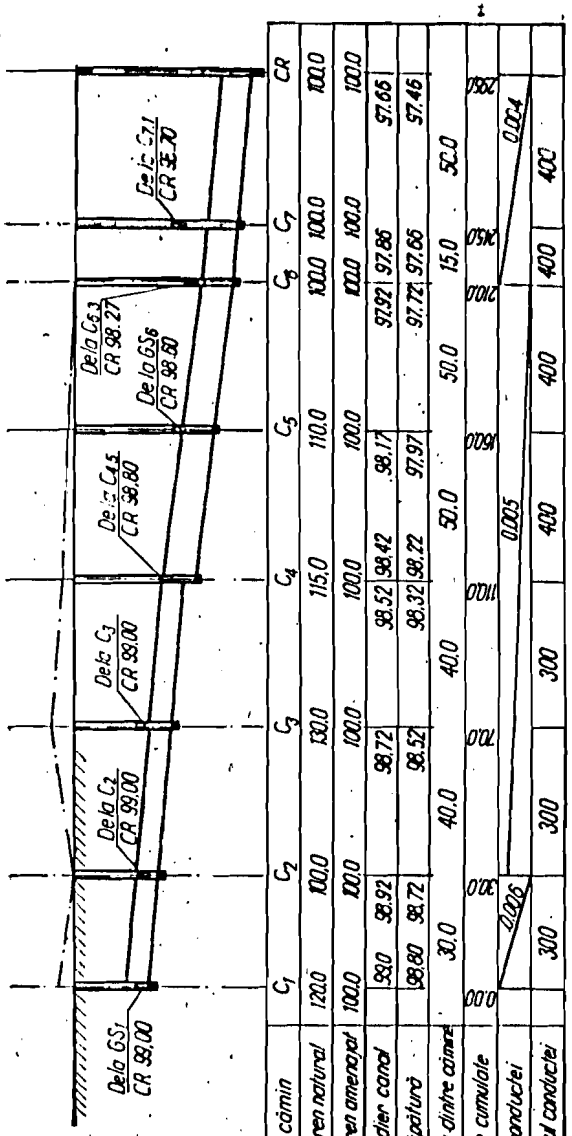
Exemplul de calcul 7.3. Să se efectueze calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare (fig. 7.18) a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială amplasată în orașul București. Punctele de deversare a apelor convențional curate sînt precizate în figura 7.18. Suprafețele din incinta industrială de pe care se colectează ape meteorice sînt: terase asfaltate, drumuri și platforme asfaltate și suprafețe nepavate. Panta generală a terenului în incintă este de 2‰. Se consideră frecvența normată a ploii de calcul pentru cla-

convențional curate pentru o incintă industrială (exemplul de calcul 7.3)

t	f	I	m	Q_p	q_{cc}	q	Panta canalului	D_n	v_{sp}	q_{sp}	$x=\frac{q}{q_{sp}}$	α	$z=\frac{v}{v_{sp}}$	$v=z\cdot v_{sp}$
min		l/s.ha		l/s	l/s	l/s	mm	mm	m/s	l				
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
5,40	1/3	340	0,8	14,60	—	14,60	0,005	300	0,94	66	0,22	0,31	0,84	0,79
6,11	1/3	320	0,8	27,08	—	27,08	0,005	300	0,94	66	0,41	0,44	0,96	0,90
7,11	1/3	300	0,8	37,90	5,0	42,90	0,005	300	0,94	66	0,65	0,58	1,09	1,02
8,39	1/3	275	0,8	68,60	5,0	73,60	0,005	300	0,94	66	1,12	0,88	1,205	1,13
10,10	1/3	255	0,8	137,30	5,0	142,30	0,004	400	1,01	150	0,95	0,74	1,205	1,22
11,25	1/3	250	0,8	168,12	5,0	173,12	0,004	450	1,1	190	0,91	0,72	1,195	1,31
11,44	1/3	244	0,8	245,10	13,0	258,10	0,004	500	1,19	230	1,12	0,88	1,205	1,73
12,34	1/3	230	0,8	234,80	13,0	247,80	0,004	500	1,19	230	1,08	0,83	1,227	1,46
6,10	1/3	325	0,8	19,53	—	19,55	0,005	300	0,94	66	0,30	0,37	0,9	0,85
7,0	1/3	300	0,8	53,25	—	53,25	0,005	300	0,94	66	0,81	0,66	1,16	1,09
5,31	1/3	325	0,8	17,45		17,45	0,005	300	0,94	66	0,26	0,34	0,87	0,82
6,27	1/3	310	0,8	36,28	—	36,28	0,005	300	0,94	66	0,55	0,53	1,04	0,98
7,11	1/3	300	0,8	49,27	—	49,27	0,005	300	0,94	66	0,75	0,63	1,14	1,07

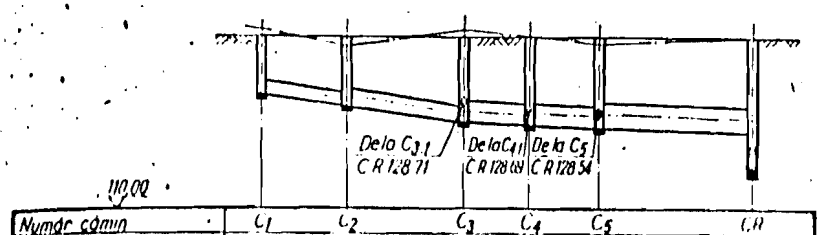
diri industriale clasa II de importanță, $f = 1/3$ (tabel 7.2). Rețeaua de canalizare exterioară se execută din tuburi de beton simplu.

Rezolvare. Pe schema de calcul din figura 7.18 se delimitează suprafețele aferente de colectare a apelor meteorice, în vederea determinării debitului Q_p, în l/s, cu relația (7.1) pentru secțiunile de calcul ale rețelei. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare este redat în tabelul 7.8, în care s-au considerat valorile: $v_d = 80$ m/min; $t_{cs} = 5$ min; $m = 0,8$ pentru durata ploii de calcul $t < 40$ min; diametrul minim al primului tronson de conductă 300 mm și panta de 0,005 m/m. S-a determinat pentru fiecare secțiune de calcul diametrul conductei și viteza reală de curgere a apei, verificîndu-se relațiile (7.6) și (7.7) și anume: $v \leqslant 0,95$ și $0,7$ m/s $\leqslant v \leqslant 3$ m/s.



Număr cămin	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	CR
Cotă teren natural	120.0	100.0	130.0	115.0	110.0	100.0	100.0	100.0
Cotă teren amenajat	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Cotă radier canal	99.0	98.92	98.72	98.52	98.11	97.92	97.86	97.66
Cotă săpătură	98.80	98.72	98.52	98.32	97.97	97.72	97.66	97.46
Distanța dintre cămine	30.0		40.0	40.0	50.0	50.0	15.0	50.0
Distanțe cumulate	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Panta conductei	0.026	0.00	0.005	0.005	0.009	0.010	0.010	0.004
Diametrul conductei	300	300	300	400	400	400	400	400

Fig. 7.15. Profilul longitudinal al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare.



Număr cămin	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_R	
Cotă teren natural	130.25	129.40	130.10	130.00	129.50	130	
Cota teren amenajat	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	
Cota radier canal	129.00	128.76	128.48	128.39	128.27	128.02	127.00
Cota săpătură	128.80	128.56	128.28	128.19	128.07	127.82	
Distanta dintre cămine		30.00	40.00	15.00	20.00	50.00	
Distanțe cumulate	0.00	30.00	70.00	85.00	105.00	155.00	
Panta conductei		0.006	0.007	0.006		0.025	
Diametrul conductei		200	250	350	350	500	

Fig. 7.17. Profilul longitudinal al traseului principal $C_1 \ldots CR$ al rețelei extericare de canalizare.

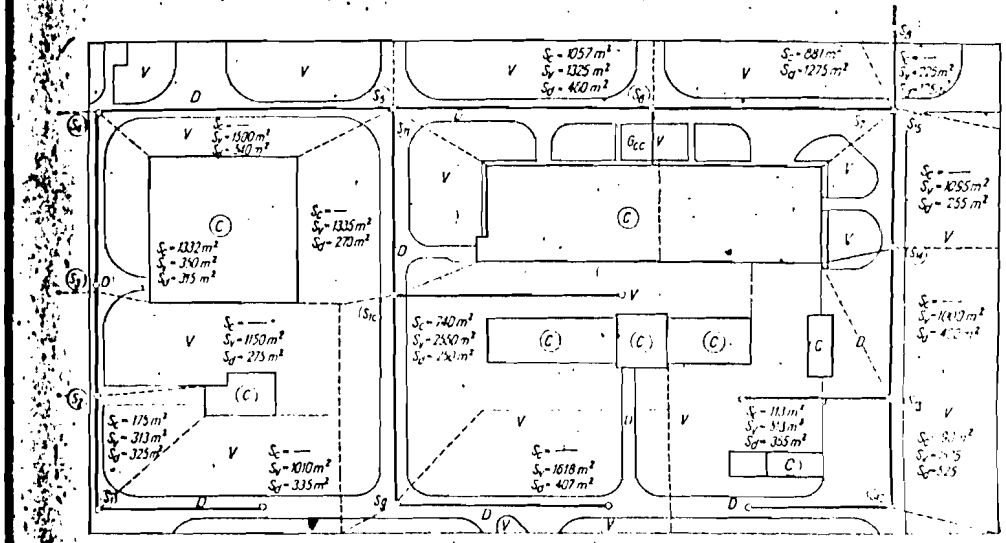


Fig. 7.18. Schema de calcul a rețelei exterioare de canalizare a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială.

8

Proiectarea instalaţiilor pentru acumularea apei reci

8.1. Rezervoare pentru acumularea apei reci

Rezervoarele de acumulate a apei reci se prevăd pentru:

— instalaţii alimentate cu apă rece din reţele exterioare cu funcţionare intermitentă;

— reţele interioare sau exterioare a căror alimentare directă de la sursă cu cantităţile de apă necesare pentru acoperirea nevoilor menajere, tehnologice sau pentru stingerea incendiilor nu este posibilă din punct de vedere tehnic sau nu este raţională din punct de vedere economic;

— obiective speciale, la care desfăşurarea procesului tehnologic sau combaterea unui indcendiu trebuie neapărat asigurate şi in caz de avarie a sursei de alimentare cu apă.

Rezervoarele din beton armat şi beton precomprimat (STAS 4165-81) se clasifică:

— după poziţia faţă de sol: rezervoare la sol, care pot fi îngropate, parţial îngropate, neîngropate; rezervoare deasupra solului, numite şi castele de apă;

— după formă: rezervoare cilindrice, paralelipipedice, tronconice şi rezervoare de formă specială;

— după legătura cu alte construcţii: rezervoare independente şi rezervoare incluse în structura altor construcţii (staţii de filtrare, de deferizare etc.).

Rezervoarele parţial îngropate pot fi: cu acoperiş placă (fig. 8.1, *a*), cu capacităţi de la 25 m³ la 200 m³; cu acoperiş cupolă (fig. 8.1, *b*), cu capacităţi de la 25 m³ la 300 m³; cu planşeu ciupercă, cu capacităţi de la 300 m³ la 1 000 m³.

Castelele de apă se construiesc cu capacităţi între 50 m³ pînă la 500 m³ şi cu înălţimi de 15 m; 25 m şi 30 m. În tabelul 8.1 sînt date (după proiectele tip) principalele dimensiuni şi caracteristici ale unor rezervoare subterane din beton armat monolit.

Pentru incinte industriale au fost elaborate de către Institutul de Proiectare pentru Construcţii Tipizate (IPCT) — Bucureşti, proiecte tip de staţii

de pompare adosate rezervoarelor de apă, cu module independente, respectiv unice de pompare, pentru asigurarea consumului tehnologic, menajer şi pentru combaterea incendiului cu hidranţi exteriori, avînd debitul total pînă la 140 m³/h şi debitul de incendiu pînă la 72 m³/h, respectiv cu debite pînă la 500 m³/h.

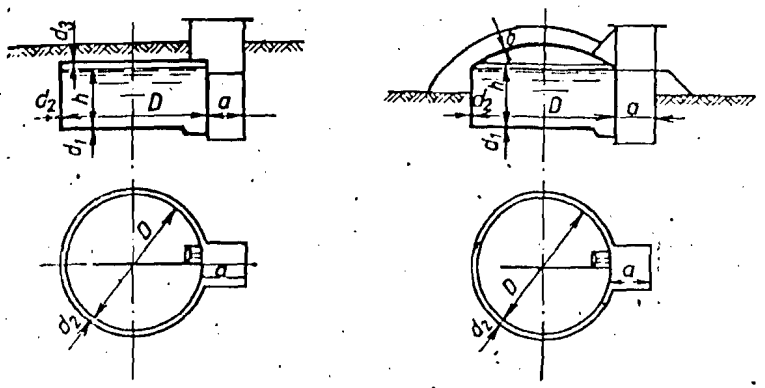


Fig. 8.1. Rezervoare din beton:
a — îngropat, cu acoperiş placă; b — parţial îngropat, cu acoperiş cupolă

Tabelul 8.1

Caracteristicile unor rezervoare din beton armat monolit (după proiecte tip ISLGC)

Capacitatea m³	Caracteristici constructive	h m	D m	a m	d_1 m	d_2 m	d_3 m
25	Semiîngropat	3,00	3,30	1,80	0,12	0,10	0,12
50	Semiîngropat, acoperiş cupolă	3,00	4,70	1,80	0,12	0,10	0,07
	Îngropat, acoperiş placă	3,00	4,70	1,80	0,12	0,10	0,10—0,16
75	Semiîngropat, acoperiş cupolă	3,50	5,30	1,80	0,12	0,12	0,07
	Îngropat, acoperiş placă	3,00	5,70	1,80	0,12	0,12	0,12—0,20
100	Semiîngropat, acoperiş cupolă	3,50	6,10	1,80	0,12	0,12	0,07
	Îngropat, acoperiş placă	3,00	6,70	1,80	0,15	0,12	0,12—0,21
150	Semiîngropat, acoperiş cupolă	4,00	7,00	2,50	0,12	0,14	0,07
150	Îngropat, acoperiş placă	3,50	7,60	2,00	0,15	0,14	0,14—0,24
200	Semiîngropat, acoperiş cupolă	4,00	8,00	2,50	0,12	0,14	0,07
	Îngropat, acoperiş placă	3,50	8,70	2,00	0,15	0,14	0,14—0,26

În figura 8.2 se prezintă, pentru exemplificare, două rezervoare cuplate (fig. 8.2, *a*) și instalațiile hidraulice aferente acestora (fig. 8.2, *b*), inclusiv stația de pompare.

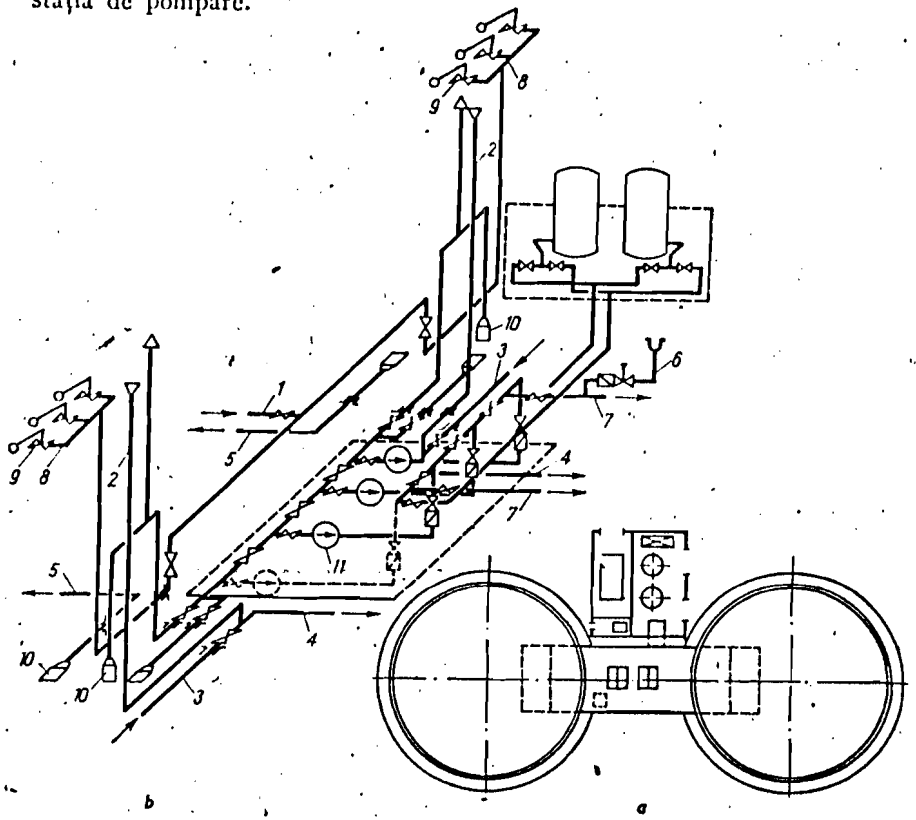


Fig. 8.2. Rezervoare de acumulare din beton, cuplate cu stații de pompe și hidrofor:
a — amplasarea în plan; *b* — schema izometrică a instalației hidraulice aferente:
1 — conductă de alimentare cu apă; *2* — conductă de preaplin; *3* — conductă de golire; *4* — conductă de racord a rețeaua de canalizare; *5* — conductă de racord la pompele mobile de incendiu; *6* — conductă de alimentare cu apă de la pompă mobilă de incendiu; *7* — conductă de alimentare cu apă a rețelei de distribuție; *8* — distribuitor; *9* — robinete cu plutitor; *10* — sorb; *11* — electropompe; *12* — recipiente de hidrofor.

Forma rezervoarelor se stabilește pe considerente tehnico-economice. Forma rezervoarelor la sol se adoptă în funcție de înscrierea avantajoasă în relieful terenului, în cadrul incintelor sau în structura altor construcții. Forma cuvelor castelelor de apă poate fi tronconică, cilindrică sau de tip special.

Rezervorul trebuie să asigure o înălțime utilă (între cota radierului și cota superioară de la care începe funcționarea preaplinului) și un spațiu liber pînă la nivelul inferior al elementelor acoperișului.

Înălțimea utilă se stabilește prin calcul tehnico-economic ținînd seama de schema tehnologică a alimentării cu apă și de dimensiunile elementelor

de rezistență ale rezervorului, rezultate ca necesare pentru diverse înălțimi utile.

Spațiul liber va avea înălțimea minimă de 25 cm.

În cazul rezervoarelor amplasate în zone avînd un grad de seismicitate mai mare de 7, înălțimea spațiului liber se va spori în mod corespunzător, pentru a ține seama de efectul solicitărilor seismice asupra apei înmagazinate.

În cazul castelelor de apă amplasate în zone cu grad de seismicitate mai mare de 7, se recomandă prevederea, la interiorul cuvei, a unor ecrane spargeval.

Calculul de rezistență al rezervoarelor se va face luînd în considerare acțiunile clasificate și grupate conform STAS 10101/0A-77.

Amplasarea rezervoarelor se va face ținînd seama de înscrierea corespunzătoare a acestora în schema tehnologică de alimentare cu apă, precum și de condițiile de fundare și de stabilitate generală și locală a terenului.

La alegerea amplasamentului se vor evita, pe cît posibil, terenurile cu apă freatică, terenurile macroporice, tasabile, sau cu capacitate portantă redusă, precum și versanții cu pante abrupte. Se va evita amplasarea rezervoarelor pe versanți nestabili, sau care își pot pierde stabilitatea datorită lucrărilor de executare a rezervorului.

Amplasarea rezervoarelor pentru apa potabilă se va face astfel încît să se asigure în jurul lor o zonă de protecție sanitară de regim sever, ale cărei limite se stabilesc în conformitate cu reglementările specifice în vigoare.

8.2. Calculul volumului necesar (capacității) rezervoarelor pentru acumularea apei reci

Volumul necesar al rezervoarelor pentru acumularea apei reci se determină astfel încît acestea să asigure rezerva de apă pentru consum menajer, în scopuri tehnologice și de combatere a incendiului, cu relația

$$V_{rez} = V_{den} + V_{inc} + V_{comp}, \qquad (8.1)$$

sau

$$V_{rez} = V_{den} + V_{av} + V_{comp}, \qquad (8.2)$$

în care: V_{rez} reprezintă volumul total al rezervorului de acumulare, în m³;

V_{den} — volumul necesar ca urmare a denivelării apei determinate de aspirația apei în sorb, în m³; acest volum se ia în considerare numai pentru rezervoare avînd peste 2 000 m³;

V_{inc} — volumul rezervei de stingere a incendiului, în m³;

V_{av} — volumul rezervei pentru consum menajer sau în scopuri tehnologice, care să asigure funcționarea în caz de avarie la sursă (instalația de alimentare a rezervorului), în m³;

V_{comp} — volumul de compensare ce trebuie acumulat pentru a se asigura funcționarea rațională a instalației, în m³.

Pentru reducerea volumului rezervoarelor se recomandă amplasarea sorbului de aspirație în cuve sub nivelul fundului rezervorului și prevederea de dispozitive de reducere a denivelării în aspirație. În cazurile în care aceste măsuri nu sînt posibile, la stabilirea volumului total al rezervorului se ține seama și de volumul de apă necesar umplerii cuvei de așezare a sorbului, precum și de volumul determinat prin denivelarea apei la aspirația în sorb.

8.2.1. Calculul volumului rezervei de incendiu

Volumul rezervei de incendiu se calculează cu relația

$$V_{inc} = V_i + V_{cons} - V_a , \qquad (8.3)$$

în care: V_i este volumul de apă necesar stingerii tuturor incendiilor simultane, în m³;

V_{cons} — volumul de apă necesar asigurării consumului de apă potabilă sau industrială pe timp de incendiu, în m³;

V_a — volumul minim de apă cu care rezervoarele pot fi alimentate în timpul incendiului, care se determină cu relația

$$V_a = 3{,}6\, T_i \cdot q_{a\,min} \qquad (8.4)$$

T_i — durata teoretică a incendiului (sau, în cazuri speciale, acea parte din durata incendiului în care se poate asigura alimentarea rezervorului), în h;

$q_{a\,min}$ — debitul minim de alimentare pe timp de incendiu, determinat în secțiunile de control situate la intrarea apei în rezervoare, în l/s.

La determinarea rezervei de apă se au în vedere și următoarele condiții:

— în cazul în care rezervoarele de înmagazinare sînt comune pentru apă potabilă sau industrială și pentru stingerea incendiilor, la stabilirea capacității rezervoarelor se ia în considerare rezerva de incendiu sau rezerva de avarie, și anume cea mai mare dintre valorile acestor două rezerve;

— în caz de funcționare în regim de avarie se admite folosirea rezervei de incendiu, cu luarea măsurilor tehnico-organizatorice prevăzute în instrucțiunile de exploatare, necesare pentru funcționarea cu restricții a consumului în regim de avarie, remedierea operativă a avariei și întărirea măsurilor de prevenire a incendiilor în zonele afectate;

— volumul rezervei pentru incendiu poate fi redus cu volumul V_a numai în cazul în care alimentarea rezervorului de la sursă poate avea loc fără întrerupere, în condițiile de siguranță prevăzute de prescripții legale în vigoare, chiar în timpul incendiului;

— instalațiile speciale de stingere a incendiilor (sprinklere, drencere) trebuie să aibă o rezervă proprie, care să asigure funcționarea lor în orice împrejurare, o perioadă minimă de: 20 min, cu întreg debitul de calcul la: clădiri industriale monobloc, magazine, săli de spectacol cu o capacitate mai mare de 600 locuri; 10 min, cu debitul de cel puțin 10 l/s la clădiri industriale sau civile obișnuite. Dimensionarea rezervei proprii pentru instalații speciale (sprinklere și drencere), conform celor de mai sus, se poate face numai dacă, în intervalul de timp indicat, se asigură punerea în funcțiune a

sursei de bază care trebuie să asigure debitele de calcul necesare; în caz contrar, se dimensionează rezerva proprie, proporțional cu debitele de calcul și timpul real de punere în funcțiune a sursei de bază;

— capacitatea bazinelor descoperite de apă pentru incendiu se majorează cu cantitatea de apă care poate îngheța pe timp de iarnă sau care poate să se evapore pe timp de vară;

— cînd alimentarea cu apă a rezervorului se face dintr-o rețea exterioară existentă, care asigură debitul și presiunea necesare în caz de incendiu, dar care funcționează cu intermitență, se prevede un rezervor care să asigure funcționarea timp de 10 min a hidranților interiori și timp de 60 min a hidranților exteriori. Pentru sălile aglomerate, se asigură funcționarea timp de 60 min, fie a hidranților interiori, fie a celor exteriori, instalația dimensionîndu-se la debitul cel mai mare;

— rezerva de apă pentru alimentarea instalațiilor speciale (sprinklere, drencere) poate fi păstrată împreună cu cea pentru hidranți interiori și exteriori;

— rezerva de apă pentru stingerea incendiilor poate fi păstrată împreună cu cantitățile de apă necesare consumului menajer sau industrial, cu respectarea normelor sanitare, luîndu-se măsuri ca să se împiedice folosirea rezervei de apă pentru incendiu în alte scopuri.

Volumul rezervei de incendiu pentru centre populate se determină cu relația

$$V_{inc} = T_e(aQ_{s\,orar\,max} + 3{,}6\, nQ_{te} - Q_{ti}) + \sum_{i=1}^{n} 3{,}6\, Q_{ti} T_i \quad [\mathrm{m^3}], \qquad (8.5)$$

în care: T_e este durata de calcul în h, a incendiului exterior care pentru centre populate se ia $T_e = 3$ h;

a — coeficient adimensional, a cărui valoare se ia: $a = 0{,}7$ pentru rețelele de distribuție care nu asigură la hidranții exteriori presiunea necesară stingerii directe a incendiului (această presiune trebuie să nu fie mai mică de 7 N/cm²); $a = 1$ pentru rețelele de distribuție care asigură la hidranții exteriori presiunea necesară stingerii directe a incendiului;

$Q_{s\,orar\,max}$ — debitul orar maxim al cerinței de apă (conform datelor prezentate în cap. 5);

n — numărul de incendii exterioare simultane, care se ia pentru centre populate în funcție de mărimea centrului populat conform tabelului 5.1, iar pentru clădirile civile și industriale conform pct. 5.3.3.;

Q_{te} — debitul pentru un incendiu exterior, în l/s, care se stabilește astfel: pentru centre populate în funcție de mărimea centrului populat și a clădirilor, conform datelor din tabelul 5.1; pentru clădiri industriale, conform pct. 5.3.4;

Q_{ii} — debitul minim, în m³/h, care poate fi asigurat de la sursă, fără întrerupere, chiar în timpul incendiului; pentru centrele populate care au $Q_{ie} > 20$ l/s se consideră o avarie în ipoteza cea mai defavorabilă, după caz, la instalațiile hidraulice, electrice, mecanice, pneumatice etc. ale sursei cu debitul cel mai mare;

Q_{ii} — debitul pentru un incendiu interior, în l/s, care se ia conform datelor din capitolul 3;

T_i — durata de calcul, în h de funcționare la un incendiu a instalațiilor interioare, cu debitul Q_{ii} care se determină în funcție de felul instalațiilor și obiectelor protejate, după cum se arată în continuare, conform STAS 1478-84.

Timpul teoretic de funcționare a hidranților interiori este de minimum:

— 180 min pentru hidranții interiori, tunurile de apă și raeordurile fixe montate în clădiri monobloc (pe circulații, coridoare sau tuneluri speciale de evacuare), precum și pentru coloanele din casele de scări ale clădirilor industriale multietajate (cu înălțimea pardoselii ultimului etaj folosibil, situată la 20 m sau mai mult de nivelul terenului accesibil vehiculelor de intervenții ale pompierilor), care trebuie să funcționeze la condițiile prevăzute pentru rețele exterioare;

— 120 min pentru hidranții interiori din clădirile civile și industriale cu înălțimi peste 45 m;

— 60 min pentru: hidranții interiori ai clădirilor înalte monobloc și hidranții din clădirile cu săli de spectacole; hidranții din clădirile la care combaterea din exterior a incendiului s-a prevăzut să se facă cu pompe mobile, direct din bazine sau rezervoare, luîndu-se funcționarea simultană în primele 10 min a jeturilor prevăzute la pct. 3.2.1 și a unui singur jet, în următoarele 50 min;

— 10 min pentru hidranții interiori din clădiri obișnuite.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor de stingere a incendiilor cu sprinklere sau drencere se consideră *min.* 60 min. Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor speciale (drencere, sprinklere) pentru răcire sau perdele de limitare a propagării incendiilor se stabilește, de la caz la caz, în funcție de destinația elementului protejat și timpul cît acesta trebuie să reziste la foc. Capetele de dispersare a apei care protejează perimetrul unei clădiri sau al unui compartiment de incendiu împotriva propagării incendiului se prevăd să funcționeze și în cazul incendierii construcțiilor (compartimentelor) învecinate.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor de stingere cu hidranți exteriori, racorduri fixe sau tunuri de apă, care trebuie să funcționeze la condițiile prevăzute pentru rețele exterioare, se consideră : 3 h la construcții civile și industriale, precum și depozite deschise, obișnuite; 4 h la rafinării, combinate petrochimice protejate cu instalații fixe; 6 h la rafinării, unități petrochimice protejate cu instalații mobile.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor mobile de răcire a rezervoarelor se ia conform tabelului 8.2.

Refacerea rezervei de apă pentru combaterea incendiilor se va face prin restringerea necesarului de apă pentru alte nevoi. În cazul în care refacerea

rezervei de incendiu în timpul normal conduce la soluții nejustificate din punct de vedere tehnico-economic sau de securitate, sistemul de refacere și durata se vor stabili de către proiectant cu acordul beneficiarului.

Tabelul 8.2

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor mobile de răcire a rezervoarelor de lichide (STAS 1478-84)

Capacitatea depozitului, indiferent de clasa lichidelor m³	Timpul teoretic de răcire T_r h
51 ... 500	1,5
501 ... 1 500	2
1 501 ... 2 500	2,5
2 501 ... 5 000	3
5 001 ... 10 000	4,5
peste 10 000	6

Debitul zilnic pentru refacerea rezervei de incendiu se determină cu relația

$$Q_{ri} = 24 \frac{V_i}{T_{ri}} \quad [\text{m}^3/\text{zi}], \tag{8.6}$$

în care: V_i este rezerva de incendiu, în m³;

T_{ri} — timpul de refacere a rezervei de apă pentru incendiu, în h, conform datelor din tabelul 8.3.

Tabelul 8.3

Timpul de refacere a rezervei de apă pentru incendii (STAS 1478-84)

Denumirea obiectivelor alimentate cu apă		T_{ri} h
Clădiri civile, centre populate		24
Construcții și zone industriale cu construcții din categoriile de pericol de incendiu:		
A și B		24
C, având Q_{ie}:	>25 l/s	24
	≤25 l/s	36
D și E, având Q_{ie}:	>25 l/s	36
	≤25 l/s	48

OBSERVAȚII:

1. Pentru obiective situate în zone în care sursele de apă au debite insuficiente sau situate la distanțe mari, proiectantul poate stabili, de la caz la caz, prelungirea duratei de refacere a rezervei de incendiu pînă la maximum 72 h, cu condiția de a justifica temeinic, prin proiect, acest lucru;

2. Dacă debitul sursei de alimentare este insuficient pentru refacerea rezervei de apă în timpul prevăzut mai sus, se admite prelungirea timpului de refacere, mărindu-se rezerva cu volumul de apă ce nu poate fi completat în timpul normat.

8.2.2. Calculul volumului rezervei de avarie

Volumul rezervei de avarie se determină, de la caz la caz, în funcție de timpul necesar înlăturării avariei T_{av} și debitul de exploatare în condiții de avarie Q_{av} cu relația

$$V_{av} = T_{av}(Q'_{med\ orar} - Q'_a) = T_{av}Q_{av}, \quad (8.7)$$

în care: T_{av} este timpul de înlăturare a avariei, în h;

$Q'_{med\ orar}$ — debitul mediu orar necesar funcționării instalației în regim de exploatare la avarie (cu restricții), în m³/h;

Q'_a — debitul de apă de alimentare a rezervorului pe căile neavariate, rămase în funcțiune, în m³/h.

8.2.3. Calculul volumului de compensare pentru consumul menajer și industrial

Rezerva de apă pentru compensarea consumului menajer sau în scopuri tehnologice se determină cu ajutorul unui bilanț grafic sau analitic al cantităților de apă furnizate și consumate în instalație, astfel încît cantitatea de apă acumulată să fie minimă și să asigure funcționarea instalației în condițiile impuse de la caz la caz.

Tabelul 8.4

Coeficienții de variație orară p, pentru stabilirea variației consumului zilnic de apă pentru centre populate (STAS 1343-77)

Ora	p %	Σp %
0— 1	1,0	1,0
1— 2	0,5	1,5
2— 3	0,5	2,0
3— 4	0,5	2,5
4— 5	2,0	4,5
5— 6	3,5	8,0
6— 7	5,0	13,0
7— 8	5,5	18,5
8— 9	5,0	23,5
9—10	4,0	27,5
10—11	3,5	31,0
11—12	4,0	35,0
12—13	5,0	40,0
13—14	5,5	45,5
14—15	6,0	51,5
15—16	5,5	57,0
16—17	5,0	62,0
17—18	4,0	66,0
18—19	5,5	71,5
19—20	7,0	78,5
20—21	7,0	85,5
21—22	6,5	92,0
22—23	5,0	97,0
23—24	3,0	100,0

Coeficienții de variație orară a consumului de apă din centrele populate au valorile date în tabelul 8.4. Coeficienții de variație a consumului de apă în scopuri tehnologice se determină de către proiectant, funcție de caracteristicile proceselor industriale și de simultaneitatea consumurilor, pentru ziua cu cel mai mare consum.

Volumul de compensare V_{comp} se determină prin calcul analitic, ca suma valorilor absolute ale diferențelor maxime între valorile cumulate ale volumelor de apă furnizate de sursă și valorile cumulate ale volumelor de apă consumate, în aceeași perioadă de timp (de regulă, 24 h).

Calculul grafic al volumului de compensare V_{comp} se efectuează trasînd într-un sistem de axe de coordonate, avînd pe abscisă perioada de timp considerată (24 h) și pe ordonată volumele de apă în m³, curbele volumelor de apă cumulate consumate, respectiv furnizate de sursă. Se determină diferențele maxime pozitive sau negative între cele două curbe, măsurate pe axa ordonatelor și se adună valorile absolute ale acestora, obținînd astfel volumul de compensare.

Calculul grafic permite determinarea volumului minim de compensare și a perioadei optime de funcționare a instalației ca date de analiză pentru un calcul tehnico-economic al capacității rezervorului de acumulare. În acest scop, se consideră diferite valori ale debitelor sursei, în regim de funcționare continuă sau cu întreruperi, se determină capacitățile necesare ale rezevorului de acumulare, se calculează funcția de cost a cheltuielilor totale anuale de investiție și de exploatare a sursei și rezervorului de acumulare (considerînd o perioadă de amortizare a investiției de 8 ani) și rezultă soluția optimă pentru valoarea minimă a funcției de cost.

Capacitatea rezervoarelor, determinată cu relațiile (8.1) sau (8.2) se va rotunji în plus, la una din următoarele valori, în m³: 25; 50; 75; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 750; 1 000; 1 500; 2 000; 2 500; 5 000.

Pentru capacități mai mari se pot alege valori egale cu un multiplu de 5 000 m³.

Capacitatea unui compartiment de rezervor pentru apă potabilă nu trebuie să depășească volumul de apă corespunzător timpului maxim de trecere a apei prin rezervor, admis de prescripțiile sanitare în vigoare.

8,3. Calculul hidraulic al conductelor aferente rezervoarelor de acumulare a apei reci.

Instalațiile hidraulice aferente rezervoarelor cuprind: conductele de alimentare cu apă a rezervorului, conductele de aspirație a pompelor, conducta de preaplin și conducta de golire. Rezervoarele sînt prevăzute, de asemenea, cu instalații de semnalizare și control al nivelului apei.

Toate conductele cu care este echipat rezervorul, cu excepția celei de preaplin, trebuie prevăzute cu vane.

Instalațiile hidraulice trebuie astfel proiectate încît să nu permită consumarea volumului rezervei de incendiu decît în scopul pentru care acesta a fost prevăzut.

Rezervoarele vor fi prevăzute cu instalațiile necesare pentru alimentarea cu apă a pompelor mobile de incendiu, conform normelor generale de protecție împotriva incendiilor.

În cazul în care volumul de înmagazinare este cuprins într-un singur rezervor, se va prevedea posibilitatea ocolirii acestuia.

Capacitatea de evacuare a conductei de preaplin va fi cel puțin egală cu capacitatea maximă de transport a conductei de alimentare; conducta de golire trebuie să asigure, de regulă, golirea rezervorului în 6—8 ore.

Se vor lua măsuri constructive pentru ca la descărcarea conductelor de preaplin și golire să nu se aducă prejudicii terenurilor și obiectivelor din zonă.

În cazul rezervoarelor de apă potabilă nu se admite descărcarea conductelor de preaplin și golire în canalizări de ape uzate. Conductele de descărcare vor fi prevăzute la capetele aval cu sită cu ochiuri de 1 cm. Trecerile conductelor prin pereți se prevăd cu piese de trecere etanșe, reglabile dinspre camera de vane.

8.3.1. Determinarea diametrului și numărului robinetelor cu plutitor

Conducta de alimantare cu apă a rezervorului este prevăzută cu un distribuitor,care are minim trei racorduri, pe care sînt montate robinete cu plutitor.

Debitul q_1 care intră în rezervor printr-un robinet cu plutitor cu diametrul d_1 este

$$q_1 = 3\,600\,\frac{\pi d_1^2}{4}\,v_1 \qquad [m^3/h], \tag{8.8}$$

în care v_1, în m/s, este viteza medie a apei în secțiunea robinetului cu plutitor, dedusă din relația

$$\frac{v_1^2}{2g}(1+\zeta_r) = H_u \qquad [mH_2O], \tag{8.9}$$

în care:

H_u este sarcina hidrodinamică utilă în secțiunea robinetului cu plutitor;

ζ_r — coeficientul de pierdere de sarcină locală în robinetul cu plutitor;

$g = 9{,}81$ m/s² — accelerația gravitațională. Înlocuind relația (8.9) în relația (8.8) se obține

$$q_1 = 3\,600\,\frac{\pi d_1^2}{4}\sqrt{\frac{2gH_u}{1+\zeta_r}}. \tag{8.10}$$

Numărul n de robinete cu plutitor se calculează din relația de continuitate

$$n = \frac{q}{q_1}, \tag{8.11}$$

în care q, în m³/h, este debitul de alimentare cu apă al rezervorului. Dacă se alege numărul robinetelor cu plutitor n, din relația (8.11) se deduce $q_1 = \frac{q}{n}$ și din relația (8.8) rezultă diametrul robinetului plutitor

$$d_1 = \sqrt{\frac{4\,q_1}{3\,600\,\pi v_1}}, \tag{8.12}$$

în care

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gH_u}{1+\zeta_r}}. \tag{8.13}$$

Sarcina utilă H_u se calculează în funcție de sarcina hidrodinamică disponibilă H_{disp}, în mH_2O, a apei în punctul de racord al conductei de alimentare a rezervorului la rețeaua exterioară, cu relația

$$H_u = H_{disp} - (H_g + h_r), \tag{8.14}$$

în care: H_g este înălțimea geodezică a robinetului cu plutitor față de punctul de racord la rețeaua exterioară a conductei de alimentare cu apă a rezervorului;

h_r — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de alimentare cu apă a rezervorului, între punctul de racord și robinetul cu plutitor.

8.3.2. Determinarea timpului de golire a rezervorului și dimensionarea conductei de golire

Dacă se notează cu H nivelul pe care îl are apa în rezervor la momentul inițial $t_0 = 0$ cînd începe golirea și cu h nivelul apei după trecerea timpului de golire t atunci

$$t = \frac{1}{\mu A_0\sqrt{2g}}\int_h^H \frac{A(z)}{\sqrt{z}}\,dz \qquad [s], \tag{8.15}$$

în care:

z este cota nivelului apei, măsurată pe verticală, cu semnul pozitiv în sus;

$A(z)$ — aria secțiunii transversale a rezervorului, presupusă variabilă în cazul general;

A_0 — aria secțiunii transversale a orificiului de golire;

μ — coeficientul de debit al acestuia;

g — accelerația gravitației.

Pentru un rezervor cilindric circular drept, avînd diametrul D, prevăzut cu un orificiu de secțiune circulară de diametru d, timpul t, în care nivelul scade de la H la h este

$$t = \frac{\pi D^2}{2\mu A_0\sqrt{2g}}(\sqrt{H} - \sqrt{h}) \qquad [s]. \tag{8.16}$$

Dacă se fixează o valoare a timpului t de golire a rezervorului, din relația (8.16) se calculează A_0 și apoi se deduce diametrul conductei de golire (egal cu diametrul orificiului de golire)

$$d_0 = \sqrt{\frac{4\,A_0}{\pi}}.$$

Exemplul de calcul 8.1. Să se stabilească volumul rezervorului de acumulare pentru rețeaua de distribuție a apei reci dintr-un ansamblu de clădiri, la care alimentarea cu apă direct de la sursă pentru consum menajer, tehnologic și pentru stingerea incendiilor nu este posibilă din punct de vedere tehnic.

Debitul maxim orar pentru consum menajer este 120 m³/h, debitul maxim orar necesar pentru consum tehnologic este de 30 m³/h, debitul necesar pentru stingerea incendiului interior este de 5 l/s, debitul necesar pentru stingerea din exterior a incendiului este 15 l/s. Rezervorul este alimentat cu apă din rețeaua localității, care asigură în punctul de racord debitul de 72 m³/h, la presiunea de 10 mH_2O. În caz de avarie se asigură un debit minim de alimentare cu apă a rezervorului de 36 m³/h.

Rețeaua de distribuție din ansamblul de clădiri asigură presiunea necesară hidranților exteriori de incendiu. Volumul de apă necesar a fi acumulat pentru compensarea consumului în scopuri tehnologice, $V_{comp\,t}$, este de 250 m³.

În ansamblul de clădiri se ia în calcul un singur incendiu. Pentru măsurarea debitului de apă de consum se prevede pe conducta de alimentare a rezervorului un apometru montat în cămin de vizitare.

Rezolvare. Calculul analitic al volumului de compensare $V_{comp\,m}$ pentru consum menajer este redat în tabelul 8.3, din care rezultă; $V_{comp\,m} = 294{,}8 + 7{,}0 = 301{,}8$ m³.

În figura 8.1 se prezintă variația consumului de apă în scopuri menajere pentru ziua cu cel mai mare consum de apă, pe baza coeficienților de variație orară β preluați din tabelul 8.4.

Se aleg două rezervoare de acumulare cuplate, având fiecare un volum de 500 m³.

Exemplul de calcul 8.2. Să se dimensioneze conducta de alimentare cu apă a rezervoarelor de acumulare din exemplul de calcul 8.1, cunoscînd: debitul de apă asigurat în punctul de racord la rețeaua exterioară $q = 72$ m³/h; sarcina hidrodinamică disponibilă a apei în punctul de racord $H_{disp} = 10$ mH$_2$O. Celelalte date de calcul sînt redate în figura 8.5.

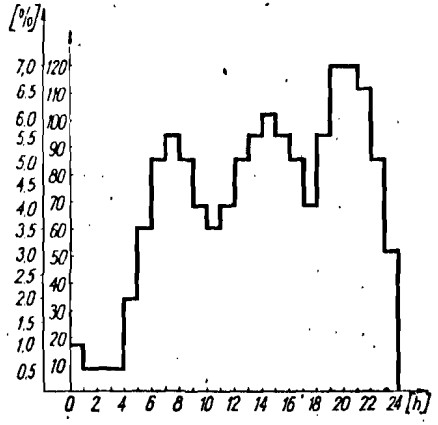


Fig. 8.3. Variația consumului de apă în scopuri menajere.

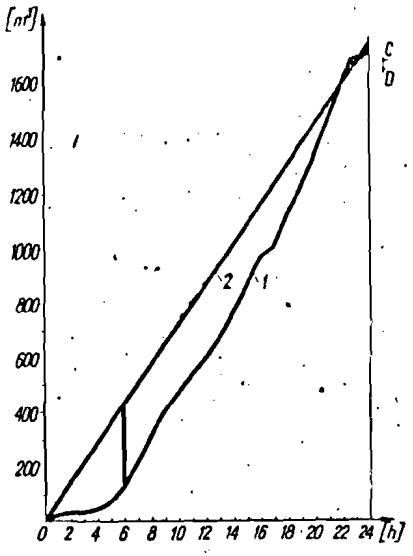


Fig. 8.4. Calculul grafic al volumului de compensare pentru consum menajer.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor se efectuează cu nomograma din figura 2.4, din care rezultă: diametrul D_n 150 mm; $i = 8{,}2$ mmH$_2$O/m; $v = 1{,}10$ m/s.

Se determină pierderile de sarcină liniare: $h_{rl} = i \cdot l = 82 \cdot 20 = 164$ mmH$_2$O, în care $l = 20$ m este lungimea conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor.

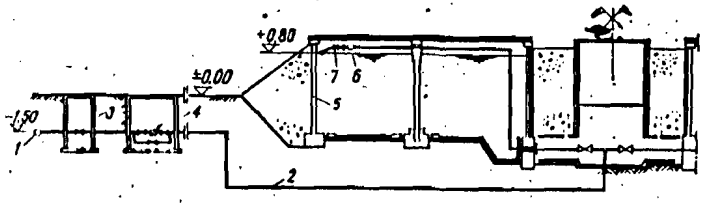


Fig. 8.5. Schema de calcul a conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor de acumulare a apei reci:

1 — conductă de serviciu a rețelei orășenești; 2 — conductă de branșament; 3 — cămin de vană de concreție; 4 — cămin pentru apometru; 5 — rezervor din beton parțial îngropat; 6 — distribuitor; 7 — robinete cu plutitor.

Tabelul 8.5

Calculul analitic al volumului de compensare pentru consum menajer (exemplul de calcul 8.1)

Ora	Repartiția zilnică a debitului de consum		Consumul		Debit rețea		$\Sigma Q_r - \Sigma Q_c$ m³
	%/h	Cumulat %	Q_c m³/h	ΣQ_c m³	Q_r m³/h	ΣQ_r m³	
1	2	3	4	5	6	7	8
0— 1	1,0	1,0	17,1	17,1	72	72	54,9
1— 2	0,5	1,5	8,6	25,7	72	144	118,3
2— 3	0,5	2,0	8,6	34,3	72	216	181,7
3— 4	0,5	2,5	8,6	42,9	72	288	245,1
4— 5	2,0	4,5	34,3	77,2	72	360	282,8
5— 6	3,5	8,0	60,0	137,2	72	432	294,8
6— 7	5,0	13,0	85,7	222,9	72	504	281,1
7— 8	5,5	18,5	94,3	317,2	72	576	258,8
8— 9	5,0	23,5	85,7	402,9	72	648	245,1
9—10	4,0	27,5	68,6	471,5	72	720	248,5
10—11	3,5	31,0	60,0	531,5	72	792	260,5
11—12	4,0	35,0	68,6	600,1	72	864	263,9
12—13	5,0	40,0	85,7	685,8	72	936	250,2
13—14	5,5	45,5	94,3	780,1	72	1 008	227,9
14—15	6,0	51,5	102,9	883,0	72	1 080	197,0
15—16	5,5	57,0	94,3	977,3	72	1 152	174,7
16—17	5,0	62,0	85,7	1 063,0	72	1 224	161,0
17—18	4,0	66,0	68,6	1 131,6	72	1 296	164,4
18—19	5,5	71,5	94,3	1 225,9	72	1 368	142,1
19—20	7,0	78,5	120,0	1 345,9	72	1 440	94,1
20—21	7,0	85,5	120,0	1 465,9	72	1 512	46,1
21—22	6,5	92,0	111,4	1 577,3	72	1 584	6,7
22—23	5,0	97,0	85,7	1 663,0	72	1 656	—7,0
23—24	3,0	100,0	51,4	1 714,4	72	1 728	13,6

$$V_{comp} = 294{,}8 + 7 = 301{,}8 \text{ m}^3$$

Calculul grafic al volumului de compensare pentru consumul de apă în scopuri menajere este prezentat în figura 8.4, în care curba *1* reprezintă volumul de apă cumulat consumat pe durata de 24 h, iar curba *2*, volumul de apă cumulat furnizat de sursă pe aceeași durată de timp. Volumul de compensare $V_{comp\,m}$ este numeric egal cu suma valorilor absolute ale mărimilor segmentelor $|AB| = 294{,}8$ m³ și $|CD| = 7{,}0$ m³, respectiv, $V_{comp\,m} = 301{,}8$ m³.

Se calculează V_{inc} cu relația (8.5), în care: $T_e = 3$ h; $a = 1$; $Q_{s\,max\,orar} = 150$ m³/h; $n = 1$; $Q_{fe} = 15$ l/s; $Q_{fi} = 5$ l/s; $T_f = 10$ min; $Q_{si} = 72$ m³/s.

$$V_{inc} = 3(1 \cdot 150 + 3{,}6 \cdot 1 \cdot 15 - 72) + \frac{5 \cdot 600}{1\,000} = 399 \text{ m}^3.$$

Se calculează volumul rezervei de avarie V_{av} cu relația (8.7), în care: $T_{av} = 4$ h; $Q'_{med\,orar} = 100$ m³/h; $Q'_a = 36$ m³/h și rezultă $V_{av} = 4(100 - 36) = 256$ m³.

Se calculează volumul total necesar al rezervorului de acumulare cu relațiile (8.1), respectiv (8.2), în care $V_{den} = 0$ (întrucît volumul rezervorului este mai mic de 2 000 m³):

$$V_{res} = V_{inc} + V_{comp} = 399 + 301{,}8 + 250 = 950{,}8 \text{ m}^3;$$

$$V_{res} = V_{av} + V_{comp} = 256 + 399 + 250 = 905{,}0 \text{ m}^3.$$

Se aleg două rezervoare de acumulare cuplate, avînd fiecare un volum de 500 m³.

Exemplul de calcul 8.2. Să se dimensioneze conducta de alimentare cu apă a rezervoarelor de acumulare din exemplul de calcul 8.1, cunoscînd: debitul de apă asigurat în punctul de racord la rețeaua exterioară $q = 72$ m³/h; sarcina hidrodinamică disponibilă a apei în punctul de racord $H_{disp} = 10$ mH₂O. Celelalte date de calcul sînt redate în figura 8.5.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor se efectuează cu nomograma din figura 2.4, din care rezultă: diametrul D_n 150 mm; $i = 8{,}2$ mmH₂O/m; $v = 1{,}10$ m/s.

Se determină pierderile de sarcină liniare: $h_{rl} = i \cdot l = 82 \cdot 20 = 164^*$ mmH₂O, în care $l = 20$ m este lungimea conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor.

Se calculează suma coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$, pe traseul conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor:

5 coturi d_n 150 mm	$5 \times 1{,}0 = 5{,}0$
5 vane cu sertar d_n 150 mm	$5 \times 0{,}3 = 1{,}5$
1 teu derivație	$1 \times 2{,}0 = 2{,}0$
1 teu bifurcație	$1 \times 2{,}0 = 2{,}0$
1 intrare în distribuitor	$1 \times 1{,}0 = 1{,}0$
1 ieșire din distribuitor	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
Total	12,0

Folosind nomograma din figura 2.8 se determină pierderile de sarcină locale $h_{rl} = 725$ mmH₂O, în funcție de $\Sigma\zeta$ și de viteza apei v în conducta de alimentare.

Pentru măsurarea debitului de apă preluat din rețeaua orășenească se prevede un contor cu elice simplu, mărimea 100/20 (STAS 6070-81) cu un debit caracteristic de 140 m³/h, pentru care din nomograma din figura 5.14 se determină pierderea de sarcină locală $h_{rlap} = 500$ mmH₂O.

Pierderile de sarcină locale totale $h_{rlt} = 725 + 500 = 1\,225$ mmH₂O.

Pierderea de sarcină totală h_r pe conducta de alimentare cu apă a rezervoarelor este: $h_r = 0{,}164 + 1{,}225 = 1{,}389$ mH₂O.

Se calculează presiunea de utilizare la robinetele cu plutitor, cu relația (8.14): $H_u = 10 - (2{,}30 + 1{,}389) = 6{,}311$ mH₂O, în care $H_g = 2{,}30$ m este înălțimea geodezică (v. fig. 8.4).

Se aleg $n = 4$ robinete cu plutitor și din relația (8.11) rezultă debitul de apă al unui robinet cu plutitor $q_1 = 5$ l/s.

Se calculează viteza v_1 a apei la ieșirea din robinetul cu plutitor cu relația (8.13), în care $\zeta_r = 6{,}0$ și rezultă $v_1 = 4{,}2$ m/s.

Diametrul robinetului cu plutitor se determină cu relația (8.12): $d_1 \approx 0{,}04$ m și se alege diametrul standardizat de 50 mm.

9

Proiectarea instalațiilor de ridicare a presiunii apei

Dacă sarcina hidrodinamică disponibilă din conducta publică în punctul de racord al instalației interioare este temporar sau permanent insuficientă pentru funcționarea normală a tuturor punctelor de consum, atunci între punctul de racord (de branșament) și instalația interioară se montează o instalație de ridicare a presiunii apei, care poate fi: stație de pompare (cu pompare directă a apei în rețea), stație de pompare cu rezervoare de înălțime sau stație de pompare cu recipiente de hidrofor. Cele ce decid în cea mai mare măsură în alegerea uneia din aceste trei soluții, în condițiile arătate mai sus sînt: natura, mărimea și variația consumului de apă din instalația interioară.

9.1. Instalații de pompare

9.1.1. Alegerea pompelor

Pomparea apei direct în rețea (fără recipiente de hidrofor sau rezervoare de înălțime) se adoptă atunci cînd debitul de apă consumat din instalație este practic constant în timp.

De regulă, pompele nu aspiră apa direct din conducta publică, ci dintr-un rezervor tampon deschis sau închis (sub presiunea unei perne de aer comprimat) sau din rezervoare de acumulare a apei cu care sînt cuplate. În rezervorul tampon închis se menține, practic, presiunea de serviciu din conducta publică, astfel că pompa va trebui să asigure numai diferența între sarcina necesară în instalația interioară H_{nec} și sarcina disponibilă H_{disp} din punctul de racord: $H_p = H_{nec} - H_{disp}$, pe cînd în rezervorul tampon deschis, apa trece de la presiunea de serviciu (disponibilă) H_{disp} din conducta publică, la presiunea atmosferică ($H_{atm} = 0$ în scara manometrică), astfel că înălțimea de pompare necesară H_p este mai mare: $H_p = H_{nec}$.

Înălțimea de pompare necesară H_p în mH₂O, în cazul instalațiilor de distribuție a apei reci pentru consum menajer, se determină cu relația (fig. 9.1)

$$H_p \geq H_g - H_a + H_u + h_{rp} = H_s + MQ_p^2, \qquad (9.1)$$

în care

$$H_s = H_g - H_a + H_u \qquad (9.2)$$

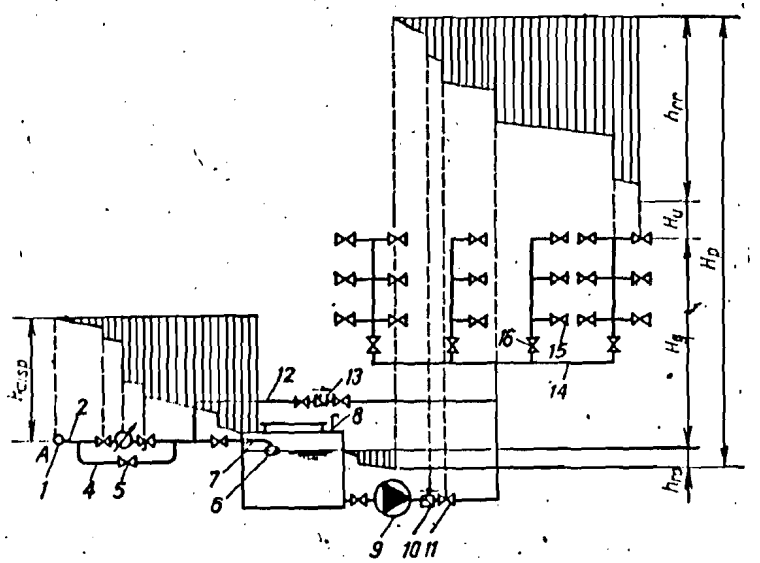


Fig. 9.1. Schema de calcul a instalației de pompare directă a apei în rețea:
1 — conducta publică; *2* — branșament; *3* — apometru; *4* — conductă de ocolire; *5* — robinet de închidere; *6* — rezervor tampon (de acumulare); *7* — robinet cu plutitor; *8* — țeavă de aerisire; *9* — pompă; *10* — clapetă de reținere; *11* — robinet de închidere; *12* — conductă de ocolire a instalației de pompare; *13* — clapetă de reținere; *14* — conductă principală de distribuție; *15* — robinet de închidere și manevră; *16* — robinet de închidere cu descărcare.

H_g este înălțimea geodezică de pompare (diferența dintre cota punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație și cota nivelului apei din rezervorul sau conducta din care aspiră pompa), în mH_2O;

H_a — înălțimea manometrică de presiune în rezervorul sau conducta din care aspiră pompa, în mH_2O;

H_u — presiunea de utilizare la punctul de consum cel mai dezavantajat, în mH_2O;

h_{rp} — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conductele de aspirație h_{ra} și, respectiv, de refulare h_{rr}, în mH_2O;

M — modulul de rezistență al conductei de pompare, în s^2/m^5;

Q_p — debitul pompei, în m^3/s.

Debitul necesar al pompelor în funcțiune Q_p se determină astfel: pentru apă rece de consum menajer $Q_p \geqslant q_c$, unde q_c este debitul de calcul determinat cu relațiile din tabelul 2.3; pentru apă rece în scopuri tehnologice sau pentru combaterea incendiilor, Q_p se ia egal cu debitul conductei principale de distribuție.

Cunoscînd debitele Q_p, în m^3/h, și înălțimile de pompare H_p, în mH_2O, necesare, pompele se aleg preliminar din catalogul întreprinderii constructoare

de pompe; pentru pompele centrifuge monoetajate tip Lotru, Cerna, Criș se poate folosi nomograma din figura 9.2. Pompele alese preliminar pot fi de același tip sau de tipuri diferite, în funcție de: destinația stației de pompare,

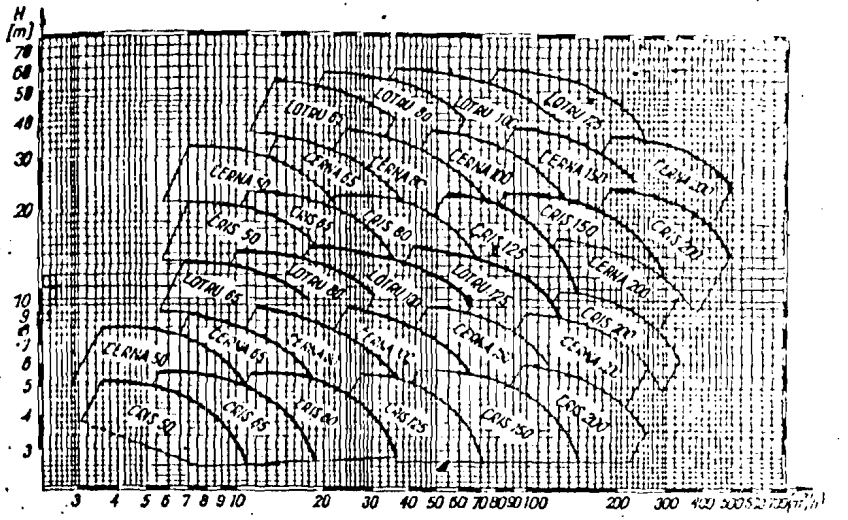


Fig. 9.2. Nomogramă pentru alegerea pompelor centrifuge monoetajate tip Lotru, Cerna, Criș (I.C.C.).

care poate fi comună pentru alimentarea cu apă în scopuri menajere, tehnologice și pentru combaterea incendiilor sau numai pentru unele dintre acestea; variantele de montaj și de automatizare a stației de pompare etc.

În continuare se determină punctele de funcționare ale instalației de pompare, ținînd seama de modul de cuplare și de numărul pompelor în funcțiune, la intersecția curbei caracteristice de sarcină a pompei sau a cuplajului (la cuplarea în paralel sau în serie) cu curba caracteristică a rețelei de pompare. Curbele caracteristice ale pompelor centrifuge monoetajate tip Lotru, Cerna, Criș sînt prezentate în figura 9.3, iar dimensiunile principale ale acestora, precum și tipul și puterile motoarelor electrice de antrenare sînt date în tabelul 9.1 și fig. 9.4.

Se verifică dacă pompele au fost bine alese preliminar, respectiv, dacă debitele și înălțimile de pompare ale punctelor de funcționare sînt egale cu valorile corespunzătoare necesare.

Montarea a două sau mai multe pompe în paralel (fig. 9.5) se adoptă atunci cînd debitul total de apă necesar pentru instalație nu poate fi obținut cu o singură pompă. Montînd în paralel două pompe identice, cu caracteristicile de sarcină $C_1 \equiv C_2$, funcționarea lor va decurge după a altă caracteristică $C = C_1 + C_2$ (fig. 9.5, *b*), care se obține adunînd debitele la aceleași presiuni. Dacă h_r este caracteristica rețelei, în condițiile funcționării unei singure pompe, punctul de funcționare va fi A_1, pe cînd în cazul funcționării ambelor pompe

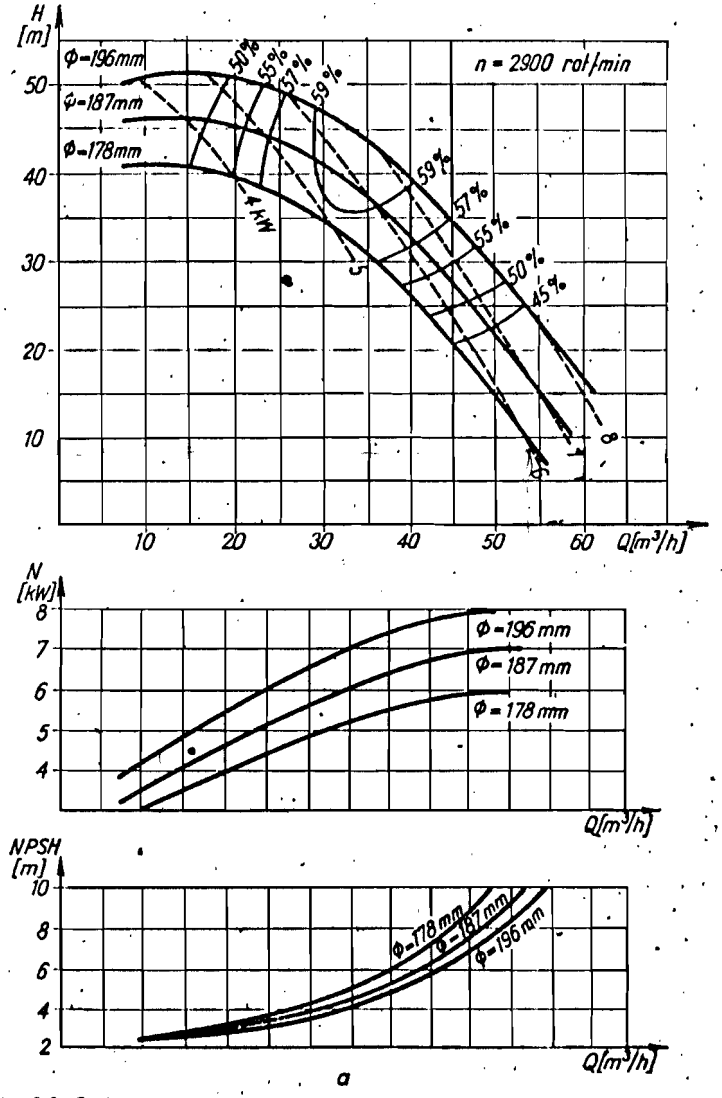
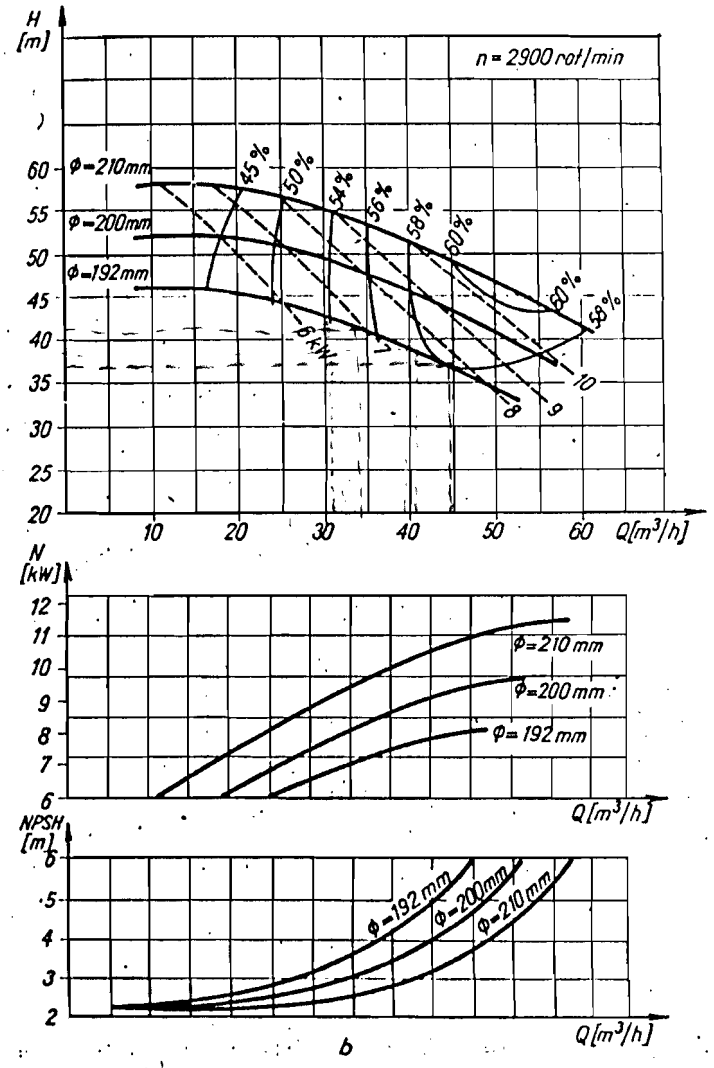
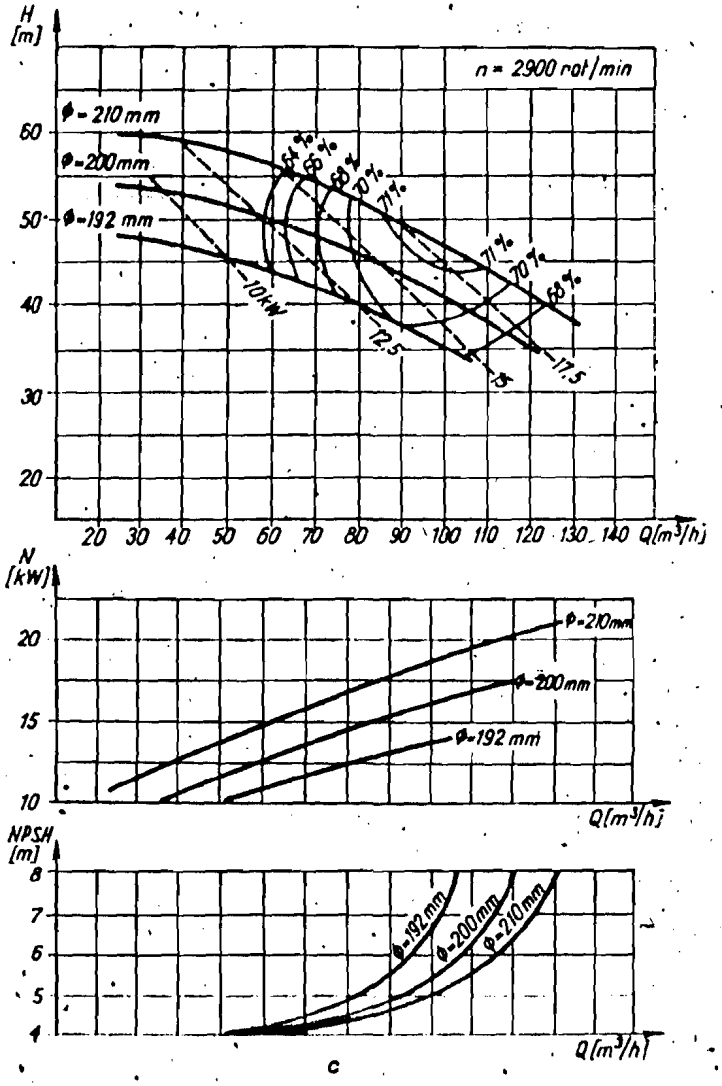


Fig. 9.3. Curbele caracteristice ale pompelor centrifuge monoetajate tip Lotru, Cerna, Criș (I.C.C.):

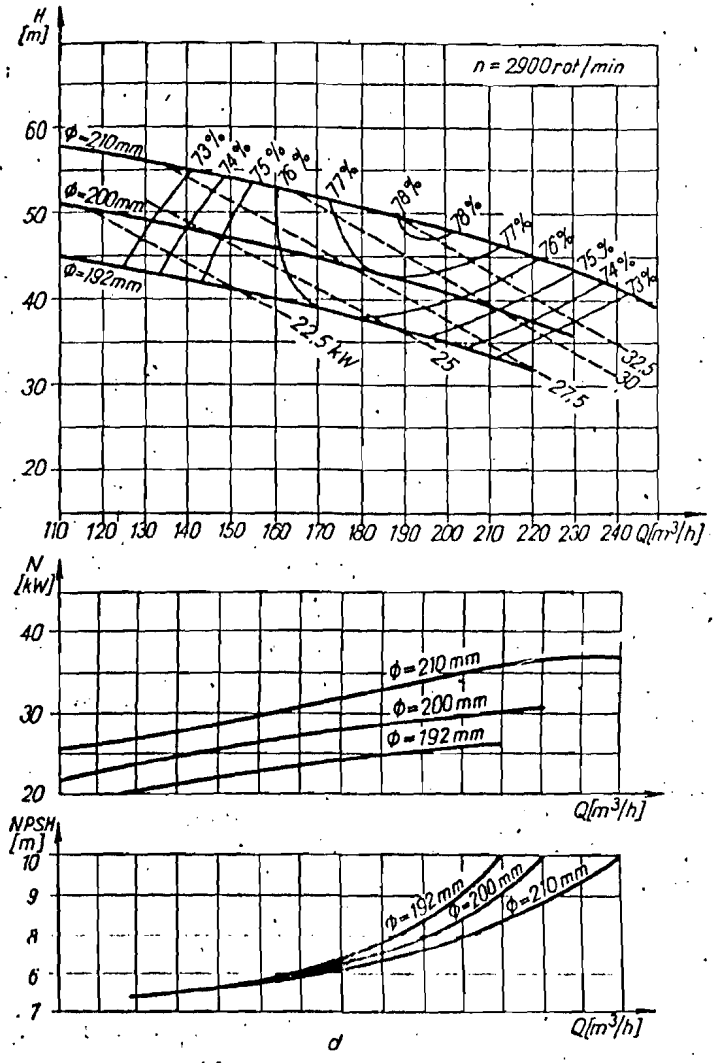
a — Lotru 65



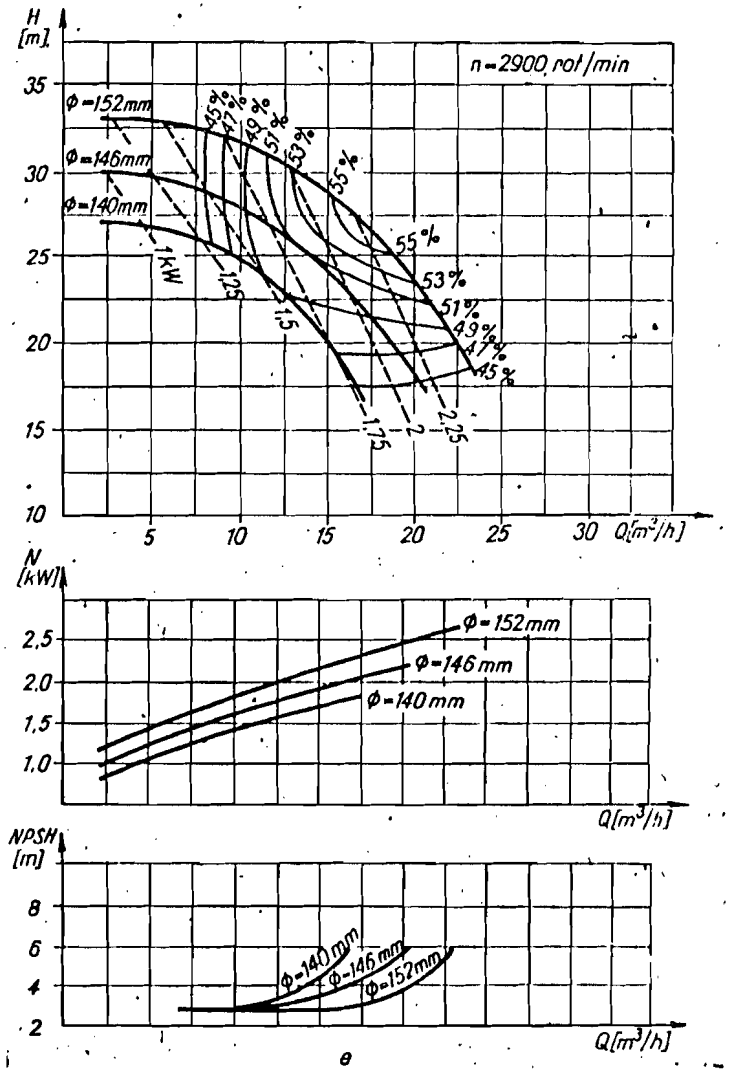
b — Lotru 80



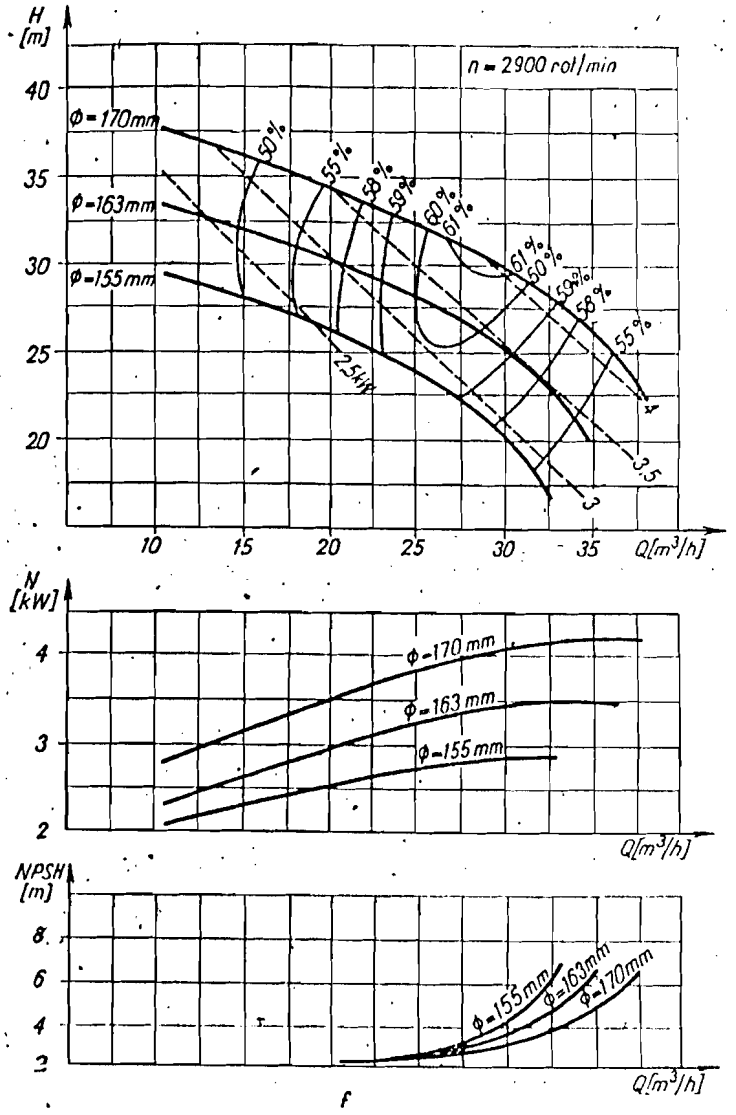
c — Lotru 100



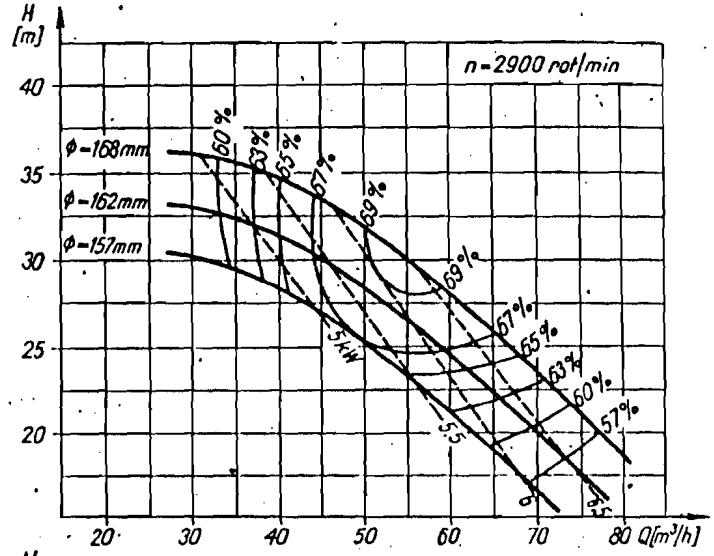
d — Lotru 125

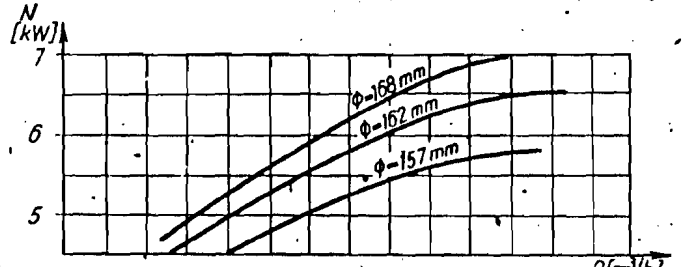


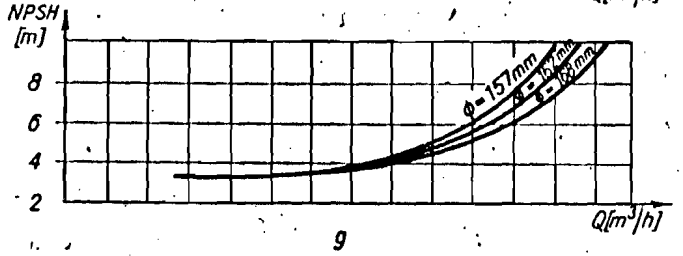
a — Cerna 50



f — Cerna 65

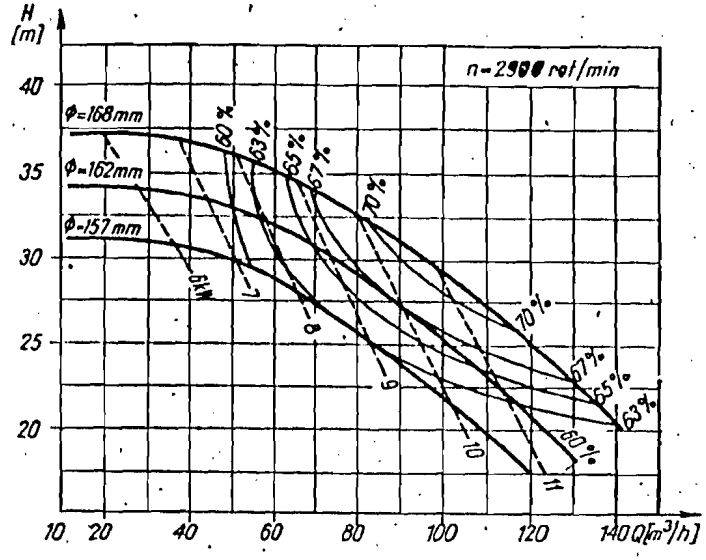


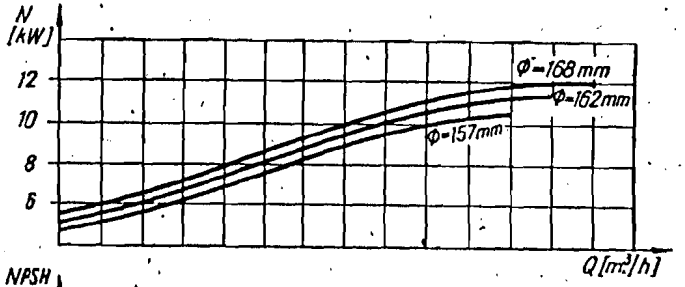


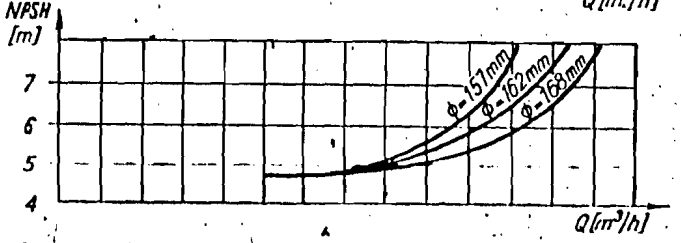


9

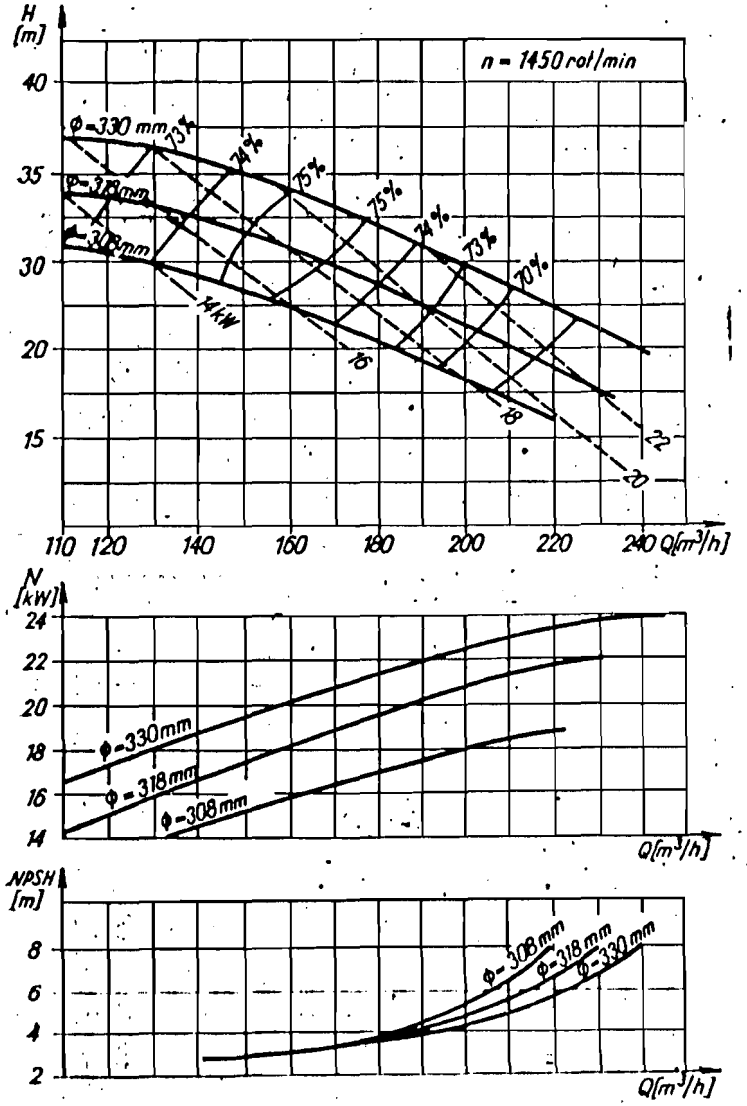
g — Cerna 80



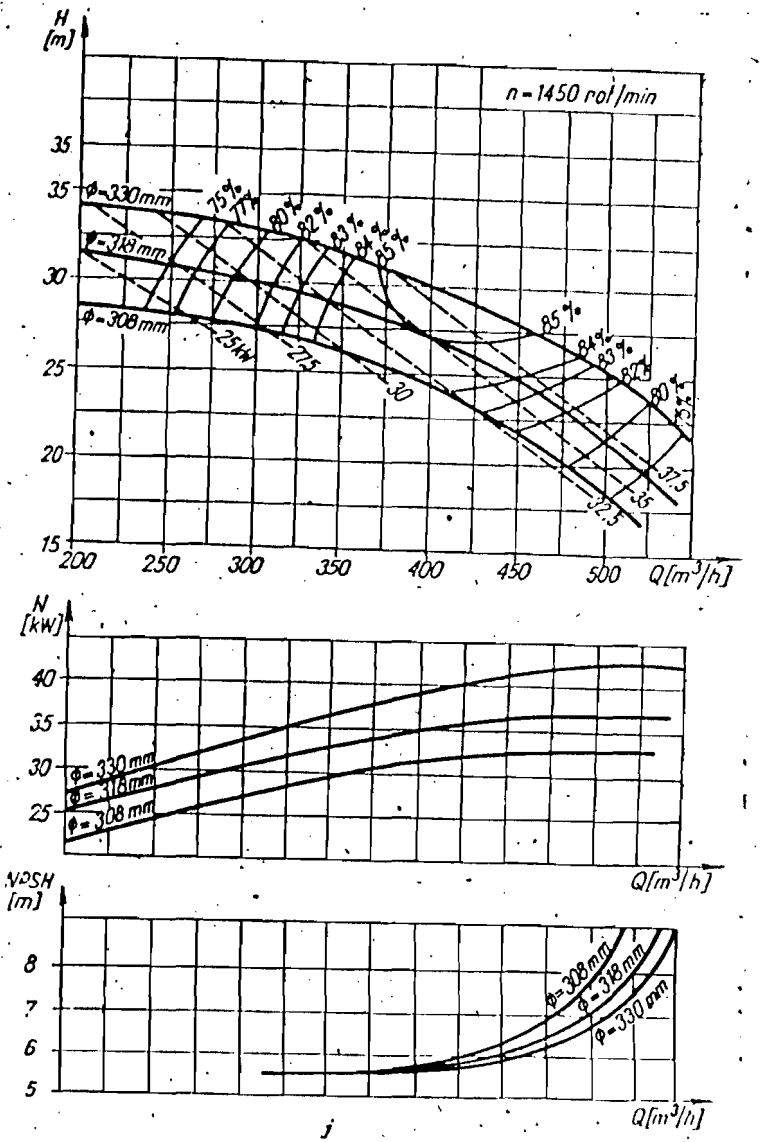




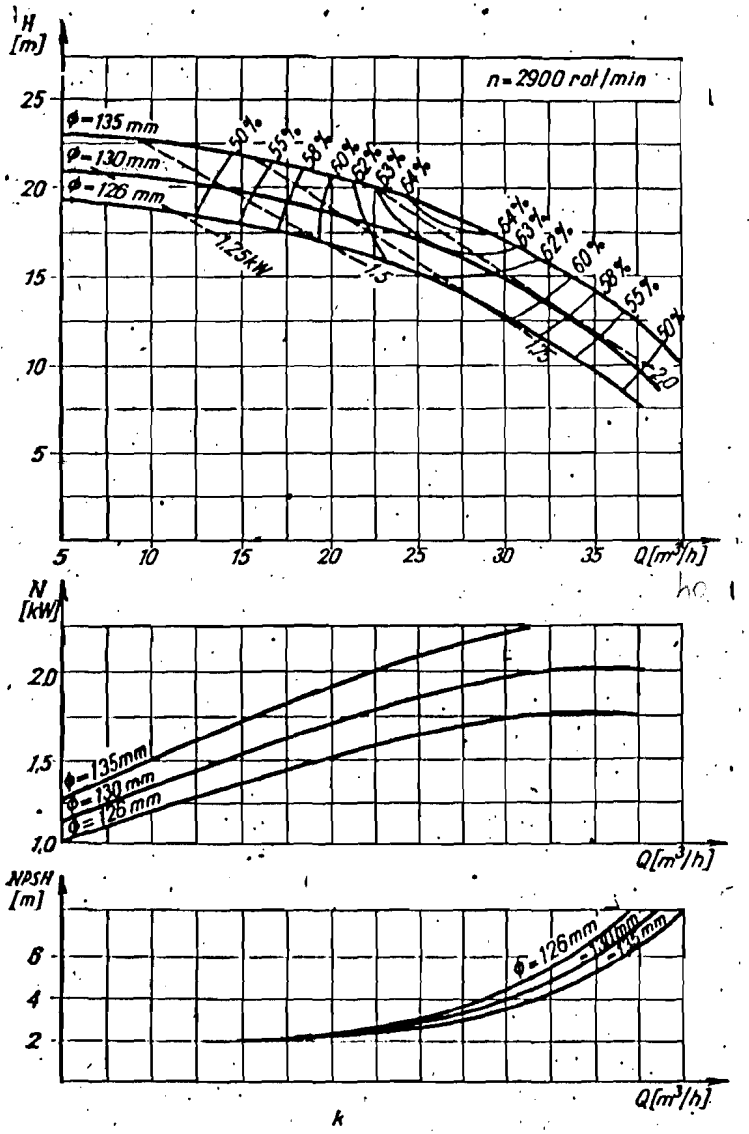
h — Cerna 100



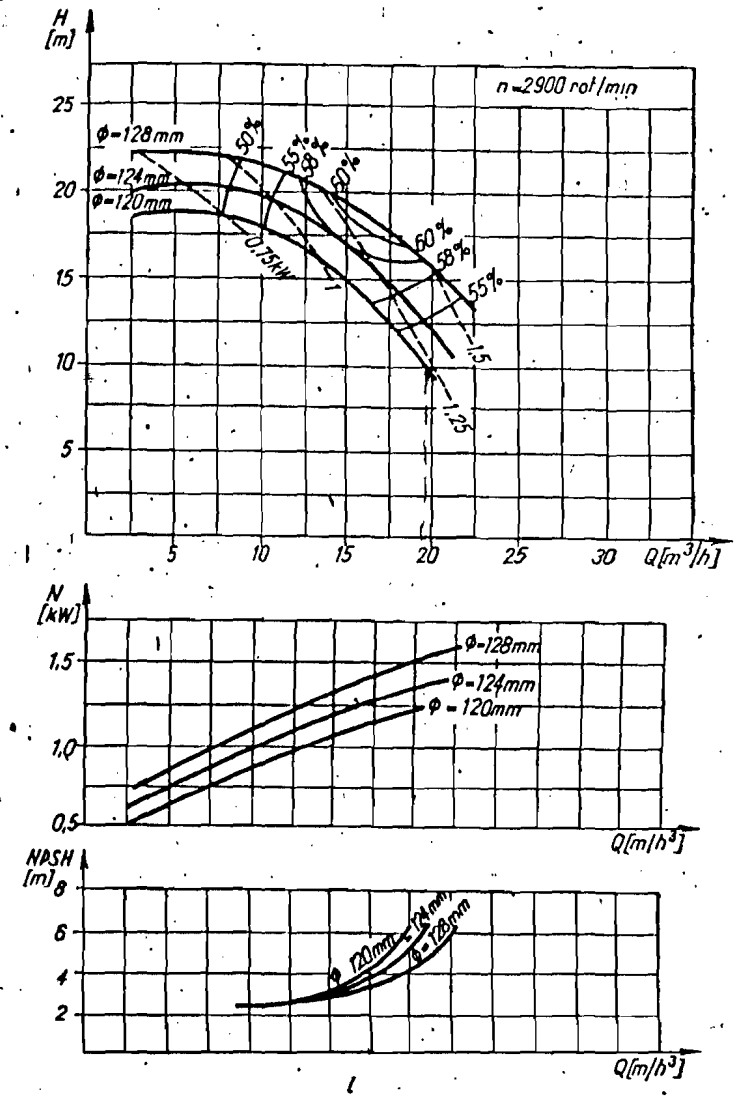
i — Cerna 125



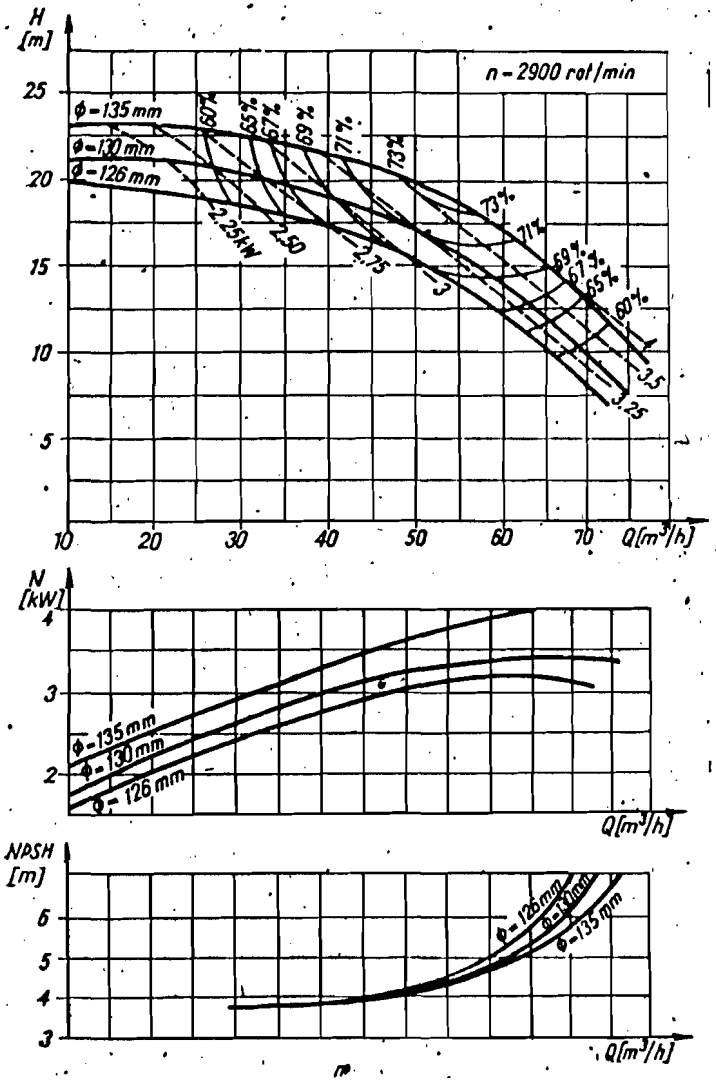
j — Cerna 200



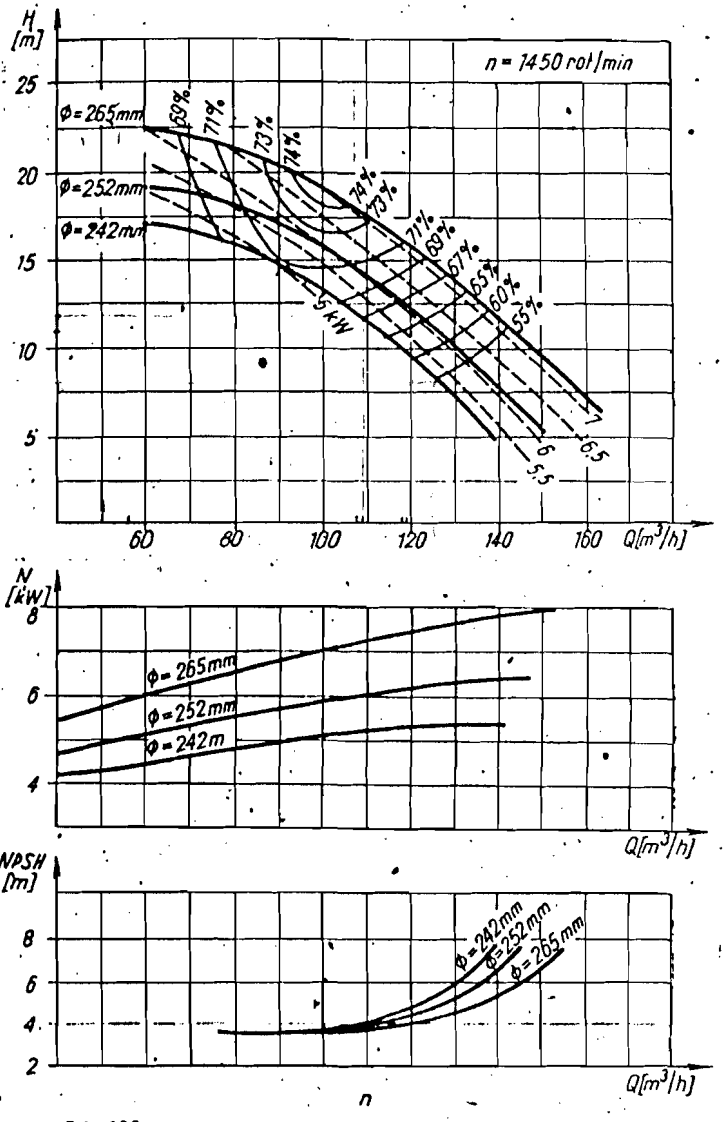
k — Crip 65



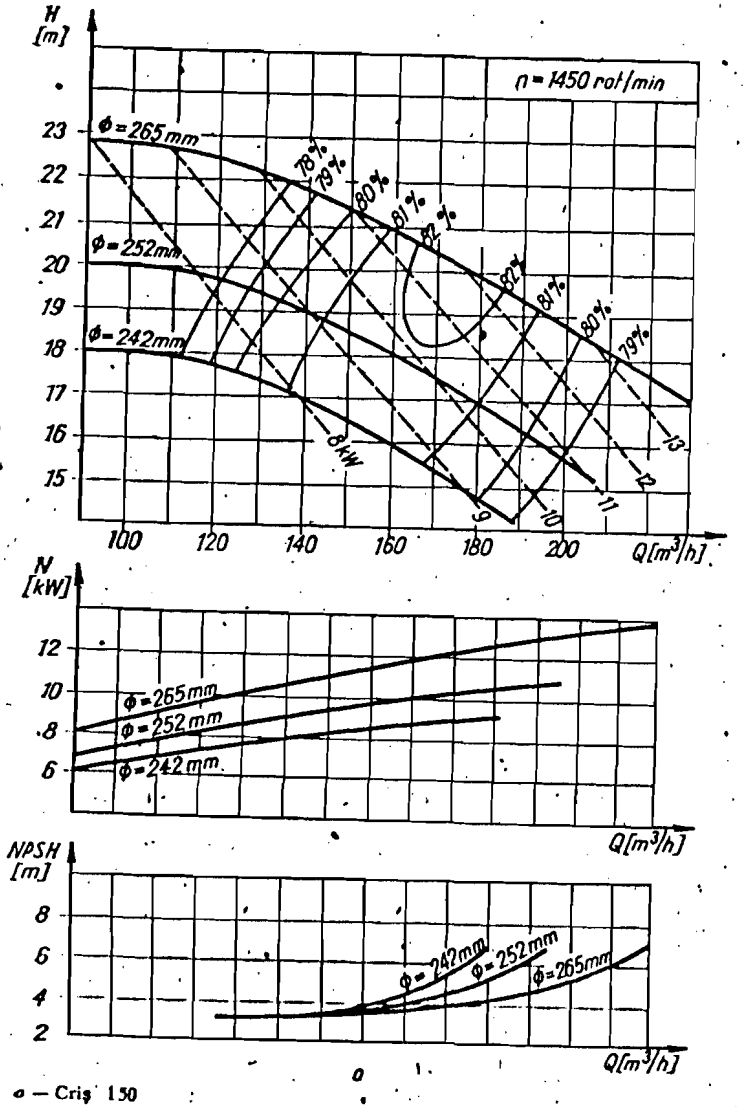
l — Crip 50



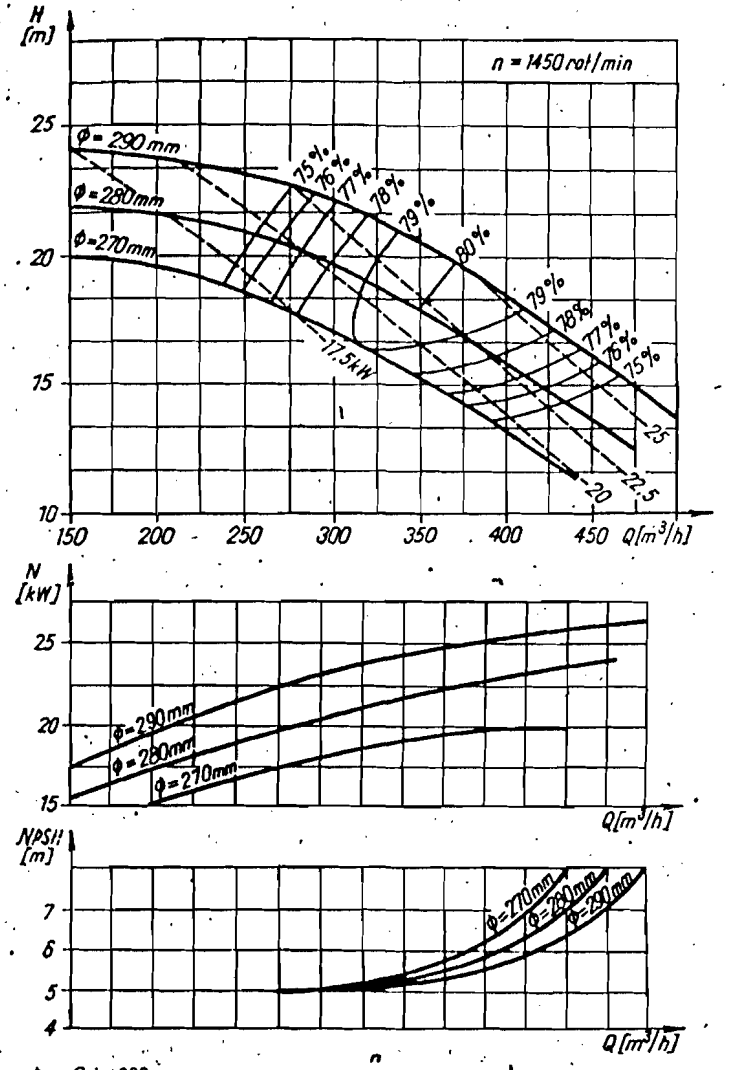
m — Criș 80



n — Criș 125



a — Criș 150



b — Criș 200

Dimensiunile principale ale pompelor tip L.C.C. Tipul și puterile mo-

Pompa	Tipul motorului	Putere kW	Turație rot/min	a	b	c	d	e	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lotru 65	N 80 L-4	0,75	1500	590	475	—	—	65	99
Lotru 65	N 90-S-4	1,1	1500	610	495	—	—	65	100
Lotru 65	N 132 S-2	5,5	3000	760	728	—	—	65	16
Lotru 65	N 132 S-2	7,5	3000	760	728	—	—	65	16
Lotru 80	B3-160 M-2	11	3000	850	814	—	—	65	20
Lotru 80	B3-160 M-2	15	3000	850	814	—	—	65	20
Lotru 100	N 100 L-4	3	1500	800	768	—	—	65	16
Lotru 100	B3-160 M-2	15	3000	935	—	450	450	65	18
Lotru 100	B3-160 L-2	18,5	3000	980	—	470	470	65	20
Lotru 100	B3-180 M-2	22	3000	980	948	—	—	65	16
Lotru 125	M 132 S-4	5,5	1500	858	825	—	—	65	16
Lotru 125	B3-200 L-2	30	3000	1060	—	510	510	65	20
Lotru 125	B3-200 L-2	37	3000	1060	—	510	510	65	20
Cerna 50	N 80 L-4	0,55	1500	595	563	—	—	65	16
Cerna 50	N 90 L-2	2,2	3000	635	603	—	—	65	16
Cerna 50	N 100 L-2	3	3000	655	623	—	—	65	16
Cerna 65	N 100 L-2	3	3000	695	663	—	—	65	16
Cerna 65	N 112 M-2	4	3000	715	683	—	—	65	16
Cerna 65	N 132 S-2	5,5	3000	760	728	—	—	65	16
Cerna 80	N 80 L-4	0,75	1500	590	475	—	—	65	99
Cerna 80	N 90 S-4	1,1	1500	610	495	—	—	65	100
Cerna 80	N 132 S-2	7,5	3000	760	728	—	—	65	16
Cerna 100	N 90 L-4	1,5	1500	765	733	—	—	65	16
Cerna 100	B3-160 M-2	11	3000	935	—	450	449	65	18
Cerna 100	B3-160 M-2	15	3000	935	—	450	449	65	18
Cerna 150	ASI200S422	22	1500	1360	—	585	590	100	165
Cerna 150	ASI200 M4	30	1500	1400	—	600	615	100	165
Cerna 150	ASI225S60-4	37	1500	1540	—	675	680	100	165
Cerna 200	B3-180 L-6	15	1000	1405	—	610	610	100	165
Cerna 200	ASI225S60-4	37	1500	1540	—	675	680	100	165
Cerna 200	ASI225M60-4	45	1500	1540	—	675	680	100	165
Criș 50	N 90 S-2	1,5	3000	600	568	—	—	65	16
Criș 50	N 90 L-2	2,2	3000	635	603	—	—	65	16
Criș 50	N 100 L-2	3	3000	655	623	—	—	65	16
Criș 65	N 80 L-4	0,55	1500	595	563	—	—	65	16
Criș 65	N 90 L-2	2,2	3000	635	603	—	—	65	16
Criș 65	N 100 L-2	3	3000	655	623	—	—	65	16
Criș 65	N 112 M-2	4	3000	630	598	—	—	65	16
Criș 80	N 80 L-4	0,55	1500	595	563	—	—	65	16
Criș 80	N 112 M-2	4	3000	630	598	—	—	65	16
Criș 80	N 132 S-2	5,5	3000	675	643	—	—	65	16
Criș 80	N 132 S-2	7,5	3000	675	643	—	—	65	16
Criș 125	N 132 S-6	3	1000	1000	—	412	597	80	18
Criș 125	B3-160 M-4	11	1500	1165	—	560	565	80	20
Criș 125	B3-160 M-2	11	3000	1165	—	560	565	80	20
Criș 150	N 112 M-8	1,5	750	955	—	440	325	80	170
Criș 150	N 132 S-8	2,2	750	1045	—	412	597	80	18
Criș 150	N 132 S-4	5,5	1500	1045	—	412	597	80	18
Criș 150	B3-160 L-4	15	1500	1200	—	580	580	80	20
Criș 150	B3-180 M-4	18,5	1500	1210	—	585	585	80	20
Criș 200	ASI225M60-4	45	1500	1540	—	675	680	100	165
Criș 200	ASI225M60-4	37	1500	1540	—	675	680	100	165

toarelor electrice de antrenare a pompelor (dimensiunile în mm)

g	h	j	l	m	n	o	p	r	L	H
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
230	150	95	205	170	125	207	347	139	755	360
230	150	95	205	175	125	207	347	139	770	375
237	150	95	290	250	125	207	347	99	932	440
237	150	95	290	250	125	207	347	99	902	440
237	160	100	335	295	150	242	404	143	1060	450
237	160	100	335	295	150	242	404	143	1060	450
275	170	110	250	210	150	250	430	122	960	42
277	170	110	340	300	150	250	430	159	1165	490
277	170	110	340	300	150	250	430	159	1238	490
277	170	110	360	320	160	250	430	159	1230	500
277	190	120	290	250	165	275	473	133	1030	477
280	190	120	405	365	165	275	477	175	1370	537
280	190	120	405	365	165	275	477	175	1370	537
215	120	95	190	155	100	165	277	99	710	343
215	120	95	200	165	100	165	277	99	750	357
215	120	95	230	195	100	165	277	98	800	368
240	135	101	230	195	120	190	324	105	855	393
240	135	101	255	225	120	190	324	105	875	406
237	135	101	290	250	120	190	328	105	910	437
230	145	110	205	170	120	200	343	154	768	358
230	145	110	205	175	120	200	343	154	782	372
237	145	110	290	250	120	200	343	114	917	437
280	155	120	250	210	135	230	393	111	920	422
277	155	120	340	300	135	235	398	153	1160	490
277	155	120	340	300	135	235	398	153	1180	490
435	280	160	460	420	240	365	635	52	1540	692
435	280	160	460	420	240	365	635	52	1585	692
440	280	160	460	410	240	365	650	52	1725	775
435	280	160	460	420	260	402	702	52	1540	660
440	280	160	460	410	260	402	702	52	1725	775
440	280	160	460	410	260	402	702	52	1725	775
215	115	95	205	170	95	160	267	98	720	357
215	115	95	200	165	95	160	267	98	745	360
215	115	95	230	195	95	160	267	97	800	368
215	115	95	190	155	100	170	290	105	715	367
215	125	100	200	165	100	170	290	105	755	357
215	125	100	230	195	100	170	290	104	810	368
215	125	100	260	225	100	170	290	145	830	380
215	140	105	190	155	105	185	315	111	720	343
215	140	105	260	225	105	185	315	151	835	380
212	140	105	285	250	105	185	327	151	870	412
212	140	105	285	250	105	185	327	151	870	412
420	225	150	290	255	190	300	520	190	1270	620
420	225	150	340	300	190	300	520	190	1420	632
420	225	150	340	300	190	300	520	190	1420	632
415	240	150	260	220	210	335	555	235	1240	580
420	240	150	290	255	210	335	555	190	1270	620
420	240	150	290	255	210	335	555	190	1270	620
420	240	150	340	305	210	335	555	190	1495	632
420	240	150	360	320	210	335	555	190	1485	643
440	270	160	460	410	25			52		

legate în paralel, punctul de funcționare va fi A, avînd coordonatele: debitul Q_A (se observă că $Q_A < 2Q_{A_1}$) și înălțimea de pompare H_A.

Montarea a două sau mai multe pompe în serie (fig. 9.6) se adoptă atunci cînd înălțimea de pompare necesară în instalația interioară nu poate fi obținută cu o singură pompă.

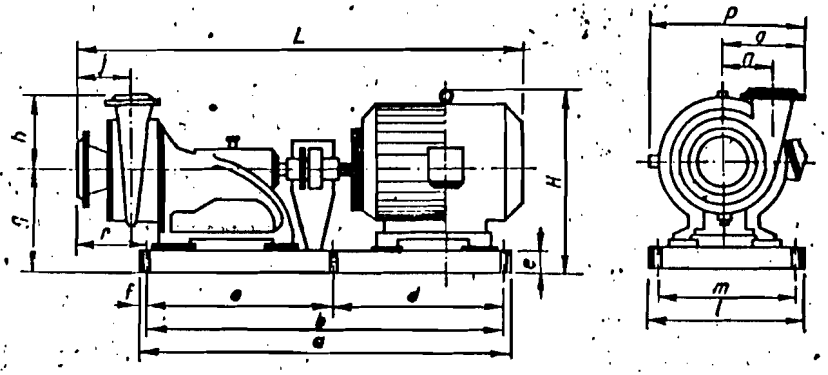


Fig. 9.4. Dimensiunile ansamblului pompă I.C.C. și motor electric de antrenare.

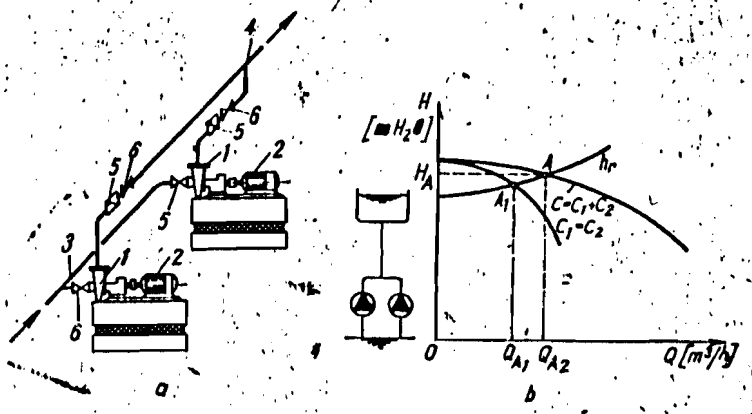


Fig. 9.5. Cuplarea a două pompe identice în paralel:
a — schema montării pompelor în paralel; *b* — determinarea punctului de funcționare: *1* — pompă; *2* — motor electric de acționare a pompei; *3* — conductă de aspirație; *4* — conductă de refulare; *5* — clapetă de reținere; *6* — robinet de închidere.

Se consideră cazul funcționării în serie a două pompe identice. Funcționarea în serie a pompelor se realizează închizînd robinetul R_3 și deschizînd robinetele R_1 și R_2. Se observă că presiunea statică H'_K corespunde funcționării unei singure pompe (v. fig. 9.6, *b*). La cuplarea pompelor în serie se atinge presiunea statică H''_K. Punctul de funcționare în cazul unei singure pompe este A_1. Pentru a determina punctul de funcționare A_2 în cazul cuplării pompelor identice în serie, se va construi curba C de ordonate duble ($C = C_1 + C_2$) calculate în dreptul aceleași abscise față de cea corespunzătoare (C_1) a unei singure pompe și se mută curba caracteristică a conductei în punctul de coordonate (O; H''_K). Prin mutarea punctului A_1 în A_2 debitul va crește de la Q_{A1} la Q_{A2} și se observă că pe curba puterii N, corespunzătoare unei singure pompe, la creșterea debitului pompa va necesita o putere N_{A_2}. Așadar, la funcționarea în serie puterea necesară fiecărei pompe crește cu valoarea $N_{A2} - N_{A1}$ și dacă motorul de antrenare nu poate fi supraîncărcat cu această diferență de putere, debitul pompelor trebuie redus prin închiderea parțială a robinetului R_3 pînă se obține valoarea puterii N_{A1}.

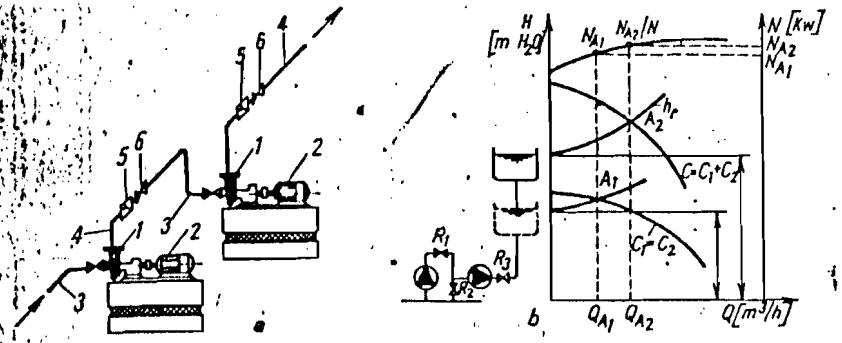


Fig. 9.6. Cuplarea a două pompe identice în serie:
a — schema montării pompelor în serie; *b* — determinarea punctului de funcționare: *1* — pompă; *2* — motor electric de acționare a pompei; *3* — conductă de aspirație; *4* — conductă de refulare; *5* — clapetă de reținere; *6* — robinet de închidere.

9.1.2. Dimensionarea rezervoarelor tampon și a instalațiilor hidraulice anexe

Rezervorul tampon deschis. Volumul (capacitatea) rezervorului tampon deschis V_{rd} se calculează cu formula

$$V_{rd} = 150\ (10 + Q_p)\quad [l]. \tag{9.3}$$

în care Q_p este debitul pompelor în funcțiune, în l/s.

În cazul în care din rezervorul tampon se alimentează și hidranții interiori pentru incendiu, capacitatea rezervorului tampon se va verifica pentru a se asigura debitul de apă necesar hidranților interiori pe timp de 10 min, respectiv de 5 min dacă alimentarea cu apă a rezervorului se face automat (robinetul de alimentare fiind comandat de un nivostat).

Trebuie verificat, de asemenea, dacă în rezervorul tampon pot fi montate robinetele cu plutitor (cel puțin trei, pentru siguranță în funcționare). Uneori se prevede și o capacitate suplimentară (de rezervă); dacă este asigurată rezerva pentru incendiu și posibilitatea montării robinetelor cu plutitor, nu mai este necesară o capacitate suplimentară a rezervorului tampon.

Tipurile și dimensiunile rezervoarelor tampon deschise de formă paralelipipedică și de construcție metalică (fig. 9.7) sînt date în tabelul 9.2 (STAS 8941-79).

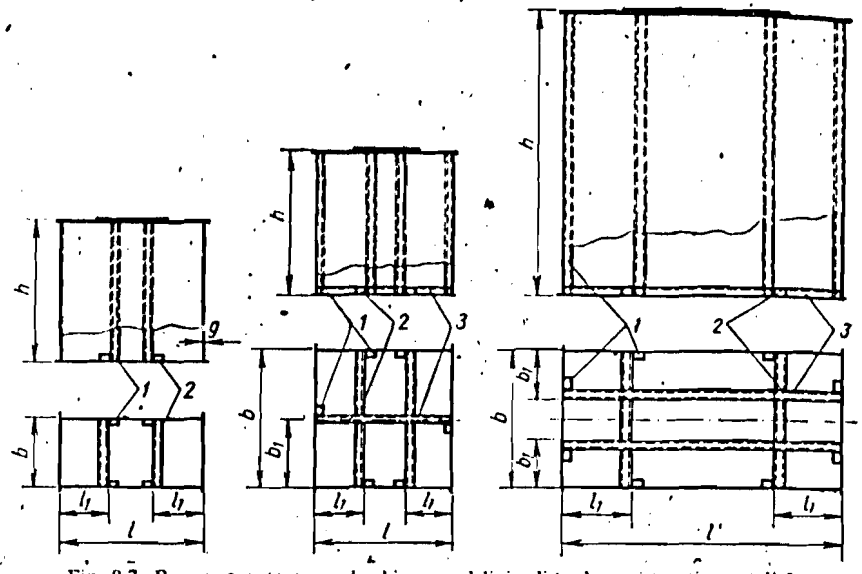


Fig. 9.7. Rezervoare tampon deschise, paralelipipedice de construcție metalică:
a — model I; *b* — model II; *c* — model III;
1, 2, 3; 4 — profile de rigidizare.

Tabelul 9.2

Tipurile și dimensiunile rezervoarelor tampon deschise de formă paralelipipedică (STAS 8941-79)

Tip	Model	Capacitate nominală (l)	*l* mm	*b* mm	*h* mm	l_1 mm	b_1 mm	*g* mm
A	II	500	1 000	1 000	500	350	—	2
		1 000			1 000	500	500	3
		1 500	1 500	1 500				
	III	2 000						
		3 000						
		4 000	2 000	2 000		700	700	
		5 000			1 250			
		6 000			1 500			
B	I	500	1 000	500	1 000	350	—	2
	II	1 000		1 000	1 500			3
		1 500	1 500					
		2 000			2 000	500		
		3 000						
		4 000						
	III	5 000	2 000	1 250		700	350	
		6 000		1 500			500	

Diametrul D_1 (fig. 9.8) al conductei de alimentare cu apă a rezervorului tampon deschis este egal cu diametrul conductei de branșament, care se determină conform pct. 5.3.2 (cap. 5).

Diametrul d_1 al robinetelor cu plutitor se determină din ecuația de continuitate

$$q_c = N \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 \quad [m^3/s], \tag{9.4}$$

în care:

q_c este debitul de alimentare cu apă a rezervorului, în m³/s;

N — numărul robinetelor cu plutitor; se recomandă ca $N \geq 2$ pentru asigurarea continuității funcționării în timpul exploatării instalației;

v_1 — viteza medie a apei la trecerea prin robinetul cu plutitor, în m/s.

Relația (9.4) se poate aplica și astfel

$$\frac{\pi D_1^2}{4} v = N \frac{\pi d_1^2}{4} v_1, \tag{9.5}$$

unde v este viteza medie a apei în conducta de alimentare, determinată anterior (la dimensionarea conductei de diametrul D_1).

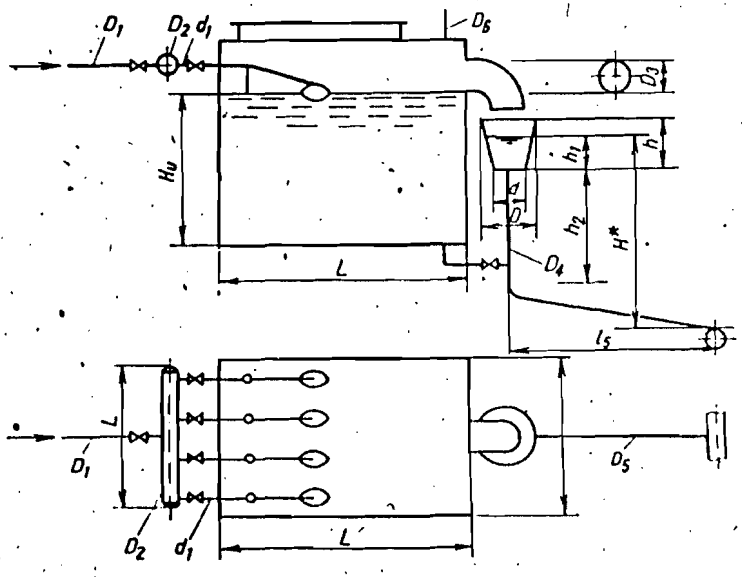


Fig. 9.8. Schema de calcul pentru rezervorul tampon deschis.

Dacă $v_1 = v$ atunci rezultă

$$d_1 = \frac{D_1}{\sqrt{N}}. \qquad (9.6)$$

Viteza v_1 se determină în funcție de presiunea de utilizare h_u, în mH_2O, a robinetului cu plutitor, cu relația

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh_u}{1+\zeta_r}}, \qquad (9.7)$$

în care ζ_r este coeficientul de pierdere de sarcină locală în robinetul cu plutitor.

Diametrul D_3 (v. fig. 9.8) al distribuitorului robinetelor cu plutitor se alege constructiv, mai mare cu una sau două dimensiuni decît diametrul D_1.

Lungimea L a distribuitorului rezultă constructiv, în funcție de numărul, diametrul și distanțele dintre robinetele cu plutitor, (v. fig. 9.8).

Diametrul D_3 al orificiului preaplinului de formă circulară este dat de relația

$$D_3 = \sqrt[5]{\frac{2h_u d_1^4}{\mu^2(1+\zeta_r)}}, \qquad (9.8)$$

în care $\mu \approx 0{,}63$ este coeficientul de debit al orificiului de preaplin.

Dimensionarea orificiului de preaplin de formă dreptunghiulară constă în stabilirea lățimii a și înălțimii b ale acestuia, aplicînd relația

$$b = \sqrt[5]{\frac{9\pi^2}{64} \cdot \frac{h_u d_1^4}{\mu^2 a^2 (1+\zeta_r)}} \quad [m], \qquad (9.9)$$

în care mărimile: h_u; d_1; μ și ζ_r au semnificațiile cunoscute.

Vasul preaplinului poate fi rezervor prismatic cu dimensiunile recomandate $0{,}6 \times 0{,}6 \times 0{,}6$ m sau rezervor tronconic (pilnie) cu diametrul superior de 0,6 m, diametrul inferior de 0,3 m și înălțimea $h = 0{,}6$ m (v. fig. 9.8). La partea inferioară, vasul are un ștuț pentru racordare la conducta de evacuare.

Conductele de evacuare de diametre D_4 și D_5 conduc excesul de apă din rezervorul (vasul) preaplinului la canalizare, se execută din tuburi din fontă de scurgere, țevi din PVC-U sau țevi din oțel și se dimensionează în ipoteza că funcționează la curgere cu secțiune plină.

Diametrul D_4 al conductei verticale de scurgere a preaplinului se calculează cu relația

$$D_4 = d_1 \sqrt[4]{\frac{(1+\zeta_0)(1+\zeta_1)}{1+\zeta_r} \cdot \frac{2h_u}{2h_1(1+\zeta_0)+D_3}} \quad [m], \qquad (9.10)$$

în care: d_1; h_u și D_3 au semnificațiile cunoscute, iar:

h_1 este presiunea statică a înălțimii coloanei de apă din rezervorul sau pilnia preaplinului, în mH_2O;

ζ_0; ζ_1 și ζ_r — coeficienții de pierderi de sarcină locale ale orificiului preaplinului, respectiv orificiului vasului de preaplin (care face legătura cu conducta de diametru D_4) și al robinetului cu plutitor.

Diametrul D_5 al conductei orizontale de scurgere a preaplinului se determină cu relația

$$D_5 = d_1 \sqrt[4]{\frac{(1+\zeta_0)(1+\zeta_2)}{1+\zeta_r} \cdot \frac{2h_u}{2(1+\zeta_0)(h_1+h_2)+D_3}} \quad [m], \qquad (9.11)$$

în care: h_2 este înălțimea coloanei de apă din conducta de diametru D_3, în mH_2O (v. fig. 9.8);

ζ_2 — coeficientul de pierdere de sarcină locală în conducta orizontală de scurgere, de diametru D_5,

iar celelalte mărimi au semnificațiile arătate mai sus.

Întrucît conductele de diametre D_4 și D_5 s-au dimensionat în ipoteza că funcționează la curgere cu secțiune plină, urmează să se efectueze calculul de verificare, determinînd viteza reală cu care apa curge prin conducta de diametru D_5 cu relația

$$v_2 = \sqrt{2g\frac{H^* - h_r}{1+\Sigma\zeta}} \quad [m/s], \qquad (9.12)$$

în care: H^* este diferența de nivel între nivelul maxim admis al apei în vasul preaplinului și generatoarea superioară a conductei de canalizare care preia excesul de apă (v. fig. 9.8), în mH_2O;

h_r — pierderea de sarcină liniară în conductele de diametre D_4 și D_5, în mH_2O;

$\Sigma\zeta$ — suma coeficienților de pierderi de sarcină locale în conductele de diametre D_4 și D_5.

Se determină apoi viteza v_2' a apei în conducta de diametru D_5 la trecerea debitului în exces, evacuat din rezervorul tampon deschis prin preaplin, în cazul defectării unui robinet cu plutitor, cu relația

$$v_2' = \frac{q_1}{\frac{\pi D_5^2}{4}} = \frac{d_1^2}{D_5^2}\sqrt{\frac{2gh_u}{1+\zeta_r}} \quad [m/s]. \qquad (9.13)$$

Dacă $v_2 \geqslant v_2'$ conducta orizontală de diametru D_5 a fost bine dimensionată; dacă $v_2 < v_2'$ se va mări diametrul D_5 pînă ce se va realiza $v_2 \geqslant v_2'$.

Rezervorul tampon închis. Volumul (capacitatea) necesar al rezervorului tampon închis se determină cu relația

$$V = 10q_p t\frac{H_{a\,max}}{H_{a\,min}} + A_r\left(v_a\sqrt{\frac{LA}{gA_r}} + c\right) \quad [m^3], \qquad (9.14)$$

în care: q_p este debitul pompei în funcțiune, în m^3/s; în instalații cu mai multe pompe, q_p corespunde pompei cu debitul cel mai mare;

t — timpul de intrare în regim a pompei ($t = 2-3$ secunde);

$H_{a\,max}$ — presiunea maximă în conducta de aspirație, în mH_2O;

$H_{a\,min}$ — presiunea minimă în conductă de aspirație, în mH_2O;

A_r — aria secțiunii rezervorului, în m^2;

v_a — viteza apei în conducta de aspirație, în m/s;

L — lungimea conductei de aspirație, în m;
A — aria conductei de aspirație, în m²;
g — accelerația gravitației ($g = 9{,}81$ m/s²);
c — înălțimea minimă a racordului de aspirație, măsurată de la fundul rezervorului, în m.

Rezervorul tampon închis, din punct de vedere constructiv, este la fel ca recipientul de hidrofor.

9.2. Rezervoare de înălțime

9.2.1. Alegerea pompelor de alimentare cu apă a rezervoarelor de înălțime

Instalația de distribuție a apei reci cu rezervor de înălțime (fig. 9.9) se adoptă cînd sarcina disponibilă H_{disp} (presiunea de serviciu) din conducta publică în punctul de racord scade periodic (de exemplu în orele de consum maxim) și devine insuficientă pentru funcționarea normală a tuturor punctelor de consum. Rezervoarele de înălțime se prevăd mai puțin în cazurile clădiri-

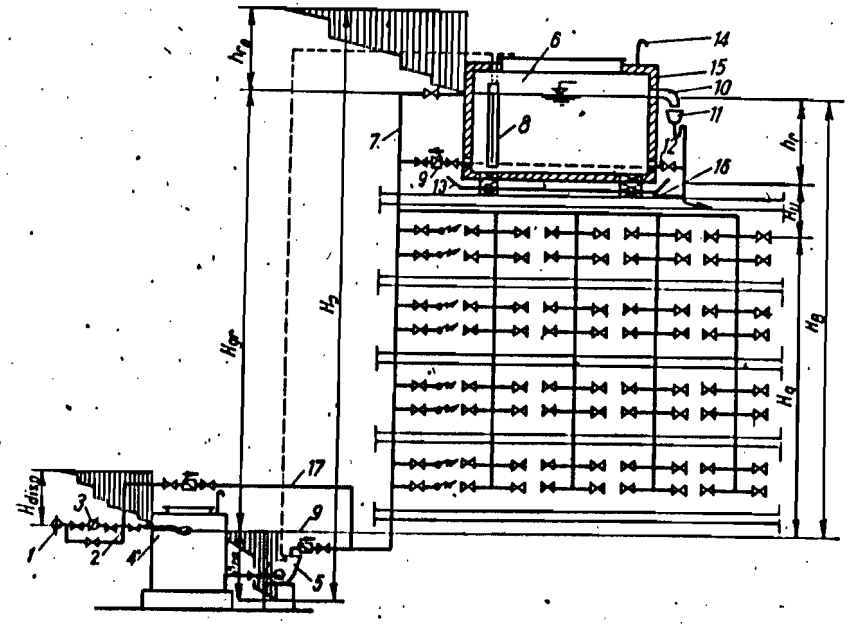


Fig. 9.9. Schema de calcul a instalației de distribuție a apei reci cu rezervoare de înălțime pe o zonă de presiune:

1 — conducta publică de alimentare cu apă; 2 — branșament; 3 — apometru; 4 — rezervor-tampon deschis; 5 — pompă; 6 — rezervor de înălțime; 7 — conductă de alimentare cu apă a rezervorului de înălțime și a instalației interioare; 8 — nivostat; 9 — clapetă de reținere; 10 — preaplin; 11 — plinie de evacuare; 12 — conductă de golire; 13 — tavă căptușită cu tablă zincată; 14 — țeavă de aerisire; 15 — izolație termică; 16 — conductă pentru golirea tăvii; 17 — conductă de ocolire.

lor civile și mai mult în cazul clădirilor industriale, în care se desfășoară procese tehnologice care necesită apă la presiuni de utilizare aproape constante.

Cînd $H_{disp} \geq H_{nec}$, rezervorul de înălțime și instalația de utilizare a apei pot fi alimentate cu apă din rețeaua exterioară prin conducta de ocolire a stației de pompare (fig. 9.9), iar cînd $H_{disp} < H_{nec}$, alimentarea se face cu ajutorul pompelor.

Se pot întîlni următoarele cazuri:

— stație de pompare cu rezervor de înălțime pentru o singură zonă de presiune a apei (corespunzătoare înălțimii manometrice maxime de 60 mH_2O), care constituie cazul cel mai frecvent;

— stații de pompare cu rezervoare de înălțime pentru două sau mai multe zone de presiune a apei, care pot fi: cu rezervoare de înălțime montate „în cascadă", alimentarea rezervoarelor superioare făcîndu-se cu pompe care aspiră apa din rezervoarele zonelor inferioare; cu rezervoare alimentate de o singură stație de pompare.

Pentru alegerea preliminară a pompei se determină în prealabil: debitul necesar Q_p al pompei, care trebuie să fie mai mare sau cel puțin egal cu debitul de calcul al instalației; înălțimea de pompare necesară H_p, în mH_2O, pentru alimentarea cu apă a rezervorului de înălțime.

În cazul rezervoarelor de înălțime pentru o singură zonă de presiune a apei, înălțimea de pompare necesară H_p, în mH_2O, se determină cu relația

$$H_p = H_R + h_{rp} + H_{uR} - H_a, \qquad (9.15)$$

în care: H_R este înălțimea de montare a rezervorului de înălțime, determinată cu relația

$$H_R \geq H_{nec} = max\ (H_g + H_u + h_r); \qquad (9.16)$$

H_g — înălțimea geodezică a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, față de un plan de referință unic admis, în mH_2O;
H_u — presiunea de utilizare, în mH_2O, la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic;
h_r — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) de la punctul de ieșire al apei din rezervorul de înălțime pînă la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic, în mH_2O;
h_{rp} — suma pierderilor totale de sarcină pe conducta de pompare, în mH_2O;
H_{uR} — presiunea de utilizare a apei la intrarea în rezervorul de înălțime, în mH_2O;
H_a — presiunea din rezervorul (sau conducta) din care aspiră pompa, în mH_2O.

Debitul efectiv al pompei și înălțimea de pompare efectivă se obțin pe baza determinării punctului de funcționare al instalațiilor de pompare, la intersecția curbei caracteristice de sarcină a pompei (sau cuplajului) cu curba caracteristică a rețelei de pompare.

9.2.2. Dimensionarea rezervoarelor de înălțime

Calculul volumului util V_u al rezervoarelor de înălțime:

— în cazul pornirii automate a pompei de alimentare cu apă

$$V_u = \frac{Q_p}{4n} \quad [m^3], \tag{9.17}$$

în care: Q_p este debitul pompelor în funcțiune, în m³/h;
n — numărul de porniri (opriri) pe oră ale pompei; $n = 12-15$ porniri/h.

— în cazul pornirii manuale a pompei

$$V_u = \frac{q_{zi\,max}}{n}\left(1 - \frac{q_c}{q_p}\right) \quad [l], \tag{9.18}$$

în care: $q_{zi\,max}$ este debitul maxim zilnic de apă consumat în clădire, în l/zi;
q_c — debitul de apă consumat în clădire în timpul pompării apei în rezervor, în l/s;
q_p — debitul pompei, în l/s;
n — numărul de porniri pe zi ale pompei.

Volumul total al rezervorului de înălțime va fi

$$V = V_u + V_a \quad [m^3], \tag{9.19}$$

în care $V_a = 0{,}1\ V$ este volumul ce rezultă constructiv necesar pentru executarea racordurilor de alimentare cu apă, golire, preaplin etc.

Pentru alegerea tipului și dimensiunilor rezervoarelor de formă paralelipipedică, de construcție metalică, se poate folosi tabelul 9.2 (fig. 9.7, STAS 8941-79) cunoscînd volumul total necesar calculat cu relația (9.19).

9.3. Instalații de pompare cu recipiente de hidrofor

Cînd sarcina hidrodinamică disponibilă (H_{disp}, în mH_2O — presiunea de serviciu) a apei din conducta publică în punctul de racord al instalației interioare, este permanent sau pe perioade lungi mai mică decît sarcina hidrodinamică necesară (H_{nec} în mH_2O) funcționării normale a tuturor punctelor de consum al apei ($H_{disp} < H_{nec}$), iar debitele de apă consumate la punctele de utilizare prezintă variații importante în timp, între valorile maxime (debitul orar maxim) și minime, pentru ridicarea presiunii apei se adoptă soluția instalației de pompare cu recipiente de hidrofor (numită pe scurt, instalație de hidrofor).

Recipientul de hidrofor se montează pe conducta de refulare a pompei (fig. 9.10) și este un rezervor hidropneumatic avînd la partea inferioară apă, iar la partea superioară o pernă de aer comprimat, aflat sub presiune variabilă, între presiunea minimă de pornire a pompei p_p, în N/m², și presiunea maximă de oprire a pompei, p_o, în N/m², care sînt controlate de un presostat ce comandă pornirea, respectiv oprirea pompei. Folosirea instalațiilor de pompare fără recipiente de hidrofor duce, pe de o parte, la consumuri mari de

energie electrică, deoarece pompele vor funcționa la debite mici cu randamente mici și, pe de altă parte, la uzura prematură a automatelor de pornire a pompelor, datorită pornirilor și opririlor succesive ale acestora, cu frecvență foarte mare.

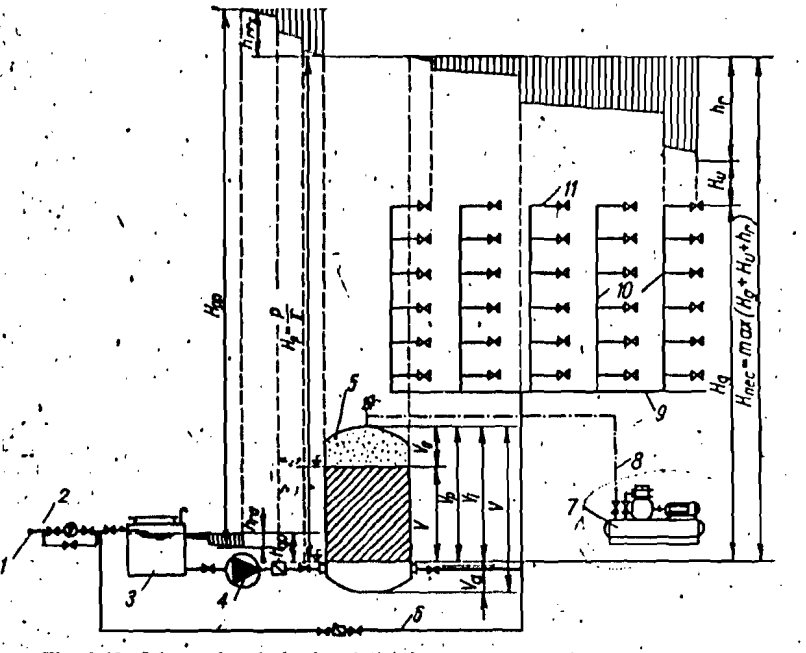


Fig. 9.10. Schema de calcul a instalației de pompare cu recipiente de hidrofor:
1 — conductă publică; *2* — branșament; *3* — rezervor-tampon deschis; *4* — electropompă; *5* — recipient de hidrofor; *6* — conductă de ocolire; *7* — electrocompresor; *8* — conductă de aer comprimat; *9* — conductă principală de distribuție; *10* — coloane; *11* — conducte de legătură.

Comparativ cu rezervorul de înălțime, recipientul de hidrofor prezintă avantaje deosebite și anume: poate fi montat în orice punct al clădirii, dar de regulă se montează în subsol sau, pentru un ansamblu de clădiri, într-o clădire separată numită stație de hidrofor; conservă calitatea apei evitînd impurificarea ei, prin faptul că recipientul este închis; nu necesită lucrări speciale de construcție pentru montaje (etaje tehnice) etc.

9.3.1. Calculul volumului necesar și alegerea numărului de recipiente de hidrofor

Volumul necesar (capacitatea) recipientelor de hidrofor V se determină cu relația

$$V = 1{,}1\,\frac{Q_p\,(H_p + 10)\,(H_0 + 10)}{4n\,(H_0 - H_p)\,(H_t + 10)} \quad [m^3], \tag{9.20}$$

în care: Q_p reprezintă debitul pompei active, în m³/h, egal cu media aritmetică între debitul Q_{pp} corespuzător înălțimii de pompare H_{pp}, în mH₂O, la pornirea pompei și debitul Q_{po} corespunzător înălțimii de pompare la oprirea pompei H_{po}, în mH₂O

$$Q_p = \frac{1}{2}(Q_{pp} + Q_{po}) \quad [m^3/h]. \qquad (9.21)$$

În cazul instalațiilor de distribuție a apei reci pentru consum menajer, debitul pompei active (sau al cuplajului în cazul funcționării pompelor în paralel) se va lua egal cu debitul de calcul $q_c (Q_p = q_c)$ determinat funcție de suma de echivalenți $E = E_1 + E_2$ cu relațiile de calcul din tabelul 2.3.

$H_p = \frac{p_p}{\rho g}$ — presiunea din recipientul de hidrofor în momentul pornirii pompei, în mH₂O, determinată cu relația

$$H_p \geq H_{nec} = max\,(H_g + H_u + h_r) \quad [mH_2O]; \qquad (9.22)$$

H_{nec} — sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară de alimentare cu apă, în mH₂O;

H_g — înălțimea geodezică a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, față de un plan de referință unic admis, în mH₂O;

H_u — presiunea de utilizare a apei la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic, în mH₂O;

$h_r = h_{r\,int} + h_{r\,ext}$ — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul de alimentare cu apă al punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic până în punctul de ieșire a apei din recipientul de hidrofor, în mH₂O;

$h_{r\,int}$ — suma pierderilor totale de sarcină pe porțiunea rețelei din interiorul clădirii a traseului de alimentare cu apă a punctului cel mai dezavantajat, în mH₂O;

$h_{r\,ext}$ — suma pierderilor totale de sarcină pe porțiunea rețelei din exteriorul clădirii a traseului de alimentare cu apă a punctului cel mai dezavantajat, până în punctul de ieșire a apei din recipientul de hidrofor, în mH₂O.

Întrucît din distribuitorul instalației de hidrofor se alimentează cu apă atît rețeaua de distribuție a apei reci cît și instalația de preparare a apei calde de consum, este indicat să se introducă în relația (9.22) valoarea cea mai mare dintre sarcinile hidrodinamice necesare $H_{nec\,ar}$, pentru instalația de distribuție a apei reci, respectiv $H_{nec\,acc}$, pentru instalația de distribuție a apei calde de consum. (Între cele două sarcini hidrodinamice necesare $H_{nec\,ar}$ și $H_{nec\,acc}$ se admite o diferență de cel mult ±5%);

$H_o = \frac{p_o}{\rho g}$ — presiunea din recipientul de hidrofor în momentul opririi pompei, care se determină în funcție de valoarea presiunii H_p din recipientul de hidrofor în momentul pornirii pompei, cunoscînd că $\Delta H = H_o - H_p = (10-12)$ mH₂O, cu precizarea că, dacă $H_p = 55$ mH₂O se admite $H_o = 5$ mH₂O pentru a nu depăși presiunea maximă admisă de 60 mH₂O la armăturile montate la punctele de consum al apei, cu excepția instalațiilor de incendiu separate.

Diferența optimă între presiunile H_o și H_p în funcție de debitul mediu al pompelor Q_p, în m³/h, numărul pompelor care funcționează în paralel N și numărul maxim de porniri pe oră al pompelor n, se determină cu ajutorul nomogramei din figura 9.11;

H_i — presiunea inițială din recipientul de hidrofor, în mH₂O, care se determină în funcție de presiunea H_p din hidrofor în momentul pornirii pompei

$$H_i = H_p - \Delta H_i.$$

Diferența optimă $\Delta H_i = H_p - H_i$ se ia din tabelul 9.3, în funcție de H_p și de capacitatea (volumul) recipientului de hidrofor;

n — frecvența pornirilor (opririlor) pompei; se recomandă: $n = 12-15$ porniri pe oră;

ρ — densitatea apei, în kg/m³;

g — accelerația gravitațională, în m/s².

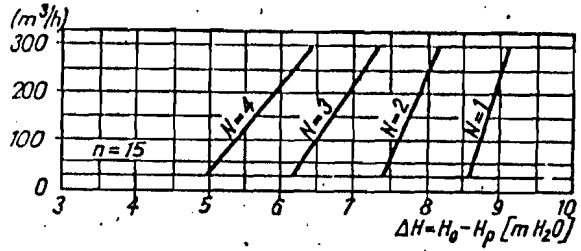


Fig. 9.11. Nomograma pentru determinarea diferenței optime $\Delta H = H_o - H_p$.

Tabelul 9.3

Diferența optimă dintre presiunea din hidrofor în momentul pornirii pompei și presiunea inițială în recipientul de hidrofor, ΔH_i (STAS 1478-84)

Presiunea în momentul pornirii pompei H_p mH₂O	Capacitatea hidroforului, în l								
	160	250	400	630	800; 1000; 1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
	$\Delta H_i = H_p - H_i$, în mH₂O									
20	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,35	0,35		
40	1,8	1,5	1,2	1,0	1,0	0,8	0,7	0,65		
60	2,7	2,2	1,9	1,6	1,6	1,2	1,0	1,0		
90	4,1	3,4	2,9	2,4	2,4	1,8	1,6	1,4		
120	5,5	4,5	3,8	3,2	3,2	2,5	2,1	1,9		

Volumul util al recipientelor de hidrofor se calculează cu relația

$$V_u = \frac{Q_p}{4n} \quad [m^3], \qquad (9.23)$$

Tabelul 9.4

Dimensiunile principale ale recipientelor hidropneumatice sau pentru acumularea apei calde

Capacitatea nominală l	P_n mH$_2$O	Dimensiunile, mm								Dimensiunile racordurilor, în toli, pentru recipiente:				Masa kg
		D_i	H	h_1	h_2	h_3	h_4	L_1	L_2	Hidropneumatice A	Hidropneumatice B	Acumulatoare A	Acumulatoare B	
160	100	450	1 255	630	300	70	275	536	464	2½	1	2½	2½	82
250	100	500	1 450	630	300	70	290	584	704	2½	1	2½	2½	100
400	60	600	1 635	800	300	70	315	682	795	2½	1	2½	2½	127
	100			500					803					143
630	60	700	1 885	800	300	70	340	782	895	2½	1	2½	2½	174
	100			500					905					200
800	60	800	1 935	1 000	300	70	365	896	1 014	2½	1	2½	2½	204
	100			500					1 034					241
1 000	60	800	2 335	1 000	450	80	365	896	1 014	3	1	3	3	236
	100			630					1 034					270
1 600	60	1 000	2 440	1 000	450	80	415	1 100	1 217	3	1	3	3	359
	100			630					1 238					427
2 000	60	1 100	2 490	1 000	450	90	440	1 216	1 327	4	1	4	4	400
	100			630					1 346					511
2 500	60	1 200	2 540	1 000	450	90	465	1 316	1 427	4	1	4	4	443
	100			630					1 448					605
3 150	60	1 200	3 140	1 250	450	90	465	1 316	1 427	4	1	4	4	524
	100			630					1 440					634
4 000	60	1 300	3 390	1 250	450	90	490	1 416	1 529	5	1	5	5	611
	100			800					1 548					947
5 000	60	1 400	3 645	1 600	450	90	515	1 508	1 625	5	1	5	5	842
	100			900					1 646					1 112

în care: Q_p este debitul de calcul al pompei active, în m³/h;

n — frecvența efectivă a pornirilor pompei pe oră.

Înălțimea h_u a volumului util de apă din recipientul de hidrofor se determină astfel

$$h_u = \frac{V_u}{A} = \frac{4V_u}{\pi D_i^2} \quad [m], \tag{9.24}$$

în care: $A = \frac{\pi D_i^2}{4}$ este aria secțiunii transversale a hidroforului, în m²;

D_i — diametrul interior al recipientului de hidrofor, în m.

Recipientele de hidrofor sînt standardizate din punct de vedere constructiv (STAS 2156-68) și se aleg din tabelul 9.4, cunoscînd volumul necesar determinat cu formula (9.20).

Pentru stațiile de hidrofor din ansambluri de clădiri se recomandă alegerea a cel puțin două recipiente de hidrofor de capacități egale (pentru a asigura continuitatea funcționării instalației în timpul exploatării), avînd volumul efectiv total cel puțin egal cu volumul necesar rezultat din calcul cu relația (9.20).

9.3.2. Dimensionarea rezervorului tampon și a instalațiilor hidraulice din instalația de pompare a apei cu recipiente de hidrofor

Rezervorul tampon din care aspiră pompa poate fi închis sau deschis și se dimensionează cu relațiile date la pct. 9.1.2.

Pentru efectuarea calculului hidraulic al conductelor instalației de pompare cu recipiente de hidrofor fiind necesară cunoașterea configurației rețelelor, se recomandă ca în prealabil să se amplaseze principalele elemente ale instalației pe planul de arhitectură al clădirii și în schemă (eventual în secțiuni). Deoarece în această etapă nu se cunosc exact dimensiunile pompelor ce urmează a fi alese, acestea se vor figura pe plan prin postamentele lor care au dimensiunile aproximative de 1000 × 500 mm, urmînd ca după alegerea lor (așa cum se arată în continuare) să se definitiveze planul și secțiunile cu dimensiunile lor exacte. Celelalte elemente, și anume: recipientele de hidrofor, rezervorul tampon etc. au dimensiunile exacte rezultate din calcul.

Amplasarea instalației de hidrofor trebuie astfel făcută încît să se realizeze: utilizarea rațională a spațiului tehnic disponibil; traseele conductelor să fie cît mai scurte și cu rezistențe locale cît mai puține; să se asigure accesul ușor în timpul exploatării la toate elementele componente ale instalației; pompele se vor amplasa cu motorul electric către interiorul încăperii.

La amplasarea instalației de hidrofor se recomandă dimensiunile de montaj: între postamentele pompelor: 500—700 mm; între pompe și rezervoare: 600—800 mm; între pompe sau rezervoare și elementele de rezistență ale clădirii: 500—800 mm.

Pentru ansambluri de clădiri, clădirea stației de hidrofor este, de regulă, comună și pentru punctul termic pentru prepararea apei calde de consum (precum și pentru prepararea apei calde pentru încălzirea clădirilor).

Schema de montaj a instalației de hidrofor se reprezintă la scară numai în plan vertical. Întrucît schema de montaj nu reprezintă o secțiune prin clădire, ordinea și distanțele de amplasare a rezervoarelor, pompelor, recipientelor de hidrofor etc. este arbitrară, recomandîndu-se ca acestea să fie astfel dispuse încît schema să prezinte claritate și să cuprindă toate elementele instalației și, pe cît posibil, toate cotele de montaj.

După amplasarea stației de hidrofor se efectuează calculul hidraulic de dimensionare al conductelor, la debitul de calcul al pompei Q_p, folosind nomogramele din figurile 2.4 sau 2.5 pentru dimensionarea conductelor din țevi de oțel. În continuare, se efectuează calculul pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) h_{rp}, pe traseul conductei de pompare cuprins între punctul de intrare al apei din rezervorul tampon în conducta de aspirație a pompei și punctul de intrare al apei în recipientul de hidrofor

$$h_{rp} = il_p + h_{rl}, \qquad (9.25)$$

în care: l_p este lungimea conductei de pompare (de la rezervorul tampon pînă la recipientul de hidrofor), în m;

i — pierderea de sarcină unitară în conducta de pompare, în mmH_2O/m;

h_{rl} — suma pierderilor locale de sarcină pe conducta de pompare, în mmH_2O.

Diametrul distribuitorului pentru apă se alege constructiv, mai mare cu una sau două dimensiuni decît diametrul cel mai mare al conductelor racordate la el.

Lungimea distribuitorului se determină în funcție de numărul și diametrele conductelor de intrare și ieșire și de dimensiunile constructive ale vanelor, prevăzîndu-se și distanțe (egale, de regulă, cu razele conductelor) pentru manevrarea roților de acționare a vanelor. Pe distribuitor se sudează ștuțuri din țeavă prevăzute cu flanșe pentru montarea vanelor și conductelor de racord.

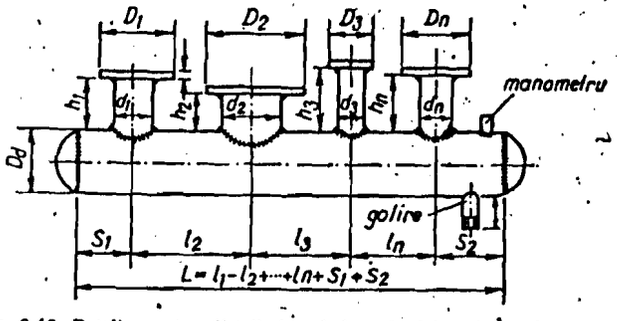


Fig. 9.12. Detaliu pentru distribuitorul de apă al instalației de hidrofor.

În figura 9.12 este redat un exemplu de detaliu pentru distribuitorul de apă al unei instalații de hidrofor.

Distribuitorul pentru aer comprimat se dimensionează constructiv, ca și distribuitorul pentru apă. Se recomandă prevederea de racorduri separate

pentru aer comprimat la fiecare [illegible],
prin scoaterea din funcțiune a unui recipient, celelalte recipiente [illegible]
continuitatea funcționării instalației.

9.3.3. Alegerea pompei pentru instalația de hidrofor

În instalațiile de pompare a apei cu recipiente de hidrofor se utilizează pompe centrifuge monoetajate tip LOTRU, CERNA, CRIȘ, ale căror curbe caracteristice acoperă domeniile de debite Q_p, în m^3/h, și înălțimi de pompare H_p, în mH_2O, redate în figurile 9.2 și 9.3.

Pentru alegerea pompei se cunoaște debitul de calcul Q_p, în m^3/h, și se determină înălțimile de pompare necesare H_{pp} în momentul pornirii pompei, respectiv H_{po} în momentul opririi pompei, cu relațiile

$$H_{pp} = H_p \pm H_{gp} + h_{rpp} - H_a = H_{sp} + M_p Q_{pp}^2 \quad [mH_2O]; \qquad (9.26)$$

$$H_{po} = H_o \pm H_{go} + h_{rpo} - H_a = H_{so} + M_c Q_{po}^2 \quad [mH_2O], \qquad (9.27)$$

în care: H_p și H_o au semnificațiile și modul de determinare cunoscute;

H_{gp} — diferența de nivel între nivelul apei din recipientul de hidrofor și nivelul apei din rezervorul tampon (în care caz $H_{gp} > 0$) sau invers (în care caz $H_{gp} < 0$), în momentul pornirii pompei, în mH_2O;

H_{go} — diferența de nivel între nivelul apei în recipientul de hidrofor și nivelul apei din rezervorul tampon (în care caz $H_{go} > 0$) sau invers (în care caz $H_{go} < 0$), în momentul pornirii pompei, în mH_2O;

h_{rpp} — respectiv, h_{rpo} — suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul conductei de pompare, calculate la debitul Q_{pp} de pornire al pompei, respectiv la debitul Q_{po} de oprire al pompei, în mH_2O;

H_a — presiunea din rezervorul tampon închis (dacă este cazul) din care aspiră pompa (în cazul rezervorului tampon deschis: $H_a = H_{atm} = 0$ în scara manometrică), în mH_2O.

$H_{sp} = H_p \pm H_{gp} - H_a$; $H_{so} = H_o \pm H_{go} - H_a$ — presiunile statice la momentele pornirii, respectiv opririi pompei, în mH_2O;

M_p; M_c — modulele de rezistență ale conductei de pompare, în h^2/m^5.

Pompa instalației de hidrofor se alege pe baza determinării punctelor de funcționare în momentele pornirii, respectiv opririi pompei după metodologia următoare:

— se consideră preliminar că: h_{rpp} și $h_{rpo} = h_{rp}$, în care h_{rp} se determină cu relația (9.25);

— se calculează înălțimile de pompare H_{pp} și H_{po} cu relațiile (9.26) și (9.27);

— se alege preliminar o pompă (fig. 9.2 și 9.3) avînd curba caracteristică de sarcină $Q-H$ și din punctele de ordonare H_{pp}, respectiv H_{po} se duc paralele la axa absciselor, care intersectate cu curba caracteristică de sarcină a pompei dau punctele de funcționare la pornirea, respectiv oprirea pompei, avînd abscisele corespunzătoare Q_{pp}, respectiv Q_{po};

— se verifică dacă debitul de calcul al pompei Q_p este egal cu media aritmetică a debitelor Q_{pp} și Q_{po}, relația (9.21);

— dacă relația (9.21) nu este îndeplinită, se alege alt tip de pompă din figurile 9.2 și 9.3 și se repetă verificarea relației (9.21);

— dacă relația (9.21) este îndeplinită, se recalculează pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de pompare h_{rpp} la debitul Q_{pp} și h_{rpo} la debitul Q_{po} cunoscînd diametrul conductei de pompare determinat anterior;

— se recalculează înălțimile de pompare H_{pp} și H_{po} cu relațiile (9.26) și (9.27) și se determină punctele reale de funcționare ale instalației de hidrofor pentru momentul pornirii, respectiv opririi pompei, verificîndu-se ca acestea să se afle pe curba caracteristică de sarcină a pompei aleasă preliminar și să fie îndeplinită relația (9.21).

9.3.4. Alegerea compresorului de aer

Pentru instalațiile de hidrofor se folosesc compresoare de aer cu piston, funcționînd cu o singură treaptă de comprimare a aerului.

Debitul efectiv al compresorului de aer montat în instalația de hidrofor se determină cu relația

$$L_c = 0{,}9\,\frac{(H_i + 10)\,V}{(H_c + 10)\,t} \quad [m^3/h], \qquad (9.28)$$

în care: H_i este presiunea inițială din recipientul de hidrofor, în mH_2O;

H_c — presiunea de refulare a aerului comprimat de compresor, care se determină din condiția: $H_c \geq H_{po}$, în mH_2O;

V — volumul total al recipientului de hidrofor, în m^3;

t — intervalul de timp în care se realizează presiunea inițială H_i; $t = 2-3$ h.

În instalațiile de hidrofor se utilizează frecvent compresorul de aer tip ECR 350 (fabricat de uzina „Timpuri Noi" — București), avînd următoarele caracteristici tehnice: presiunea nominală 9 daN/cm²; presiunea maximă 12 daN/cm²; turația nominală 900 rot/min; debitul de aer la presiunea și turația nominală, redus la condițiile de aspirație 260 l/min. Motorul electric tip 90 L (F.M.E.-Pitești), avînd: puterea 2,2 kW; turația 3 000 rot/min tensiunea 220/380 V; frecvența 50 Hz. Capacitatea recipientului de aer: 140 l. Greutatea totală a electrocompresorului (inclusiv recipientul de aer): 225 kgf.

Agregatul electrocompresor ECR 350 este mobil, dar se poate fixa și pe postament din beton cu strat de plută pentru amortizarea vibrațiilor, în care caz se renunță la recipientul de aer de 140 l.

Exemplul de calcul 9.1. **Să se dimensioneze instalația de pompare cu recipiente de hidrofor pentru un ansamblu de clădiri de locuit cu parter și 9 etaje, însumînd 480 de apartamente (fig. 5.14), cunoscînd următoarele date: debitul de calcul $q_c = 11{,}02$ l/s (exemplul de calcul 5.1); sarcina hidrodinamică necesară $H_{nec} = 29{,}962$ mH_2O (tabel 5.17); presiunea de utilizare la robinetele cu plutitor $h_u = 4{,}22$ mH_2O (exemplul de calcul 5.2).**

Rezolvare. Dimensionarea rezervorului tampon deschis și a instalațiilor hidraulice aferente. Volumul util al rezervorului tampon deschis se calculează cu relația (9.3)

$$V_u = 150\,(10 + 11{,}02) = 3\,153 \text{ l}.$$

Din tabelul 9.2 se alege un rezervor paralelipipedic tip B, cu capacitatea utilă $V_u = 3\,800$ l, capacitatea nominală 4 000 l și dimensiunile: $l = 2\,000$ mm; $b = 1\,000$ mm și $h = 2\,000$ mm.

Diametrul d_1 al robinetelor cu plutitor se determină cu relația (9.6) în care se consideră $N = 4$ robinete cu plutitor și viteza medie v_1 la trecerea apei prin robinetul cu plutitor $v_1 = v = 1{,}30$ m/s (exemplul de calcul 5.2):

$$d_1 = \frac{D_1}{\sqrt{N}} = \frac{100}{\sqrt{4}} = 50 \text{ mm}$$

Diametrul D_3 și lungimea L ale distribuitorului se aleg constructiv: $D_3 = 150$ mm; $L = 1\,000$ mm (fig. 9.8).

Diametrul D_2 al orificiului preaplinului de formă circulară se calculează cu relația (9.8), în care se consideră $\zeta_r = 0$ în cazul defectării robinetului cu plutitor; rezultă $D_2 = 0{,}1675$ m și se alege $D_2 = 168$ mm.

Vasul preaplinului se alege de formă tronconică, cu diametrul superior 600 mm, diametrul inferior 300 mm și înălțimea 600 mm.

Diametrul D_4 al conductei verticale de scurgere a preaplinului se calculează cu relația (9.10) în care se consideră: $h_1 = 0{,}40$ m; $\zeta_r = 0$; $\zeta_c = \zeta_t = 3$ și rezultă $D_4 = 125$ mm.

Diametrul D_5 al conductei orizontale de scurgere a preaplinului se determină cu relația (9.11), în care se consideră $h_2 = 2{,}0$ m și $\zeta_r = 0$; $\zeta_c = \zeta_t = 3$ și se obține $D_5 = 85$ mm.

Din motive constructive se alege $D_5 = 125$ mm, ca și diametrul D_4 al conductei verticale.

Debitul de apă q_1 evacuat din rezervor prin orificiul de preaplin în cazul defectării unui robinet cu plutitor va fi: $q_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} v_1$, în care viteza apei v_1 se determină cu relația (9.7) considerînd $\zeta_r = 0$; se obține: $q_1 = 17{,}86$ l/s.

Cu nomograma din figura 3.6, cunoscînd $q_1 = 17{,}86$ l/s, rezultă pentru tub din fontă cu $D = 125$ mm; $i = 24$ mmH_2O/m. Pierderea de sarcină liniară în conductele D_4 și D_5 de lungime $l = l_4 + l_5 = 2 + 3 = 5$ m este: $h_r = i \cdot l = 24 \cdot 5 = 120$ $mmH_2O = 0{,}12$ mH_2O.

Se determină suma coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$ în conductele D_4 și D_5, folosind figura 2.8:

— intrare din rezervorul preaplinului în conducta de diametru $D_4 = 125$ mm	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
— 1 cot cu diametrul $D_4 = 125$ mm	$1 \times 1{,}0 = 1{,}0$
3 îmbinări cu mufe	$3 \times 0{,}25 = 0{,}75$
Total	2,25

Viteza reală v_2 cu care apa curge prin conducta de diametru D_5 se calculează cu relația (9.12), în care $H^* = 1{,}90$ m și se obține

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\,\frac{1{,}90 - 0{,}12}{1 + 2{,}25}} = 3{,}28 \text{ m/s}.$$

Se calculează viteza medie a apei, v_2' cu relația (9.13), în care $\zeta_r = 0$ și se obține $v_2' = 1{,}45$ m/s; condiția $v_2 > v_2'$ este îndeplinită.

Calculul volumului necesar și alegerea recipientelor de hidrofor. Volumul necesar al recipientelor de hidrofor se determină cu relația (9.20), în care se introduc următoarele date: $H_{nec} = 29\,962{,}2$ mH_2O; $H_p = 30$ mH_2O; $H_o - H_p = 10$ mH_2O, de unde $H_o = H_p + 10 = 30 + 10 = 40$ mH_2O; $H_i = H_p - 1{,}5 = 30 - 1{,}5 = 28{,}5$ mH_2O; $n = 12$ porniri/h; $Q_p = 11{,}02$ l/s $= 40{,}32$ m^3/h. Se obține

$$V = 1{,}1 \cdot \frac{40{,}32\,(30 + 10)\,(40 + 10)}{4 \cdot 12(40 - 30)\,(28{,}5 + 10)} = 4{,}795 \text{ m}^3.$$

Din tabelul 9.4 se aleg 2 recipiente de hidrofor avînd fiecare capacitatea nominală de 2 500 l = 2,5 m^3. Rezultă că volumul efectiv instalat al recipientelor de hidrofor este de $2 \times 2{,}5 = 5$ m^3.

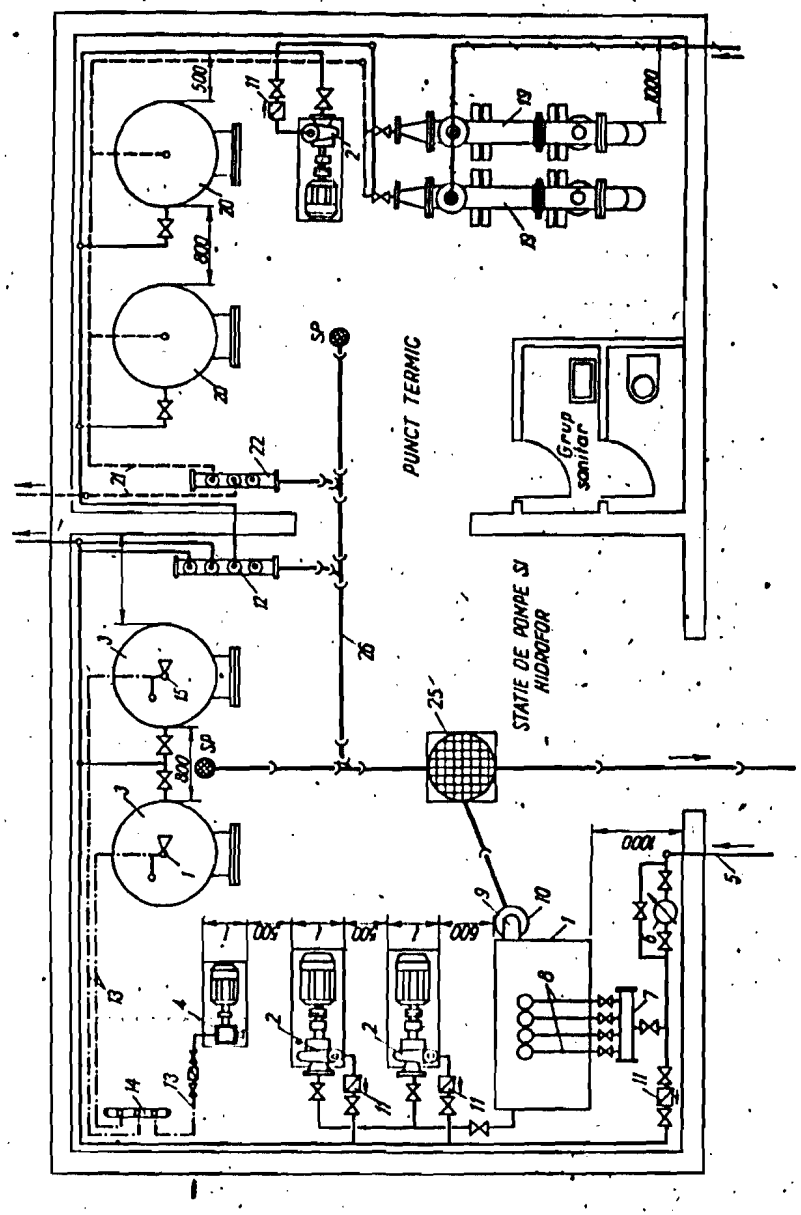


Fig. 9.13. Instalație de hidrofor și punct termic. Amplasarea în plan:
1 — rezervor-tampon deschis; 2 — electropompă; 3 — recipient de hidrofor; 4 — electrocompresor; 5 — conductă de aliniere cu apă rece; 6 — apometru; 7 — distribuitor pentru robinete cu plutitor; 8 — robinete cu plutitor; 9 — conductă prealpin; 10 — plinie prealpin; 11 — clapetă de reținere; 12 — distribuitor pentru apă rece; 13 — conductă de aer comprimat; 14 — distribuitor pentru aer comprimat; 15 — ventil de siguranță cu contragreutate; 16 — manometre; 17 — presostat; 18 — circuit electric; 19 — schimbător de căldură; 20 — rezervor de acumulare fără serpentină; 21 — conductă de alimentare cu apă caldă; 22 — distribuitor de apă caldă; 23 — ventilare trivală; 24 — termometru; 25 — recipient de preîncălzire; 26 — manșon de montare.

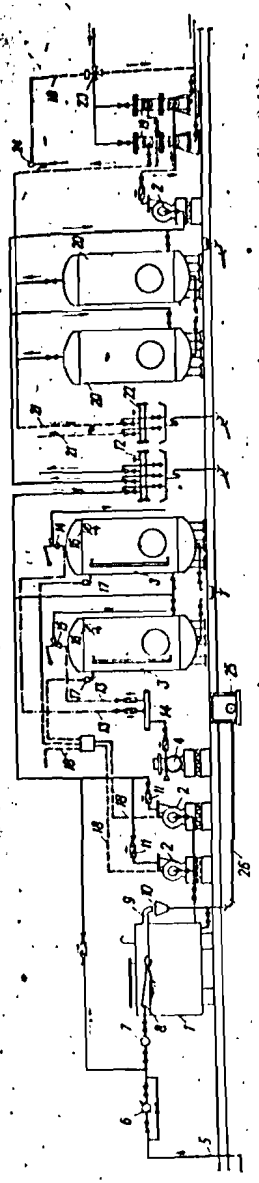


Fig. 9.14. Instalație de hidrofor și punct termic. Schema funcțională și de montaj (aceleași repere ca în fig. 9.13).

Se calculează numărul real de porniri ale pompei în funcție de volumul efectiv instalat

$$n = \frac{1{,}1\,Q_p}{4 \cdot V} \cdot \frac{(H_p + 10)(H_o + 10)}{(H_o - H_p)(H_t + 10)} =$$

$$= \frac{1{,}1 \cdot 40{,}32\,(30 + 10)(40 + 10)}{4 \cdot 50\,(40 - 30)(28{,}5 + 10)} = 11{,}51 \text{ porniri/h} \approx$$

$$\approx 12 \text{ porniri/h}.$$

Volumul util total al recipientelor de hidrofor se calculează cu relația (9.23): $V_u = \frac{40{,}32}{4 \cdot 12} = 0{,}84$ m³. Volumul util acumulat într-un singur recipient de hidrofor este: $V_{u_1} = \frac{0{,}84}{2} = 0{,}42$ m³. Înălțimea volumului util de apă din hidrofor (având diametrul $D = 1{,}2$ m), calculată cu relația (9.24) este $h_u = 0{,}45$ m.

Calculul hidraulic al conductelor instalației de pompare cu recipiente de hidrofor. Amplasarea în plan a instalației de pompare cu recipiente de hidrofor este redată în figura 9.13 iar schema de montaj în figura 9.14.

Calculul de dimensionare a conductei de pompare cuprinse între rezervorul tampon deschis și distribuitorul de apă al instalației de hidrofor se efectuează utilizînd nomograma din figura 2.5, pentru debitul de calcul $Q_p = 11{,}02$ l/s și rezultă: $d = 125$ mm; $v = 0{,}85$ m/s; $i = 6{,}5$ \ mmH$_2$O/m.

Lungimea totală a conductei de pompare este de 20 m.

Se determină suma coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\zeta$, pe conducta de pompare:

4 vane cu sertar d_n 125 mm	$4 \times 0{,}3 = 1{,}2$
1 robinet de reținere cu clapetă d_n 125 mm	$1 \times 8{,}0 = 8{,}0$
6 coturi d_n 125 mm	$6 \times 1{,}0 = 6{,}0$
1 ieșire din rezervor	$1 \times 0{,}5 = 0{,}5$
1 intrare în distribuitor	$1 \times 1{,}0 = 1{,}0$
Total	16,7

Cu nomograma din figura 2.8 se determină h_{rl} pentru $\Sigma\zeta = 16{,}7$ și $v = 0{,}85$ m/s: $h_{rl} = 773$mmH$_2$O/m.

Se determină pierderea totală de sarcină h_r, pe conducta de pompare: $h_r = i \cdot l + h_{rl} = 6{,}5 \cdot 20{,}0 + 773{,}0 = 903$ mmH$_2$O $= 0{,}903$ mH$_2$O.

Alegerea pompei pentru instalația de hidrofor. Debitul de calcul al pompei este $Q_p = 40{,}32$ m³/h.

Pentru alegerea pompei se determină înălțimile de pompare la pornirea pompei H_{pp} și la oprirea pompei H_{po}, aplicînd relațiile (9.26) și (9.27). Preliminar, se consideră $h_{rp} \approx h_{ro} = h_r = 0{,}903$ mH$_2$O.

$$H_{pp} = H_p \pm H_{gp} + h_{rp} - H_a = 30 - 1{,}50 + 0{,}903 - 0 = 29{,}403 \text{ mH}_2\text{O};$$

$$H_{po} = H_o \pm H_{go} + h_{ro} - H_a = 40 - 1{,}05 + 0{,}903 - 0 = 39{,}853 \text{ mH}_2\text{O}.$$

Pentru determinarea înălțimilor geodezice H_{gp} și H_{go} s-a întocmit schița de calcul din figura 9.15.

Din figura 9.3 se alege preliminar pompa Lotru 65 cu rotor φ 196, având curbele caracteristice redate în figura 9.4. Ducînd paralele la axa absciselor din punctele de ordonate

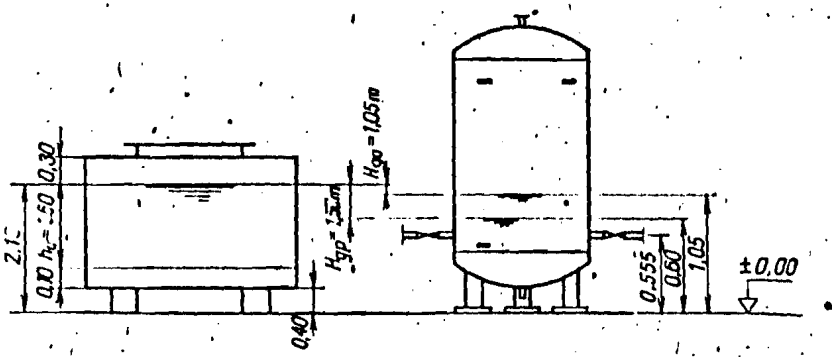


Fig. 9.15. Schema de calcul pentru determinarea înălțimilor geodezice de pompare H_{gp} și H_{go}.

$H_{pp} = 29{,}403$ mH$_2$O și $H_{po} = 39{,}853$ mH$_2$O, se obțin punctele de funcționare A și B (fig 9.16), având respectiv abscisele $Q_{pp} = 50$ m³/h și $Q_{po} = 40$ m³/h.

Debitul mediu ala pompei va fi

$$Q_p = \frac{1}{2}(Q_{pp} + Q_{po}) = \frac{50 + 41}{2} = 45{,}5 \text{ m}^3/\text{h}$$

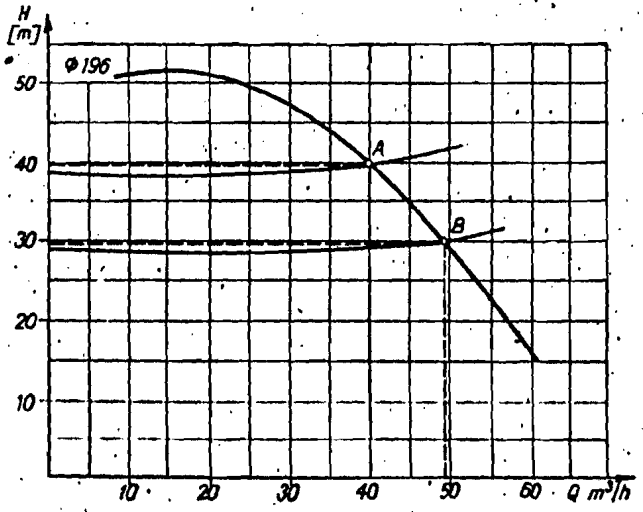


Fig. 9.16. Determinarea punctului de funcționare a instalației de hidrofor.

Pompa este bine aleasă preliminar, întrucît debitul de calcul al pompei este 40,32 m³/h. Se recalculează pierderile de sarcină h_{rp} și h_{ro} pe conducta de pompare de diametru 125 mm

pentru $Q_{pp} = 50$ m³/h și respectiv $Q_{po} = 40$ m³/h. Cu nomograma din figura 2.5: pentru $Q_{pp} = 50$ m³/h și $d = 125$ mm rezultă $v = 1{,}04$ m/s și $i = 9{,}5$ mmH$_2$O/m; pentru $Q_{po} = 40$ m³/h și $d = 125$ mm rezultă $v = 0{,}88$ m/s și $i = 7{,}0$ mmH$_2$O/m.

Ca urmare: $h_{rp} = 9{,}5 \cdot 20 + 913 = 1\,103$ mmH$_2$O; $h_{ro} = 7{,}0 \cdot 20 + 667 = 807$ mmH$_2$O.

Se recalculează înălțimile de pompare: $H_{pp} = 30 - 1{,}50 + 1{,}103 - 0 = 29{,}603$ mH$_2$O; $H_{po} = 40 - 1{,}05 + 0{,}807 - 0 = 39{,}757$ mH$_2$O.

Din figura 9.16 se determină Q_{pp} și Q_{po} în funcție de înălțimile de pompare H_{pp} și H_{po} recalculate și rezultă un debit mediu: $Q_p = \frac{49 + 40}{2} = 44{,}5$ m³/h, deci pompa este bine aleasă.

În figura 9.16 ordonatele la origine ale curbelor caracteristice ale conductei de pompare au valorile: $H_{cp} = H_p - H_{gp} = 30 - 1{,}50 = 28{,}5$ mH$_2$O; $H_{co} = H_o - H_{go} = 40 - 1{,}05 = 38{,}95$ mH$_2$O.

Alegerea compresorului de aer. Se alege compresorul de aer tip ECR 350 având caracteristicile date la pct. 9.3.4.

Debitul efectiv al compresorului se calculează cu relația (9.28): $L_e = 0{,}9 \frac{28{,}5 + 10}{40 + 10} \cdot \frac{5}{2} = 1{,}73$ m³/h = 28,8 l/min, în care s-a considerat $H_c = H_{po} = 39{,}757 \approx 40$ mH$_2$O, iar timpul în care se realizează presiunea inițială $H_i = 28{,}5$ mH$_2$O de $t = 2$ h.

10

Proiectarea instalaţiilor centrale pentru prepararea apei calde de consum

10.1. Elemente de bază pentru adoptarea tipurilor de instalaţii centrale pentru prepararea apei calde de consum

La adoptarea tipurilor de instalaţii centrale pentru prepararea apei calde de consum se ţine seama de următoarele elemente:

— necesarul specific de apă caldă de consum şi durata efectivă a perioadei de consum (în h), în funcţie de destinaţiile clădirilor;

— mărimea şi variaţia în timp a debitului de apă caldă de consum;

— temperaturile minimă necesară şi, respectiv, maximă admisă a apei calde de consum;

— sursa de căldură pentru producerea agentului termic primar, care poate fi: apă caldă din sistemul de încălzire centrală; apă fierbinte din reţeaua de termoficare; apă încălzită într-un circuit solar; apă geotermală; apă încălzită cu pompa de căldură; agenţi termici (apă caldă, abur sau condens) proveniţi din procese tehnologice industriale; apă încălzită cu recuperatoare de căldură (tuburi termice, recuperatoare de căldură din gazele de ardere etc.);

— variaţia în timp a debitului de căldură furnizat de sursă (agentul termic primar);

— tipurile aparatelor folosite pentru prepararea apei calde de consum; acestea se deosebesc din punct de vedere constructiv şi dimensional şi pot fi: cu acumulare (cu stocarea energiei termice în apa caldă de consum), cum sînt boilerele (orizontale sau verticale), sau fără acumulare, cum sînt schimbătoarele de căldură recuperative, cu circulaţia agenţilor termici în contracurent (în cazul utilizării apei calde sau apei fierbinţi ca agenţi termici primari), numite pe scurt aparate în contracurent.

Temperatura minimă necesară de utilizare a apei calde de consum este de 35...45°C. Este evident că dacă aparatele din instalaţie produc permanent apă caldă de consum cu temperatura mai mare sau cel puţin egală cu temperatura minimă de utilizare, nu este necesară acumularea apei calde. Dacă însă debitul de căldură furnizat de sursă (agentul termic primar) este mai mic decît debitul maxim orar de căldură necesar pentru prepararea apei calde de

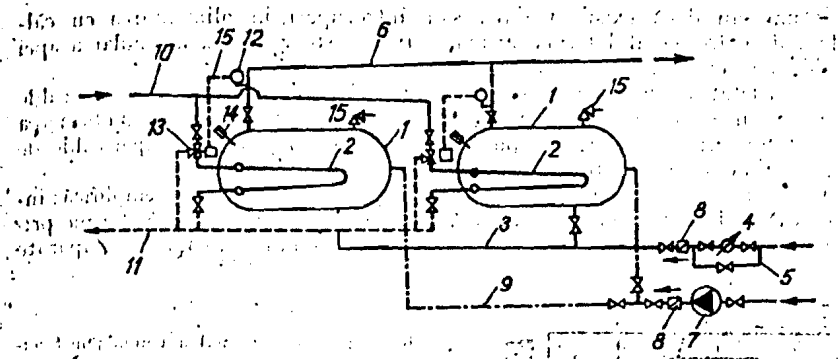


Fig. 10.1.

1 — boiler; 2 — serpentina boilerului; 3 — conductă de alimentare cu apă rece; 4 — apometru; 5 — conductă de oroliire; 6 — conductă de distribuţie a apei calde de consum; 7 — pompă pentru circulaţia apei calde de consum; 8 — clapetă de reţinere; 9 — conductă de circulaţie a apei calde de consum; 10 — conductă de durere a apei calde pentru încălzire; 11 — conductă de întoarcere a apei calde pentru încălzire; 12 — termostat; 13 — ventil cu trei căi acţionat cu motor electric; 14 — termometru; 15 — ventil de siguranţă; 16 — circuit electric

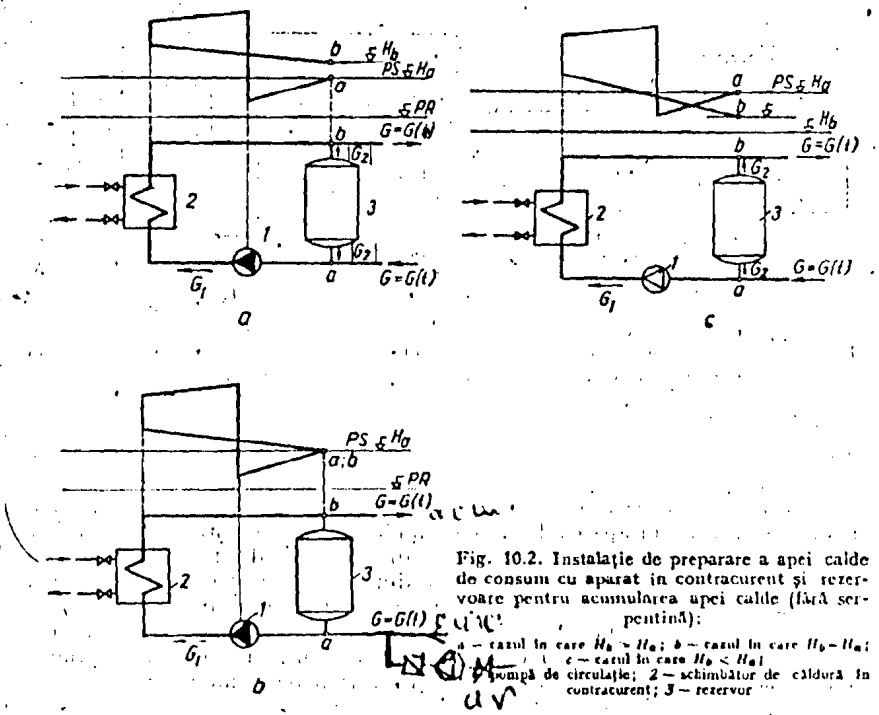


Fig. 10.2. Instalaţie de preparare a apei calde de consum cu aparat în contracurent şi rezervoare pentru acumularea apei calde (fără serpentină):

a — cazul în care $H_b > H_a$; b — cazul în care $H_b = H_a$; c — cazul în care $H_b < H_a$; 1 — pompă de circulaţie; 2 — schimbător de căldură în contracurent; 3 — rezervor

consum sau dacă există variații sau întreruperi în alimentarea cu căldură de către agentul termic primar, atunci este necesară acumularea apei calde de consum.

Varietatea schemelor de instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum este determinată, în principal, de sursa de căldură pentru obținerea agentului termic primar. Din punctul de vedere al producerii apei calde de consum, aceste instalații pot fi:

— instalații folosind aparate cu acumulare, din care se exemplifică: instalația cu boilere montate în paralel (fig. 10.1), folosind ca agent termic primar apă caldă din sistemul de încălzire sau apă fierbinte; instalația cu aparate

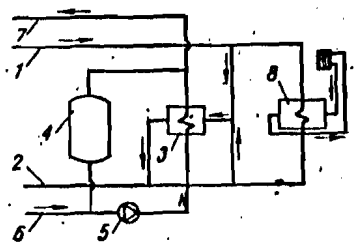


Fig. 10.3. Schema de principiu a unui punct termic cu injecție și acumulare:

1 și 2 — conductele de ducere, respectiv de întoarcere ale apei fierbinți în rețeaua de termoficare; *3* — schimbător de căldură pentru prepararea apei calde de consum; *4* — rezervor de acumulare; *5* — pompă de circulație; *6* — conductă de alimentare cu apă rece; *7* — conductă de distribuție a apei calde de consum; *8* — schimbător de căldură pentru instalația de încălzire centrală

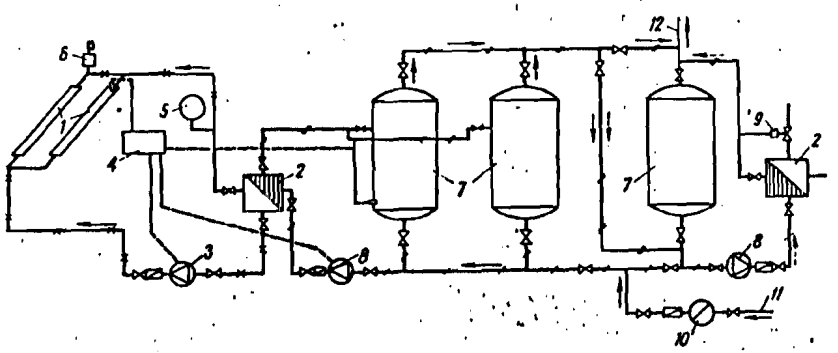


Fig. 10.4. Instalație solară cu schimbător de căldură și rezervor de acumulare, cuplată în serie cu sursa auxiliară de tip aparat în contracurent și acumulator:

1 — panou solar; *2* — schimbător de căldură cu circulația agenților termici în contracurent; *3* — pompă pentru circuitul solar; *4* — termostat solar; *5* — vas de expansiune; *6* — vas de aerisire; *7* — rezervoare pentru stocarea energiei termice în apă caldă de consum; *8* — pompă de circulație; *9* — regulator direct de temperatură; *10* — apometru; *11* — conductă de alimentare cu apă rece; *12* — conductă pentru distribuția apei calde de consum

în contracurent și rezervoare (fără serpentină) pentru acumularea apei calde (stocarea energiei în apa caldă de consum, fig. 10.2), agentul termic primar fiind apa caldă din sistemul de încălzire sau variantele din figura 10.3, în care agentul termic primar este apa fierbinte din rețeaua de termoficare (schema fiind numită cu injecție și acumulare) și din figura 10.4 în care agentul termic primar este apa încălzită într-un circuit solar, motiv pentru care se cuplează cu o instalație auxiliară tot cu aparat în contracurent, cu agent termic primar apă caldă de încălzire sau apă fierbinte și rezervor de acumulare;

— instalații folosind aparate fără acumulare, din care se exemplifică: aparate în contracurent, montate într-o singură treaptă, racordate la centrale sau puncte termice, agentul termic primar fiind apa caldă pentru încălzire sau apa fierbinte; instalația pentru prepararea apei calde de consum în două trepte montate în serie și racordate la rețeaua de termoficare (fig. 10.5).

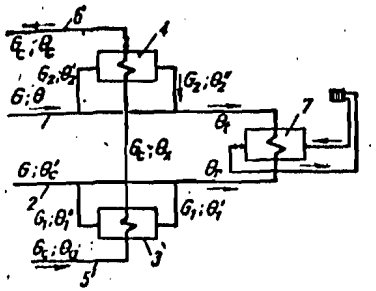


Fig. 10.5. Schema de principiu a unui punct termic în două trepte serie cu încălzirea:

1 și 2 — conductele de ducere, respectiv de întoarcere ale apei fierbinți din rețeaua de termoficare; *3 și 4* — schimbătoare de căldură cu circulația agenților termici în contracurent (*3* — treapta întîi; *4* — treapta a doua); *5* — conductă de alimentare cu apă rece; *6* — conductă de distribuție a apei calde de consum; *7* — schimbător de căldură pentru instalația de încălzire centrală

Întrucît problemele privind proiectarea instalațiilor pentru producerea agentului termic primar (inclusiv în circuite solare, geotermale, cu pompe de căldură etc.) sînt tratate pe larg în diferite lucrări de specialitate în continuare se prezintă numai metodologiile de calcul specifice instalațiilor centrale pentru prepararea apei calde de consum folosind aparate cu sau fără acumulare.

10.2. Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum folosind aparate cu acumulare

10.2.1. Debitul de calcul pentru apa caldă de consum

Necesarul specific de apă caldă de consum, în funcție de destinațiile clădirilor (de locuit, social-culturale, administrative și industriale), este dat în tabelul 2.1 (după STAS 1478-84).

Durata efectivă a perioadei de consum, în h, pentru principalele categorii de clădiri de stabilește astfel: clădiri de locuit: 17 h/zi cu întreruperea alimentării cu apă caldă între orele 0 ÷ 5 și 11 ÷ 13 (Decretul nr. 281/1977); clădiri pentru birouri: 8 h/zi (în perioada de dimineață); cluburi, case de cultură și teatre: pentru dușuri, 30 min (după terminarea programului de spectacole sau repetiții); cantine, restaurante, bufete: pentru dușurile de la vestiare, 45 min; consumul de apă caldă pentru dușuri nu se suprapune cu cel pentru servirea mesei, fiind decalat cu circa 1 h; cămine de elevi, studenți, internate școlare, cămine de nefamiliști: vîrfurile de consum durează circa 1 h dimineața și circa 2 h seara; vestiare pentru fabrici, ateliere și unități de prestație: durata maximă de utilizare a dușurilor este de 45 min.

Tabelul 10.1

Coeficienți de variație orară a consumului de apă caldă din ziua cu cel mai mare consum, în procente din consumul zilnic, pentru ansambluri de clădiri având între 100 și 3 000 apartamente

Nr. de apartamente	100		200		250		500		625		750		1 000		1 250		1 500		1 875		2 000		2 300		2 500		3 000		3 750		6 250		7 500	
Nr. de persoane	250		500		625		1 250		1 500		1 875		2 500		3 000		3 750		4 700		5 000		5 750		6 250		7 500		9 375		15 625		18 750	
Ora	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat	% oră	% cumulat
0—1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2—3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4—5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5—6	4,8	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	—	—	5,4	5,4	4,4	4,4	5,6	5,6	5,8	5,8	5,8	5,8	6,1	6,1	6,3	6,3	6,1	6,1	6,1	6,1
6—7	7,2	12,0	7,0	12,0	6,9	11,9	6,5	11,5	7,0	12,0	6,8	11,9	6,8	12,0	6,8	11,8	6,7	12,1	6,8	11,2	6,7	12,3	6,5	12,3	6,5	12,4	6,6	12,7	6,6	12,9	6,5	12,6	6,5	12,6
7—8	5,0	17,0	5,4	17,4	5,5	17,4	5,5	17,0	5,4	17,4	5,8	17,7	5,9	17,9	5,9	17,7	5,9	18,0	5,9	17,1	5,9	18,2	6,3	18,6	6,3	18,7	6,3	19,0	6,3	19,2	6,3	18,9	6,3	18,9
8—9	4,2	21,2	4,3	21,7	4,4	21,8	4,4	21,4	4,3	21,7	4,9	22,6	5,4	23,3	5,4	23,1	5,6	23,6	5,4	22,5	5,8	24,0	5,8	24,4	5,8	24,5	6,0	25,0	6,0	25,2	6,0	24,9	6,0	24,9
9—10	2,8	24,0	3,0	24,7	3,1	24,9	3,1	24,5	3,0	24,7	3,6	26,2	4,0	27,3	4,0	27,1	4,3	27,9	4,1	26,6	4,5	28,5	4,6	29,0	4,6	29,1	4,6	29,6	4,6	29,8	4,6	29,5	4,6	29,5
10—11	3,2	27,2	3,4	28,1	3,5	28,4	3,4	27,9	3,4	28,1	3,9	30,1	4,1	31,4	4,1	31,2	4,4	32,3	4,2	30,8	4,6	33,1	4,7	33,7	4,7	33,8	4,7	34,3	4,7	34,5	4,7	34,2	4,7	34,2
11—12	—	27,2	—	28,1	—	28,4	—	27,9	—	28,1	—	30,1	—	31,4	—	31,2	—	32,3	—	30,8	—	33,1	—	33,7	—	33,8	—	34,3	—	34,5	—	34,2	—	34,2
12—13	—	27,2	—	28,1	—	28,4	—	27,9	—	28,1	—	30,1	—	31,4	—	31,2	—	32,3	—	30,8	—	33,1	—	33,7	—	33,8	—	34,3	—	34,5	—	34,2	—	34,2
13—14	3,6	30,8	4,0	32,1	4,2	32,6	4,2	32,1	4,0	32,1	4,4	34,5	4,6	36,0	4,6	35,8	4,7	37,0	4,7	35,5	4,8	37,9	4,9	38,6	4,9	38,7	4,9	39,2	4,9	39,4	4,9	39,1	4,9	39,1
14—15	2,8	33,6	3,4	35,5	3,9	36,5	3,9	36,0	3,4	35,5	4,2	38,7	4,4	40,4	4,4	40,2	4,5	41,5	4,5	40,0	4,7	42,6	4,8	43,4	4,8	43,5	4,8	44,0	4,8	44,2	4,8	43,9	4,8	43,9
15—16	4,0	37,6	4,5	40,0	4,5	41,0	4,7	40,7	4,5	40,0	4,7	43,4	4,8	45,2	4,8	45,0	4,9	46,4	4,8	44,8	5,0	47,6	5,0	48,4	5,0	48,5	5,1	49,1	5,1	49,3	5,1	49,0	5,1	49,0
16—17	4,5	42,1	5,0	45,0	5,0	46,0	5,1	45,8	5,0	45,0	5,1	48,5	5,2	50,4	5,2	50,2	5,2	51,5	5,2	50,0	5,3	52,9	5,3	53,7	5,3	53,3	5,3	54,4	5,3	54,6	5,3	54,3	5,3	54,3
17—18	5,5	47,6	6,2	51,2	6,2	52,2	6,1	51,9	6,2	51,2	6,1	54,6	6,0	56,4	6,0	56,2	5,9	57,5	6,0	56,0	5,9	58,8	5,9	59,6	5,9	59,7	5,8	60,2	5,8	60,4	5,8	60,1	5,8	60,1
18—19	6,9	54,6	7,1	58,3	7,1	59,3	7,0	58,9	7,1	58,3	6,8	61,4	6,6	63,0	6,6	62,8	6,5	64,0	6,6	62,6	6,3	65,1	6,2	65,8	6,2	65,9	6,2	66,4	6,2	66,6	6,2	66,3	6,2	66,3
19—20	8,7	63,2	8,7	67,0	8,3	68,0	8,4	67,3	8,7	67,0	8,3	69,7	7,8	70,8	7,8	70,6	7,5	71,5	7,8	70,4	7,2	72,3	7,1	72,9	7,1	73,0	7,0	73,4	7,0	73,6	7,0	73,3	7,0	73,3
20—21	11,5	74,7	10,2	77,2	9,9	77,9	9,8	77,1	10,2	77,2	9,2	78,9	8,6	79,4	8,6	79,2	8,3	79,8	8,6	79,0	7,9	80,2	7,7	80,6	7,7	80,7	7,5	80,9	7,5	81,1	7,5	80,8	7,5	80,8
21—22	16,0	90,7	12,5	89,7	10,5	88,4	10,7	87,8	12,5	89,7	9,7	88,6	9,0	88,4	9,0	88,2	8,6	88,4	9,0	88,0	8,1	88,3	7,9	88,5	7,9	88,6	7,7	88,6	7,7	88,8	7,7	88,5	7,7	88,5
22—23	6,8	97,5	7,2	96,9	7,4	95,8	7,5	95,3	7,2	96,9	7,1	95,7	6,8	95,2	6,8	95,0	6,7	95,1	6,8	94,8	6,5	94,8	6,4	95,0	6,4	95,0	6,3	94,9	6,3	95,1	6,3	94,8	6,3	94,8
23—24	2,5	100,0	3,1	100,0	4,2	100,0	4,7	100,0	3,1	100,0	4,3	100,0	4,8	100,0	4,8	100,0	4,9	100,0	5,2	100,0	5,2	100,0	5,1	100,0	5,0	100,0	5,1	100,0	4,9	100,0	5,2	100,0	5,2	100,0

Pentru dimensionarea instalației de preparare a apei calde de consum este necesar, să se cunoască variația debitului de apă caldă pe durata perioadei de consum (cronograma de consum). Pentru trasarea cronogramei de consum se pot folosi valorile coeficienților p de variație orară a consumului de apă caldă din ziua cu cel mai mare consum, în procente din consumul zilnic, pentru ansambluri de clădiri de locuit având 100 până la 3 000 apartamente, însumînd corespunzător, 250 până la 7 500 echivalenți ai punctelor de consum (obiecte sanitare) date în tabelul 10.1.

În cazul în care nu se cunoaște exact gradul de dotare al fiecărui apartament, se recomandă să se considere 2,5 echivalenți de apă caldă pentru fiecare apartament.

Cunoscînd suma totală de echivalenți pentru ansamblul de clădiri considerat, se stabilește debitul de calcul q_c, în l/s, cu relațiile din tabelul 2.3. Debitul de calcul astfel determinat va reprezenta procentul cel mai mare din debitul zilei cu cel mai mare consum; din tabelul 10.1, pentru suma de echivalenți cea mai apropiată de suma echivalenților rezultată din calcul, se vor considera valorile procentelor p cu care, multiplicînd debitul zilnic se determină variația debitului de apă caldă pentru toate orele din timpul zilei de consum maxim.

10.2.2. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Debitul orar de căldură $\dot{Q}_c$, în W sau kcal/h, necesar pentru prepararea apei calde de consum, se calculează cu relația

$$\dot{Q}_c = G_c c(\theta_c - \theta_a), \qquad (10.1)$$

în care: $G_c = q_c$ este debitul de apă caldă de consum, în kg/h (sau kgf/h);

c — căldura specifică a apei calde de consum, în J/kg K (sau kcal/kgf°C);

θ_c — temperatura apei calde de consum la ieșirea din schimbătorul de căldură (boiler sau aparat în contracurent), în K (sau °C);

θ_a — temperatura apei reci, la intrarea în schimbătorul de căldură, în K (sau °C).

Temperatura de calcul a apei reci, θ_a, se consideră +10°C în cazul în care instalația de preparare se dimensionează corespunzător temperaturilor nominale ale apei calde sau apei fierbinți din sistemul de încălzire centrală (95 ... ... 75°C sau 150 ... 70°C) și de +12°C în cazul în care se consideră temperaturile apei fierbinți din rețeaua de termoficare de 70 ... 44°C corespunzător punctului de frîngere a graficului de reglaj calitativ.

Temperatura de calcul a apei calde de consum, θ_c, depinde de temperaturile agentului termic primar: $\theta_c = 60$°C dacă agentul termic primar este apă caldă din sistemul de încălzire centrală sau apă fierbinte din rețeaua de termoficare; $\theta_c = 45$ ... 50°C dacă agentul termic primar este apă încălzită într-un circuit solar etc.; oricare ar fi însă agentul termic primar, $\theta_c \geq$ ≥ 35 ... 45°C, care este temperatura minimă de utilizare a apei calde de consum în scopuri menajere.

Corespunzător variației debitului G_c de apă caldă din ziua cu cel mai mare consum, se calculează și variația debitului de căldură Q_c pentru încălzirea debitului de apă G_c, folosind procentele p din tabelul 10.1.

10.2.3. Calculul cantității de căldură transmise apei în regim de acumulare a energiei termice

Pentru calculul cantității de căldură Q_a, în J sau kcal, transmise apei în regim de acumulare a energiei termice se aplică metoda diferenței valorilor cumulate ale cantităților de căldură Q_s furnizate de sursă (agentul termic primar) respectiv Q_c consumată, pe durata zilei de consum maxim

$$Q_a = Q_s - Q_c \quad [J] \text{sau} \quad [kcal] \qquad (10.2)$$

și, evident, pentru dimensionarea acumulatoarelor (boilere sau rezervoare fără serpentină) se consideră valoarea cea mai mare a diferenței respective $Q_{a\,max}$.

Calculul se poate efectua analitic, ordonîndu-l sub formă de tabel (vezi exemplul de calcul 10.1) sau grafic (fig. 10.21), considerînd în abscisă timpul (în h), iar în ordonată cantitatea de căldură (în kJ sau Gcal).

Debitul orar de căldură furnizat de sursă se determină (sau se alege) astfel încît cantitatea de căldură cumulată furnizată de sursă, Q_s, să fie egală cu cantitatea de căldură cumulată, Q_c, necesară încălzirii apei consumate din instalație pe durata de timp luată în calcul.

La determinarea cantității de căldură cumulate furnizată de sursă, Q_s, se ține seama dacă sursa are funcționare continuă sau intermitentă (după un anumit program). În cazul funcționării continue a sursei, cantitatea de căldură Q_s se reprezintă grafic printr-o dreaptă înclinată, al cărei coeficient unghiular este numeric egal cu debitul de agent termic primar, iar în cazul funcționării intermitente, printr-o linie frîntă (fig. 10.21) avînd segmente orizontale pe duratele perioadelor de întreruperi (deoarece în aceste perioade, debitul de căldură furnizat de sursă va fi nul).

În cazul instalațiilor solare pentru încălzirea apei de consum, se va ține seama de variația în timp a debitului de căldură $Q_s(t)$ (și a cantității de căldură cumulate Q_s) în funcție de variațiile în timp ale parametrilor climatici exteriori (intensitatea radiației solare, temperatura aerului exterior, viteza vîntului etc.).

10.2.4. Dimensionarea instalației pentru prepararea apei calde de consum cu boilere montate în paralel

Calculul volumului necesar și alegerea boilerelor. Volumul necesar al boilerelor V se calculează cu relația

$$V = \frac{Q_{a\,max}}{c\rho\,(\theta_{c\,max} - \theta_{c\,min})} \quad [m^3], \qquad (10.3)$$

în care: Q_a este cantitatea maximă de căldură transmisă apei stocate în boiler, în J sau kcal, pe durata unei zile de consum maxim;

c — căldura specifică a apei, în J/kgK sau kcal/kgf°C;

ρ — densitatea apei din boiler, în kg/m³; cînd se folosesc unitățile vechi de măsură, ρ se înlocuiește cu γ (în kgf/m³);

$\theta_{c\,max}$ — temperatura maximă admisă a apei calde în boiler ($\theta_{c\,max}$ = = 60 ... 65°C);

$\theta_{c\,min}$ — temperatura minimă a apei din boiler ($\theta_{c\,min}$ = 35 ... 40°C).

Volumul necesar al boilerelor se poate determina și pe cale grafică, folosind monograma din figura 10.6, trasată pe baza ecuației de bilanț termic global al boilerului, considerînd că:

— agentul termic primar este apa caldă pentru încălzire, avînd temperaturile 95/75°C și poate încălzi în timp de 2 h întreg volumul de apă din boiler, de la temperatura de +10°C la +60°C;

— coeficientul global de transmitere a căldurii k, de la agentul termic primar la apa de consum, prin serpentina boilerului, are o variație neglijabilă în funcție de variația temperaturii și a debitului de apă;

— se neglijează efectul stratificării termice a apei din boiler.

Cu aceste ipoteze simplificatoare, diagrama din figura 10.6 se folosește astfel: se intră pe ordonată cu suma echivalenților E pentru ansamblul de clădiri considerat și se duce o paralelă la curba $Q_a = f(Q_s)$, pînă la intersecția cu curba $Q_{max\,boiler}$ (punctul A); pe axa absciselor se citește volumul necesar al boilerului notat pe abscisă V_{boiler}, iar pe axa ordonatelor debitul de căldură furnizat de sursă (instalat), respectiv cedat prin serpentina boilerului apei calde de consum.

Boilerele sînt de tip orizontal (cu gît sau fără gît, tabel 10.2) sau de tip vertical (tabel 10.3). și se aleg cunoscînd volumul necesar rezultat din calcul.

Variația temperaturii apei calde din boiler. În general, se consideră că temperatura minimă admisă a apei calde din boiler este egală cu temperatura minimă admisă pentru consum și anume $\theta_{c\,min}$ = 35 ... 45°C.

În baza ipotezelor simplificatoare menționate, temperatura apei calde din boiler θ_c se calculează cu relația

$$\theta_c = \theta_{c\,min} + \frac{Q_a}{c\rho V} \quad [°C], \qquad (10.4)$$

în care: Q_a se determină pentru fiecare oră a perioadei de consum cu relația (10.2);

$$\theta_{c\,min} = +40°C;$$

În fig. 10.21 este reprezentată grafic variația temperaturii θ_c pentru datele din exemplul de calcul 10.1, curba *3*.

10.2.5. Dimensionarea instalației pentru prepararea apei calde de consum cu aparate în contracurent și rezervoare (fără serpentine) pentru stocarea energiei termice în apa caldă de consum

Calculul volumului (capacității) rezervoarelor (acumulatoarelor) de apă caldă. Întrucît în instalație rezervoarele de apă caldă sînt legate în paralel cu aparatele în contracurent, determinarea cantității de căldură Q_a care trebuie

acumulată, funcție de cantitatea de căldură cumulată, furnizată de sursă, Q_s, se obține prin calcul tehnico-economic, punînd condiția de minim a costurilor totale anuale de investiție și de exploatare a întregii instalații. S-a constatat [5] că această condiție corespunde unor debite de căldură instalate de 80—85% din debitul de căldură maxim orar. Ținînd seama de acest rezultat, calculul cantității de căldură Q_a transmise apei din rezervorul

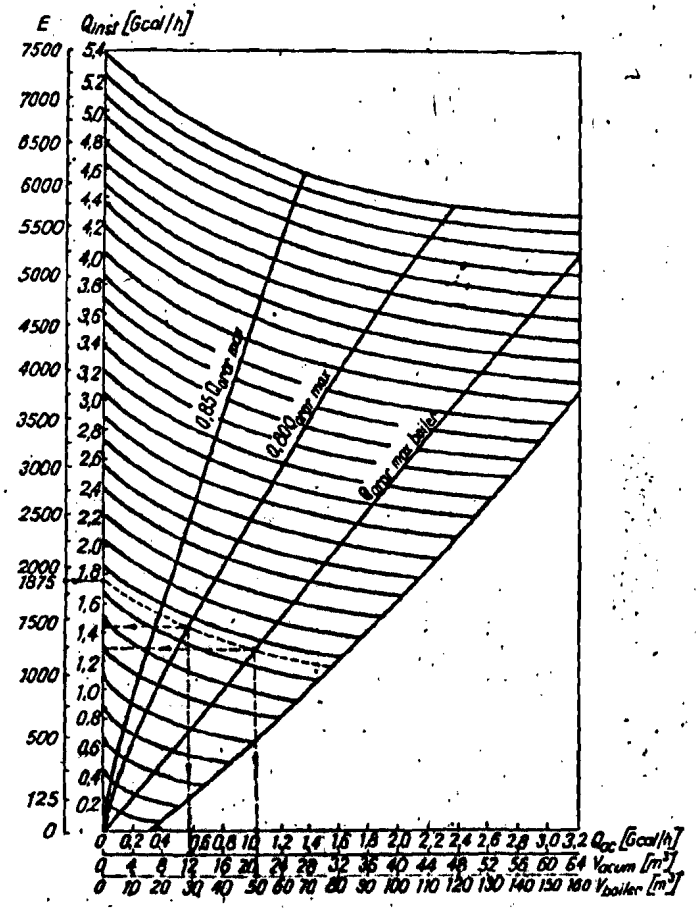


Fig. 10.6. Nomogramă pentru calculul capacității boilerelor și rezervoarelor de acumulare.

de acumulare se poate efectua analitic ca la pct. 10.2.3 sau grafic. Pentru calculul grafic se poate folosi nomograma din figura 10.6 (în condițiile ipotezelor de calcul pentru care a fost trasată), în care se intră pe ordonată cu suma de echivalenți E căreia îi corespunde un anumit debit maxim orar

de căldură necesar (instalat) și se duce o paralelă la curba cea mai apropiată a cantității de căldură de acumulat $Q_a = f(Q_s)$, funcție de debitul de căldură furnizat de sursă, Q_s pînă la intersecția cu curba 0,8 $Q_{orar\ max}$. Abscisa punctului B de intersecție (v. fig. 10.6) etse Q_a, iar ordonata Q_s reprezintă sarcina termică a aparatului în contracurent.

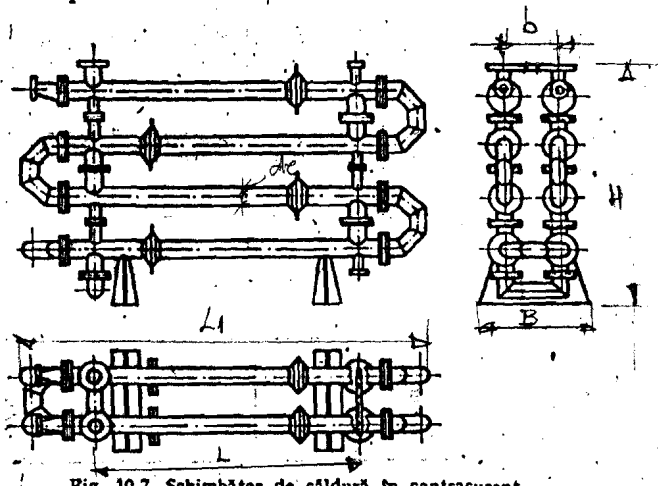


Fig. 10.7. Schimbător de căldură în contracurent.

Volumul necesar al acumulatoarelor V_{ac} în, m³, se poate calcula cu relația (10.3), în care se va considera $\theta_{c\,min} = +10°C$, iar Q_a este cantitatea de căldură transmisă apei acumulate în rezervor, sau grafic, cu ajutorul nomogramei din figura 10.6 (abscisa punctului B pe axa V_{ac}).

Rezervoarele (acumulatoarele) verticale (fără serpentină) se aleg din tabelul 9.4, cunoscînd volumul necesar V_{ac}, în m³, rezultat din calcul. Se recomandă alegerea a cel puțin două acumulatoare de aceeași capacitate (al căror volum total să fie cel puțin egal cu volumul necesar), pentru a asigura continuitatea funcționării instalației în timpul exploatării, în cazul în care unul din rezervoare se află în revizie tehnică.

Calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent. Aparatele în contracurent tip ICMA, cu țevi din alamă (fig. 10.7) sînt alcătuite din tronsoane tip avînd 7; 19; 31; 55 sau 85 de țevi din alamă pe tronson. Apa caldă de consum circulă prin interiorul țevilor, iar agentul termic primar (apa caldă de încălzire sau apa fierbinte) printre țevi.

Caracteristicile principale ale aparatelor în contracurent tip ICMA, în S, cu țevi din alamă, sînt date în tabelele 10.4 și 10.5.

Calculul termic de alegere a aparatului în contracurent tip ICMA constă în determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură, cu relația

$$S = \frac{Q_a}{k(\Delta\theta)_{m\varphi}} \quad [m^2], \qquad (10.5)$$

Tabelul 10.4

Caracteristicile principale ale aparatelor în contracurent tip I.C.M.A. în S cu țevile din alamă

Tipul	Nr. tronsoanelor	Lungimea tronsonului m	Suprafața de încălzire m²	Masa kg	Tipul	Nr. tronsoanelor	Lungimea tronsonului m	Suprafața de încălzire m²	Masa kg
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7 Am	2	2,00	1,16	189	31 Am	6	2,00	15,48	1 171
		2,50	1,48	197			2,50	19,92	1 279
		3,00	1,82	208			3,00	24,30	1 418
		3,50	2,14	217			3,50	28,02	1 526
		4,00	2,48	226			4,00	33,00	1 637
	4	2,00	2,32	323		8	2,00	20,64	1 530
		2,50	2,96	341			2,50	26,50	1 674
		3,00	3,64	362			3,00	32,40	1 859
		3,50	4,28	380			3,50	38,16	2 003
		4,00	4,96	397			4,00	44,00	2 151
19 Am	6	2,00	3,48	457	55 Am	2	2,00	9,32	665
		2,50	4,44	484			2,50	11,92	723
		3,00	5,46	516			3,00	14,50	799
		3,50	6,42	542			3,50	17,10	859
		4,00	7,44	569			4,00	17,90	916
	8	2,00	4,64	583		4	2,00	18,64	1 202
		2,50	5,92	618			2,50	23,84	1 316
		3,00	7,28	661			3,00	29,00	1 469
		3,50	8,56	696			3,50	34,20	1 587
		4,00	9,92	731			4,00	39,40	1 703
	2	2,00	3,16	298		6	2,00	27,96	1 738
		2,50	4,04	318			2,50	35,76	1 912
		3,00	4,94	342			3,00	43,50	2 138
		3,50	5,84	361			3,50	51,30	2 315
		4,00	6,74	381			4,00	59,10	2 439

Tabelul 10.4 (continuare)

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19 Am	4	2,00	6,32	522	55 Am	8	2,00	37,28	2 275
		2,50	8,08	561			2,50	47,68	2 507
		3,00	9,88	608			3,00	58,00	2 808
		3,50	11,68	648			3,50	68,40	3 014
		4,00	13,48	687			4,00	78,80	5 276
	6	2,00	9,48	746		2	2,00	12,86	951
		2,50	12,12	804			2,50	16,86	1 031
		3,00	14,82	876			3,00	20,86	1 117
		3,50	17,52	935			3,50	24,86	1 190
		4,00	20,22	994			4,00	28,86	1 277
	8	2,00	12,64	969		4	2,00	25,72	1 793
		2,50	16,16	1 047			2,50	33,72	1 953
		3,00	19,76	1 143			3,00	41,72	2 125
		3,50	23,36	1 221			3,50	49,72	2 275
		4,00	26,96	1 300			4,00	57,72	2 495
31 Am	2	2,00	5,16	454	85 Am	6	2,00	38,58	2 551
		2,50	6,64	490			2,50	50,58	2 791
		3,00	8,10	536			3,00	62,58	3 049
		3,50	9,54	572			3,50	74,58	3 270
		4,00	11,00	609			4,00	80,58	3 529
	4	2,00	10,32	813		8	2,00	51,44	3 341
		2,50	13,28	885			2,50	67,44	3 651
		3,00	16,20	978			3,00	83,44	4 005
		3,50	19,08	1 050			3,50	99,44	4 300
		4,00	22,00	1 124			4,00	115,44	4 644

Tabelul 10.5

Caracteristicile geometrice ale aparatelor în contracurent tip I.C.M.A. în S

Tipul aparatului	Diametrul, mm						Secțiunea de frecare, m²			
	Țevi interioare		Manta		Racord circulație între țevi		În tronson drept			
	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	În țevi	Între țevi	În racord
B–7–Am	14	16	82	89	69	76	0,00107	0,00387	0,00374
B–19–Am	14	16	125	133	100	108	0,00292	0,00844	0,00785
B–31–Am	14	16	156	168	125	133	0,00477	0,01287	0,01227
B–55–Am	14	16	205	219	156	168	0,00846	0,02194	0,01910
B–88–Am	14	16	273	257	205	219	0,01310	0,03560	0,03310

Tipul aparatului	Diametrul echivalent, m								Suprafața de schimb de căldură unitară (m²/m)
	Termic					Hidraulic			
	În țevi		Între țevi		În racord	În țevi	Între țevi	În racord	
	d_2	$d_{12}^{\prime\prime 2}$	d_1	$d_1^{\prime\prime 2}$					
B–7–Am	0,014	0,425	0,0440	0,535	0,069	0,014	0,0268	0,069	0,3299
B–19–Am	0,014	0,425	0,0353	0,512	0,100	0,014	0,0250	0,100	0,8947
B–31–Am	0,014	0,425	0,0331	0,505	0,125	0,014	0,0248	0,125	1,4600
B–55–Am	0,014	0,425	0,0318	0,501	0,156	0,014	0,0238	0,156	2,4300
–85–Am	0,014	0,425	0,0332	0,506	0,205	0,014	0,0281	0,205	4,0055

în care: $\dot{Q}$, este sarcina termică a aparatului în contracurent, în W (sau kcal/h);

k — coeficientul global de transmitere a căldurii, în W/m² K (sau kcal/m² h°C);

Fig. 10.8. Variația temperaturilor agenților termici pe suprafața de schimb de căldură.

$(\Delta\theta)_m$ — diferența de temperaturi, medie logaritmică, în grd;

φ — coeficient de utilizare a suprafeței de încălzire;

φ = 0,8 pentru aparate cu țevi din alamă.

Diferența de temperatură medie logaritmică se poate calcula cu relația (fig. 10.8)

$$(\Delta\theta)_m = \frac{\Delta\theta_{max} - \Delta\theta_{min}}{2{,}3 \log \frac{\Delta\theta_{max}}{\Delta\theta_{min}}} \quad [°C], \tag{10.6}$$

în care s-a notat: θ_1'; θ_1'' (v. fig. 10.8) temperaturile agentului termic primar la intrarea, respectiv ieșirea din schimbător; θ_2'; θ_2'' temperaturile apei de consum la intrarea ($\theta_2' = \theta_a'' = +10°C$), respectiv ieșirea ($\theta_2'' = \theta_{c\,max} = 60...65°C$) din schimbător.

Diferența de temperatură medie logaritmică ($\Delta\theta_m$) se poate determina și grafic, cu ajutorul nomogramei din figura 10.9, calculînd în prealabil $\Delta\theta_{max}$ și $\Delta\theta_{min}$ cu ajutorul figurii 10.8.

Coeficientul global de transmitere a căldurii k se poate calcula analitic sau grafic. Pentru calculul analitic se aplică relația

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{Am}}{\lambda_{Am}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \tag{10.7}$$

în care: $\frac{\delta_{Am}}{\lambda_{Am}}$ reprezintă rezistența termică conductivă a peretelui țevii din alamă de grosime δ_{Am} și conductivitate termică λ_{Am}; α_1 și α_2 — coeficienții de schimb superficial de căldură, care se calculează cu relațiile criteriale cunoscute, pentru cazul convecției forțate a agentului termic primar printre țevi (α_1), respectiv a apei de consum în țevi (α_2) în curgerea laminară, tranzitorie sau turbulentă, corespunzător valorilor criteriului Reynolds.

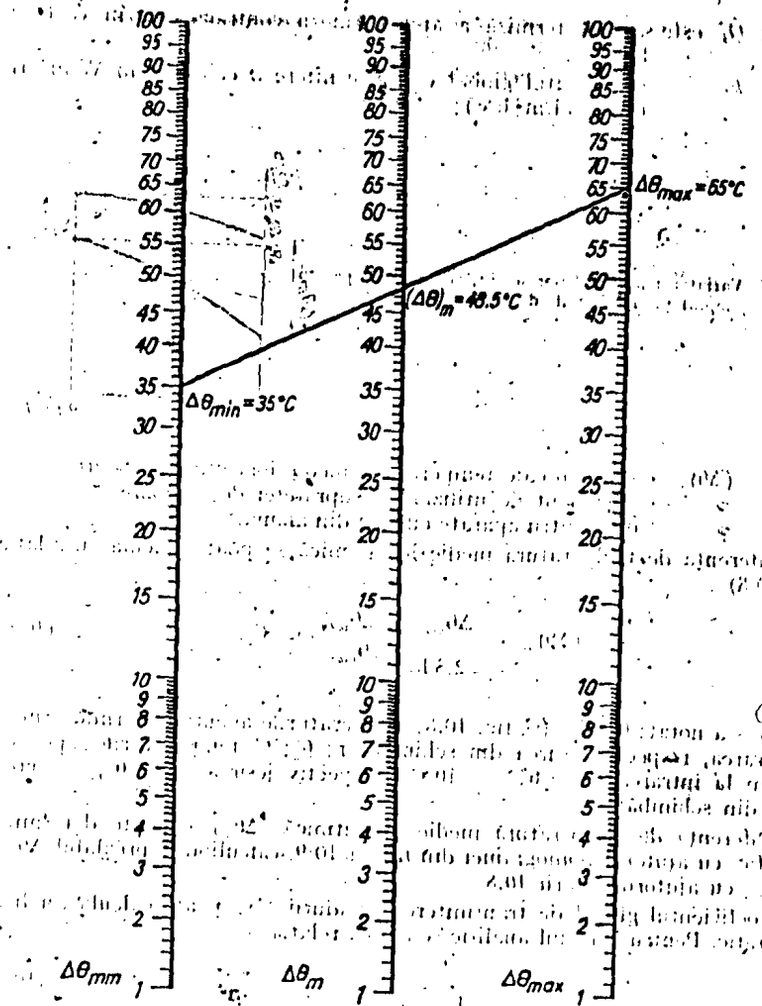


Fig. 10.9. Nomogramă pentru determinarea diferenței de temperatură medie logaritmică $(\Delta\theta)_m$.

În relația (10.7) nu apare rezistența termică conductivă a stratului de piatră format prin precipitarea sărurilor de calciu și magneziu datorită durității apei, întrucît de acest lucru s-a ținut seama prin coeficientul φ.

În practică se preferă calculul grafic al coeficientului k, folosind nomogramele din figurile 10.10, 10.11 și 10.12 pentru aparate în contracurent având

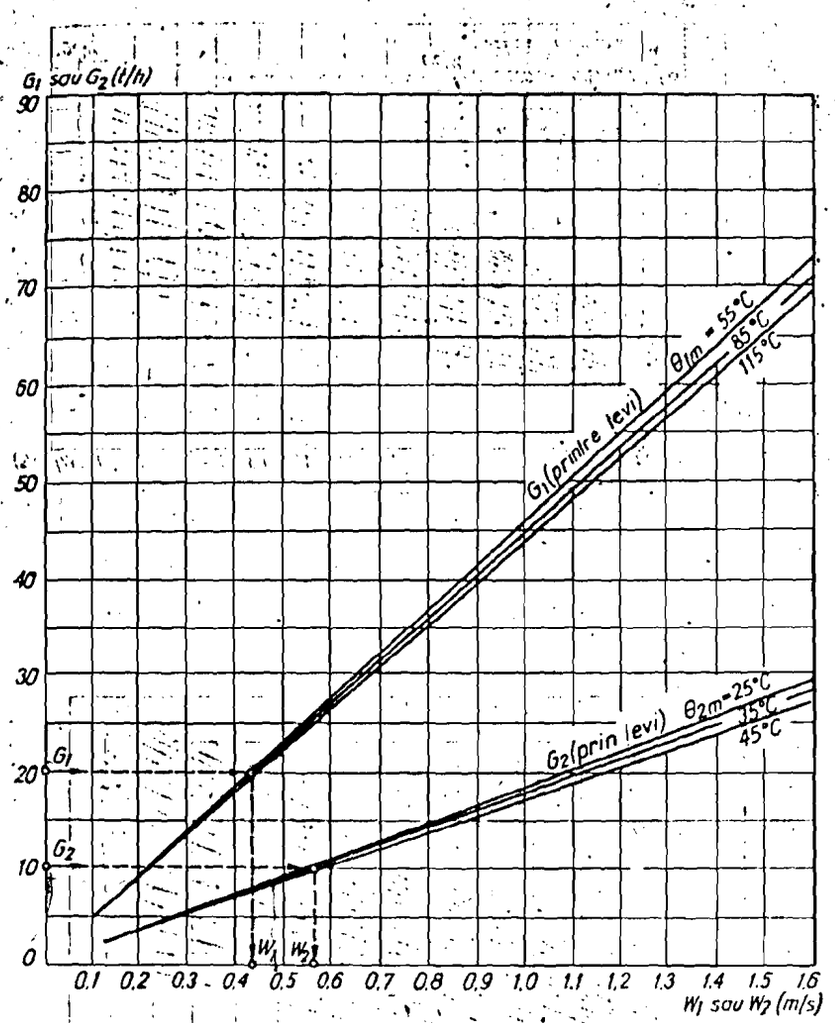
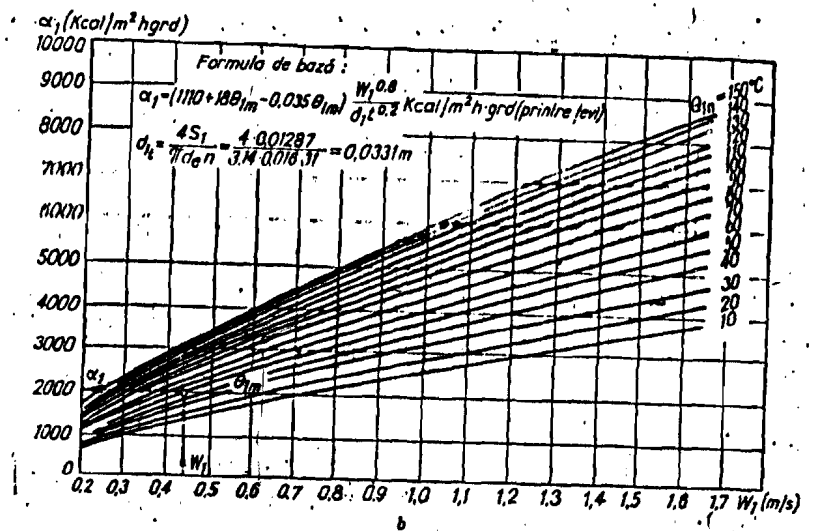
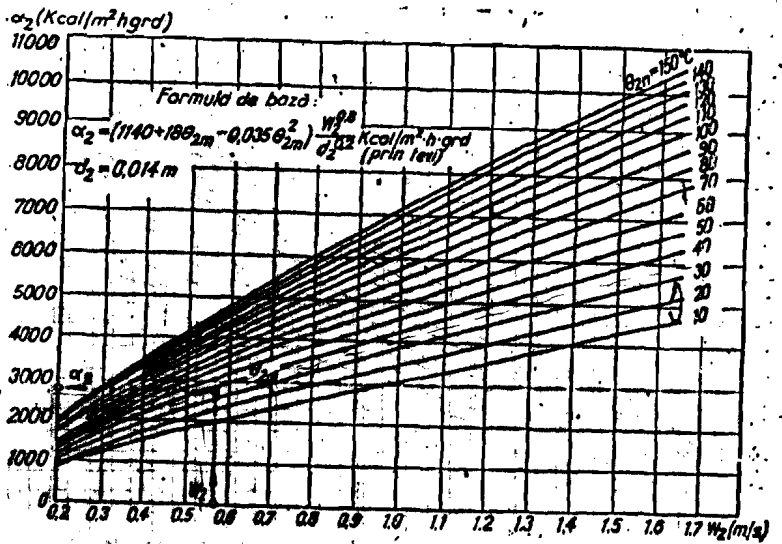


Fig. 10.10. Nomogramă pentru determinarea coeficientului k pentru aparate în contracurent cu 31 de țevi din alamă pe tronson.

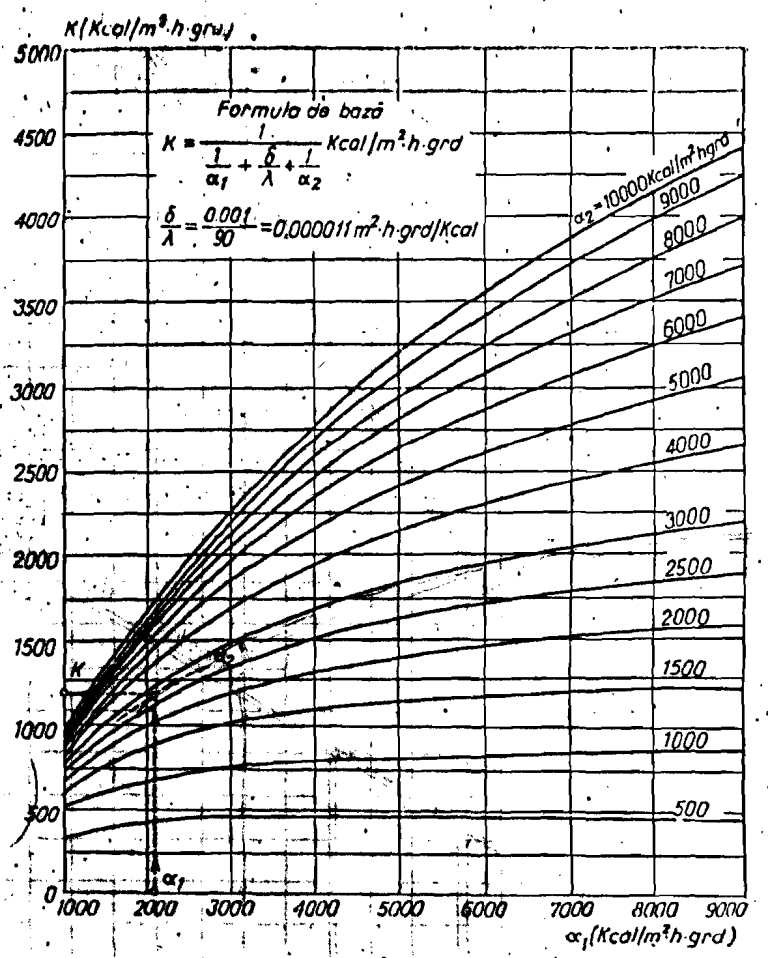
a — determinarea vitezelor W_1 și W_2; b — determinarea coeficientului α_1; c — determinarea coeficientului α_2; d — determinarea coeficientului k.


α1 (Kcal/m²hgrd)
Formula de bază :
α1 = (1110 + 18θ1m − 0,035θ1m²) W1^0,8 / d1^0,2 Kcal/m²h·grd (printre țevi)
d1 = 4S1 / πdn = 4·0,01287 / 3,14·0,018·31 = 0,0331 m
θ1n = 150°C
α1
θ1m
W1
W1 (m/s)

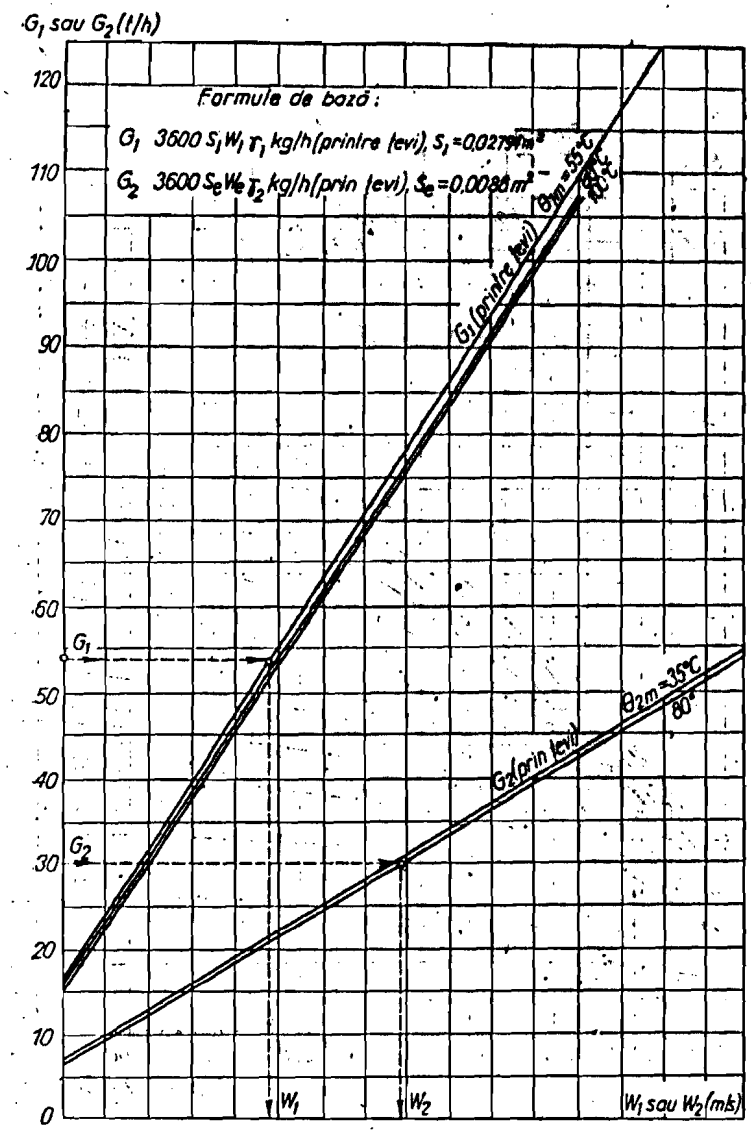
b

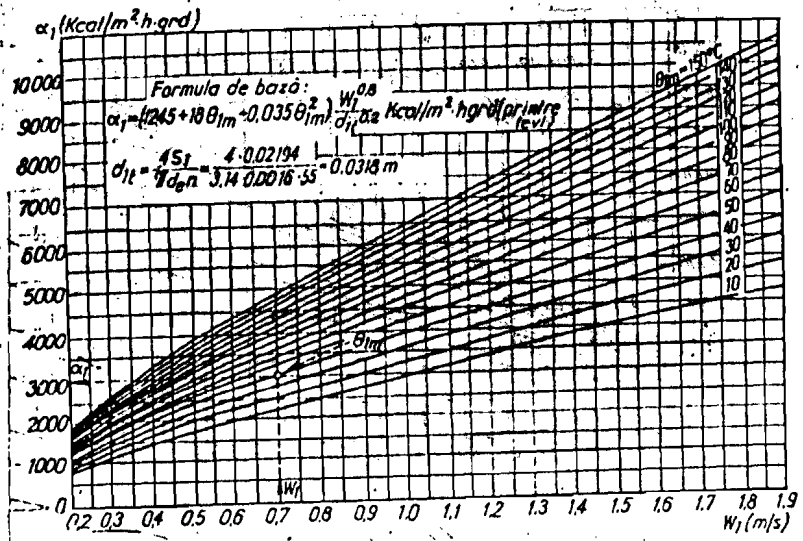

α2 (Kcal/m²hgrd)
Formula de bază :
α2 = (1140 + 18θ2m − 0,035θ2m²) W2^0,8 / d2^0,2 Kcal/m²h·grd (prin țevi)
d2 = 0,014 m
θ2n = 150°C
α2
θ2m
W2
W2 (m/s)

c


K (Kcal/m²h·grd)
Formula de bază
K = 1 / (1/α1 + δ/λ + 1/α2) Kcal/m²h·grd
δ/λ = 0,001/90 = 0,000011 m²h·grd/Kcal
α2 = 10000 Kcal/m²hgrd
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2500
2000
1500
1000
500
K
α2
α1
α1 (Kcal/m²h·grd)

d





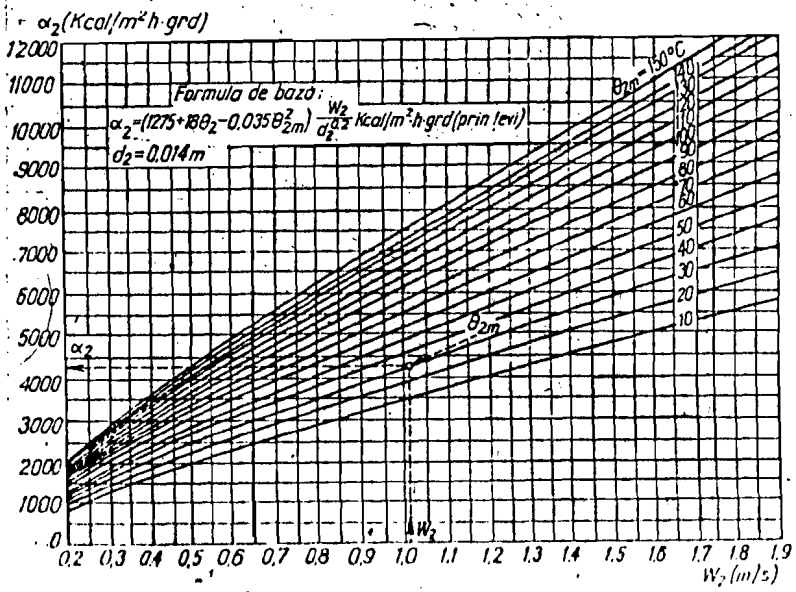
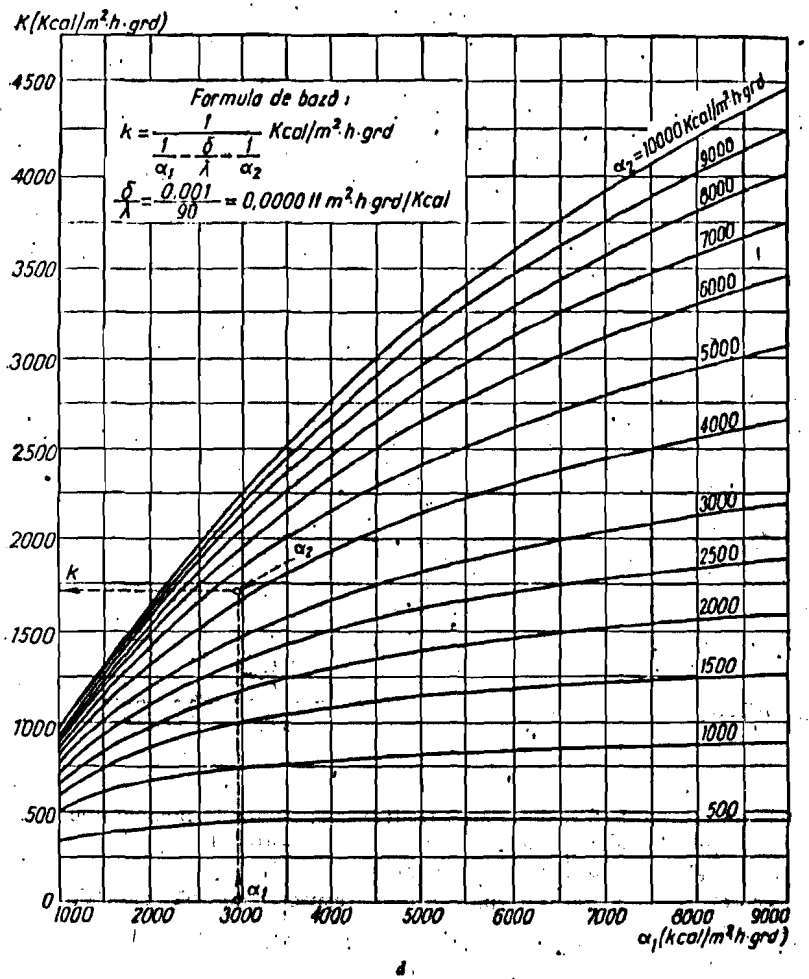
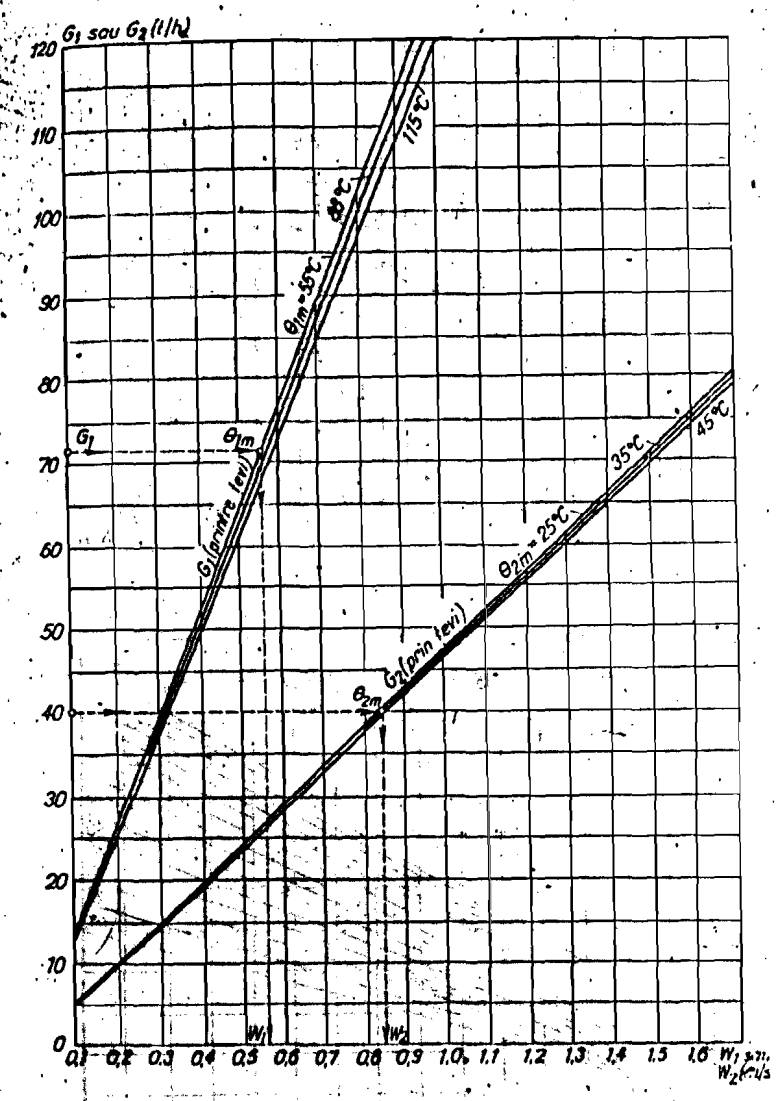


Fig. 10.11. Nomogramă pentru determinarea coeficientului k pentru aparate în contracurent cu 55 de țevi din alamă pe tronson.

a — determinarea vitezelor W_1 și W_2; b — determinarea coeficientului α_1; c — determinarea coeficientului α_2; d — determinarea coeficientului k_1



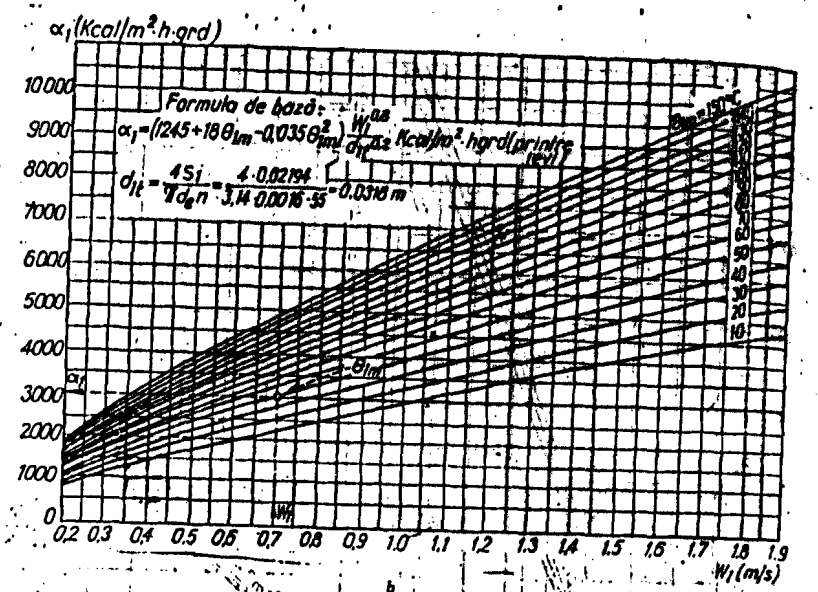
d



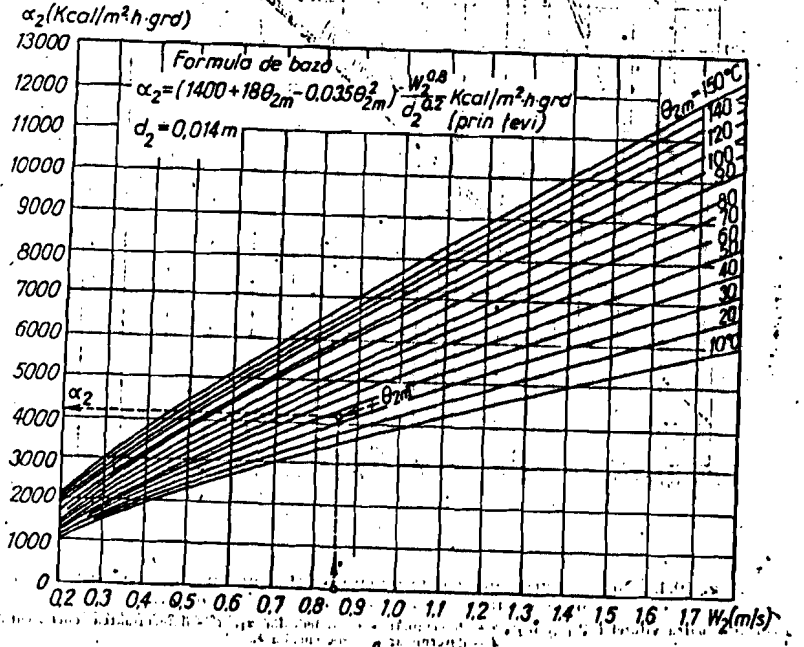
a

Fig. 10.12. Nomogramă pentru determinarea coeficientului k pentru aparate în contracurent cu ÎS de țevi din alamă pe tronson.

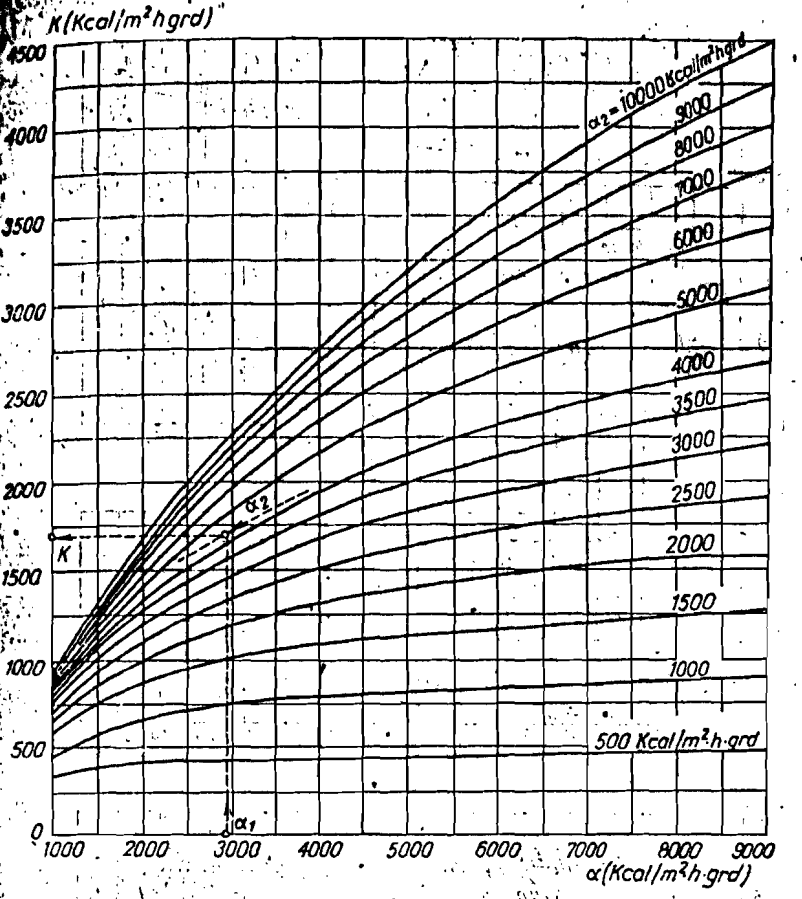
a — determinarea vitezelor W_1 și W_2; b — determinarea coeficientului α_1; c — determinarea coeficientului α_2; d — determinarea coeficientului k.



b



c



d

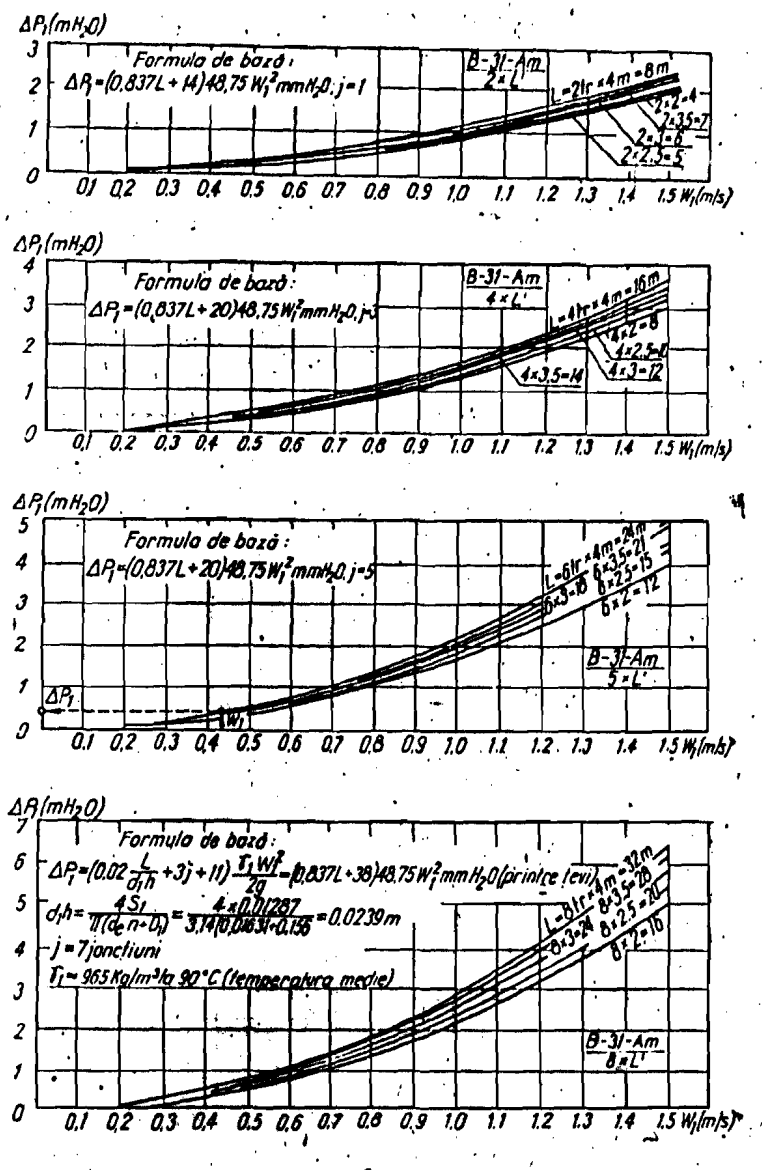
respectiv, 31; 55 sau 85 de țevi din alamă pe tronson; pe aceste nomograme sînt scrise și relațiile de calcul pe baza cărora au fost trasate.

Pentru calculul grafic se determină în prealabil:

— debitele G_1 și G_2 de agent termic primar, respectiv de apă caldă de consum, cu relațiile

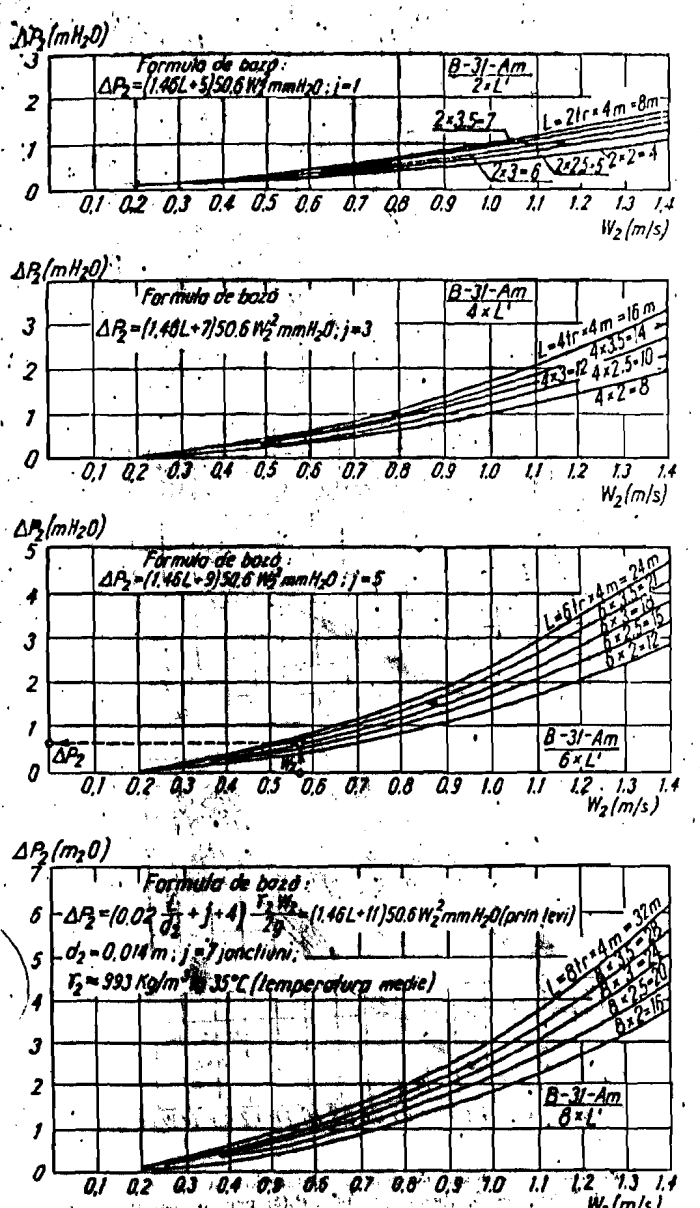
$$G_1 = \frac{\dot{Q}_i}{c_1(\theta_1' - \theta_1'')}; \qquad (10.8)$$

$$G_2 = \frac{\dot{Q}_i}{c_2(\theta_2'' - \theta_2')}. \qquad (10.9)$$



a

Fig. 10.13. Nomograme pentru determinarea pierderilor totale de sarcină ΔP_1(a), respectiv ΔP_2(b) pentru aparate în contracurent tip ICMA în S cu 31 de țevi din alamă pe tronson.



b

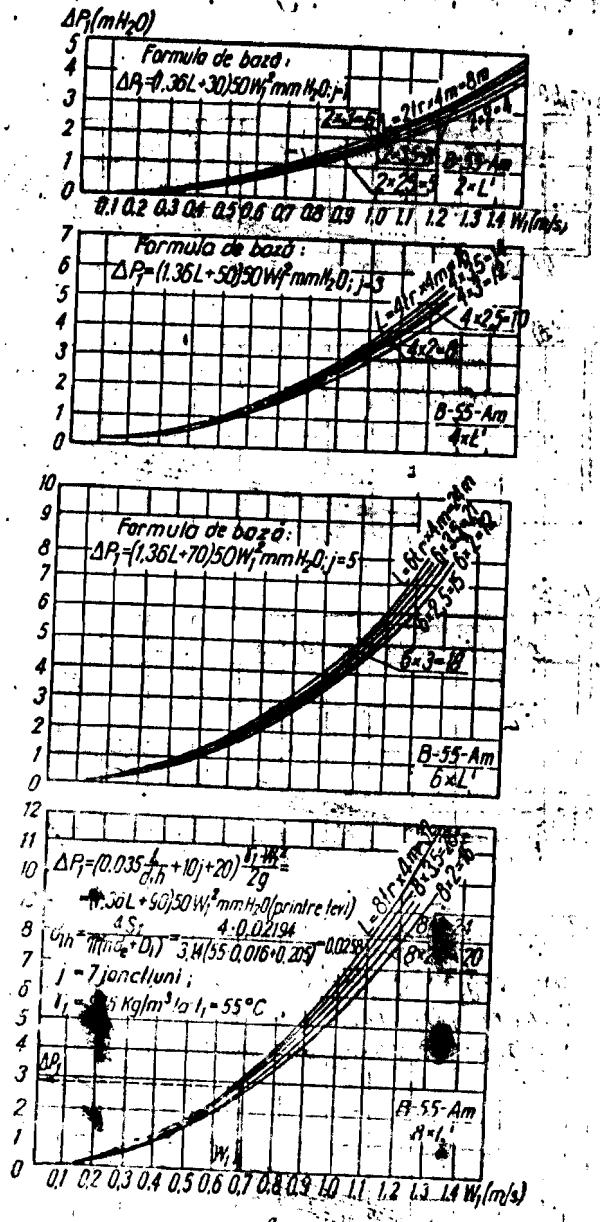
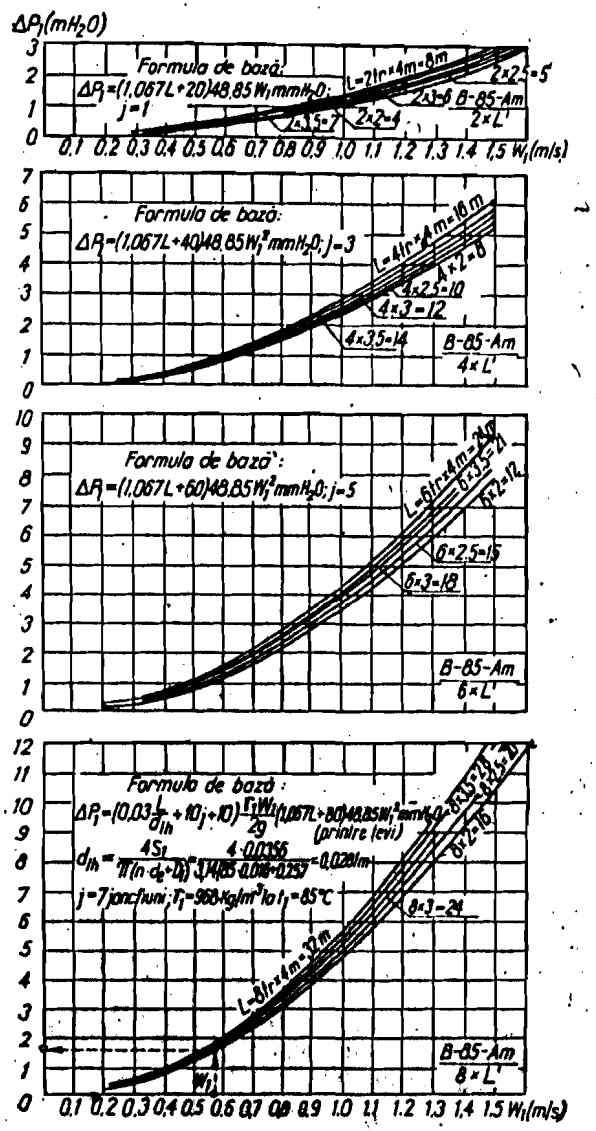
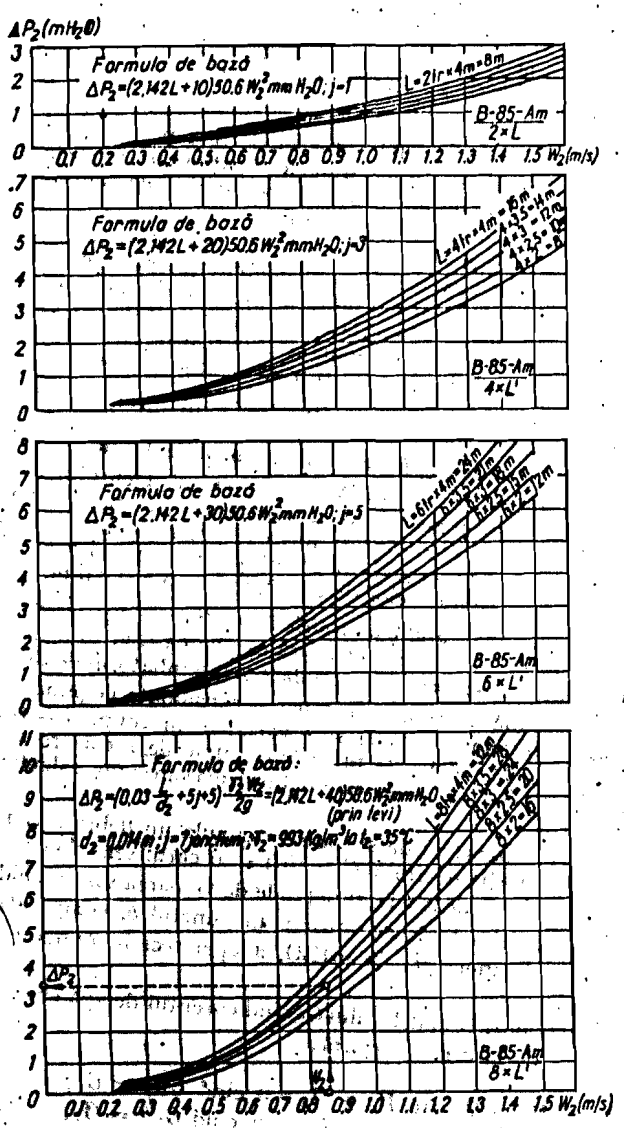


Fig. 10.14. Nomogramă pentru determinarea pierderilor totale de sarcină $\Delta P_1(a)$, respectiv $\Delta P_2(b)$ pentru aparate în contracurent tip ICMA, cu S cu 55 de țevi din alamă pe tronson.



a

Fig. 10.15. Nomogramă pentru determinarea pierderilor totale de sarcină ΔP_1(a), respectiv ΔP_2(b) pentru aparate în contracurent tip ICMA, în S cu 85 de țevi din alamă pe tronson



b

în care c_1 și c_2 sînt căldurile specifice ale agentului termic primar, respectiv ale apei calde de consum, celelalte notații fiind cunoscute;

— temperaturile medii θ_{1m} și θ_{2m} ale agentului termic primar, respectiv apei de consum, cu relațiile

$$\theta_{1m} = \frac{\theta_1' + \theta_1''}{2}; \quad \theta_{2m} = \frac{\theta_2' + \theta_2''}{2} \qquad (10.10)$$

Cu valorile de mai sus, alegînd inițial numărul de țevi pe tronson (31; 55 sau 85), se determină succesiv, din nomogramele menționate, vitezele w_1, respectiv w_2, ale agentului termic primar (prin țevi) și apei de consum (în țevi), apoi coeficienții α_1 și α_2 și, în final, coeficientul k.

După determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură cu relația (10.5), din tabelul 10.4 se alege aparatul în contracurent (avînd numărul de țevi pe tronson ales preliminar), a cărui suprafață efectivă de încălzire este cel puțin egală (cît mai apropiată) cu suprafața necesară rezultată din calcul. Din tabelul 10.4 va rezulta lungimea tronsonului și numărul de tronsoane. Aparatul ales se notează astfel încît să poată fi ușor identificat: de exemplu: $\frac{\text{S-55-Am}}{4\times 3\,000}$ înseamnă aparat în contracurent tip ICMA în S, cu 55 țevi din alamă pe tronson, avînd 4 tronsoane, fiecare cu lungimea de 3,0 m.

Calculul pierderilor totale de sarcină ΔP_1 pe circuitul agentului termic primar, respectiv ΔP_2 pe circuitul apei calde de consum se efectuează grafic, cu nomogramele din figurile 10.13; 10.14 și 10.15 respectiv, pentru aparate în contracurent cu 31; 55 sau 85 de țevi din alamă pe tronson, curbele *1*; *2*; *3*; *4*; *5* se referă la lungimile tronsoanelor de 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 și 4,0 m.

Alegerea pompei de circulație dintre aparatele în contracurent și rezervoarele de acumulare a apei calde de consum. Se consideră că pompa (fig. 10.2) asigură numai circulația apei între rezervorul de acumulare și schimbătorul de căldură.

Debitele G de apă caldă distribuite în rețea și consumate la punctele de utilizare (armăturile obiectelor sanitare) sînt variabile în timp, $G = G(t)$ și anume, $0 \leqslant G(t) \leqslant G_{max\ orar}$ în funcție de programul zilnic de furnizare a apei calde de consum, în care $G_{max\ orar} = q_c$ este debitul maxim orar calculat cu relațiile din tabelul 2.3.

În consecință, prin rezervorul de stocare va circula un debit variabil de apă $|G_2|$ funcție de variația debitului $G = G(t)$ și al cărui sens de circulație prin rezervor (de la *a* la *b* sau de la *b* la *a*) depinde de valoarea sarcinii hidrodinamice H_b, în mH_2O, a apei calde de consum în punctul *b*, comparativ cu valoarea sarcinii hidrodinamice H_a, în mH_2O, a apei reci în punctul *a*, de asemenea cunoscută.

Considerînd sensul pozitiv al debitului G_2 cînd curentul de apă circulă prin rezervorul de stocare de la *a* la *b*, rezultă:

$$G_2 = \begin{cases} -G_2 \text{ dacă } H_b > H_a \text{ sau } H_b - H_a > 0 \text{ cînd } G(t) < G_1; \\ 0 \quad \text{dacă } H_b = H_a \text{ sau } H_b - H_a = 0 \text{ cînd } G(t) = G_1; \\ G_2 \text{ dacă } H_b < H_a \text{ sau } H_b - H_a < 0 \text{ cînd } G(t) > G_1. \end{cases} \qquad (10.11)$$

figura 10.2, *a*, *b* și *c*) — un plan de referință (*PR*) unic admis, planul de sarcină (P_a) H_a fiind același în cele trei situații redate prin condițiile (10.11). Se observă că în cazul $H_b > H_a$, cînd $G(t) < G_1$, instalația funcționează în regim de acumulare, adică de stocare a energiei termice în apa caldă din rezervor; la limită, cînd $G(t) = 0$, instalația funcționează în regim de acumulare pură (sau de stocare maximă a energiei termice) și, evident, $G_1 = -G_2$. În cazul $H_b < H_a$, cînd $G(t) > G_1$, instalația funcționează în regim de furnizare a energiei termice din stoc prin debitele de apă caldă preluate din rezervor; la limită, cînd $G(t) = G_{max\ orar} = q_c$, din rezervor se preia debitul maxim G_{2max} de apă caldă de consum. În cazul $H_b = H_a$ prin rezervor nu circulă apă ($G_2 = 0$) și instalația funcționează în regim fără stocare și fără consum de energie termică din stoc.

În cazul $H_b > H_a$ cînd instalația funcționează în regim de acumulare, se aplică relațiile

$$H(G_1) = H_b - H_a + M_1 G_1^2; \qquad (10.12)$$

$$H_b - H_a = M_2 G_2 |G_2|; \qquad (10.13)$$

$$G = G_1 + |G_2|. \qquad (10.14)$$

în care: $H(G_1)$ este înălțimea de pompare a pompei de circulație;

$|G_2| = -G_2$ — conform relațiilor (10.11);

M_1 și M_2 — modulele totale de rezistență hidraulică ale rețelei *aSb* pe care este montată pompa de circulație și schimbătorul de căldură și, respectiv, al rețelei *aRb* pe care este montat rezervorul de stocare a energiei termice.

Rezolvînd sistemul de ecuații (10.12); (10.13) și (10.14) se obține expresia înălțimii de pompare ca funcție de debitul de apă caldă de consum

$$H(G) = M_1\left[G - \sqrt{H_b - H_a}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} + \frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right] \times$$

$$\times\left[G - \sqrt{H_b - H_a}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} - \frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right], \qquad (10.15)$$

valabilă în cazul $G = G(t) < G_1$ cînd $H_b > H_a$ (fig. 10.2, *a*).

În condițiile regimului de stocare maximă a energiei termice, cînd $G = G(t) = 0$, se obține înălțimea maximă de pompare

$$H_{max} = (H_b - H_a)\left(\frac{M_1}{M_2} - 1\right). \qquad (10.16)$$

sau, făcînd uz de relația (10.13) și înlocuind $|G_2| = -G_1$ sub formele

$$H_{max} = (M_1 - M_2)\, G_2 |G_2| = (M_1 - M_2)\, G_1^2. \qquad (10.17)$$

Dacă $H_b = H_a$ (fig. 10.2, *b*) cînd $|G_2| = 0$ rezultă $G(t) = G_1^*$ și din relația (10.15) se obține înălțimea de pompare H^* pînă la care are loc regimul de stocare a energiei termice în apa din rezervor

$$H^* = M_1 G_1^{*2}. \qquad (10.18)$$

În cazul $H_b < H_a$ cînd instalația funcționează în regim de furnizare a apei calde din rezervor, sistemul de ecuații este

$$H_a - H_b + H(G_1) = M_1 G_1^2; \tag{10.19}$$

$$H_a - H_b = M_2 G_2^2; \tag{10.20}$$

$$G = G_1 + G_2, \tag{10.21}$$

în care s-a ținut seama că $|G_2| = G_2$ cînd $H_b < H_a$ conform relațiilor (10.11).

Rezolvînd sistemul de ecuații (10.19); (10.20) și (10.21), se obține

$$H(G) = M_1\left[G - \sqrt{H_a - H_b}\,\frac{1}{\sqrt{M_2}} + \frac{1}{\sqrt{M_1}}\right]\times$$

$$\times\left[G - \sqrt{H_a - H_b}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} - \frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right], \tag{10.22}$$

valabilă în cazul $G = G(t) > G_1$ cînd $H_b < H_a$ (fig. 10.2, *c*).

Dacă $H_b = H_a$ cînd $|G_2| = 0$ și $G(t) = G_1^*$, din relația (10.22) se obține înălțimea de pompare $H^* = M_1 G_1^{*2}$ [identică cu relația (10.18)] de la care începe regimul de furnizare a apei calde din stoc.

Debitul maxim $G_{2\,max}$ de apă caldă furnizată din stoc se realizează cînd debitul de apă caldă consumată la punctele de utilizare atinge valoarea $G = G(t) = G_{max\,orar} = q_c$; în acest caz, sarcina hidrodinamică H_b are o valoare minimă, dată de relația

$$H_{b\,min} \geq H_{ac} = max\,(H_r + H_a + h_r), \tag{10.23}$$

în care H_{ac} se calculează cu relația (2.13), în care h_r este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul de alimentare cu apă caldă de la punctul *b* (fig. 10.2, *c*) pînă la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, în mH_2O.

Înlocuind în relația (10.22) valoarea minimă a sarcinii hidrodinamice $H_{b\,min}$ dată de relația (10.23) și debitul $G = G_{max\,orar}$, se obține înălțimea minimă de pompare $H_{min} = H(G_{max\,orar})$.

Debitul maxim al pompei va fi

$$G_{1\,max} = G_{max\,orar} - \sqrt{\frac{H_a - H_{b\,min}}{M_2}}. \tag{10.24}$$

și cunoscînd $G_{1\,max}$ și H_{min} se poate alege preliminar pompa de circulație cu nomogramele din figurile 9.2 și 9.3.

Relațiile (10.15) și (10.22) se pot exprima astfel

$$H(G) = M_1\left[G - \sqrt{|H_b - H_a|}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} + \frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right]\times$$

$$\times\left[G - \sqrt{|H_b - H_a|}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}} - \frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right], \tag{10.25}$$

folosind pentru explicitarea modulului $|H_b - H_a|$ relațiile (10.11).

Determinarea grafică a punctelor de funcționare ale instalației este redată în figura 10.16.

Se consideră sistemul de axe rectangulare *GOH* (fig. 10.16), avînd pe axa absciselor debitele *G*, în m^3/h, iar pe axa ordonatelor înălțimile de presiuni în scara manometrică *H*, în mH_2O.

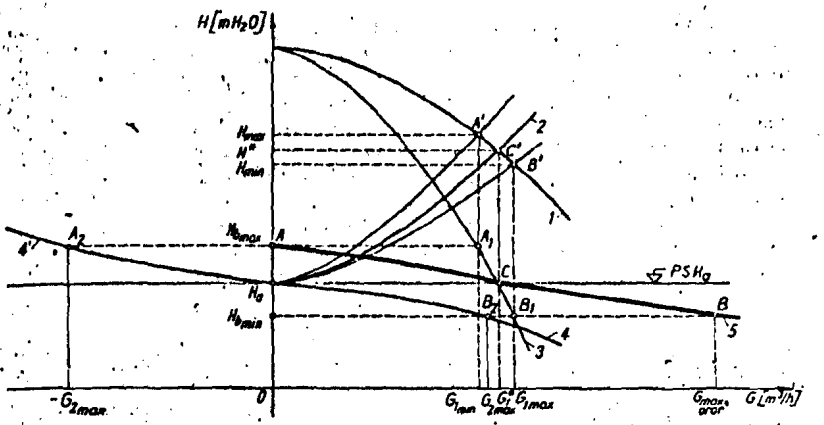


Fig. 10.16. Determinarea punctelor de funcționare a instalației de preparare a apei calde de consum cu schimbătoare de căldură în contracurent și rezervor de acumulare fără serpentină (fig. 10.2).

Intersecția planului de sarcină H_a cu planul *HOG* este dreapta paralelă cu axa absciselor în punctul de ordonată H_a, în mH_2O, de valoare cunoscută.

Se prezintă grafic funcția (10.19) scrisă sub forma: $H_b = H_a + H(G_1) - M_1 G_1^2$, după cum urmează (fig. 10.16):

— se trasează prin puncte curba caracteristică *1* de sarcină a pompei, $H = H(G_1)$, înălțimile de pompare fiind măsurate de la planul de sarcină H_a (pompa fiind aleasă preliminar);

— se trasează prin puncte curba caracteristică *2* a rețelei *a — pompă — schimbător de căldură — b*, sub forma: $h_{r1} = M_1 G_1^2$ în care h_{r1} este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul menționat;

— se determină grafic diferența $H(G_1) - M_1 G_1^2$ prin scăderea ordonatelor curbei *2*, din ordonatele curbei *1* în dreptul acelorași abscise; rezultă curba *3* care este reprezentarea grafică a relației (10.19);

— se reprezintă grafic funcția: $H_b = H_a + M_2 G_2 |G_2|$, dedusă din relația (10.13), în care se va ține seamă de relațiile (10.11). Ca urmare, se trasează prin puncte curba caracteristică *4*: $H_b = H_a - M_2 G_2^2$ sau, $H_b = H_a - h_{r2}$, în care $h_{r2} = M_2 G_2^2$ reprezintă suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe rețeaua: *a — rezervor de stocare — b*. Se trasează apoi curba *4'*, simetrica curbei *4* față de punctul de ordonată H_a; curba *4' — 4* constituie reprezentarea grafică a funcției (10.13);

— ținînd seama că cele două rețele ale instalației sînt montate în paralel între punctele *a* și *b*, se însumează grafic curbele caracteristice *3* și *4'* — *4*, adunînd abscisele în dreptul acelorași ordonate și rezultă curba *5* care reprezintă locul geometric al punctelor de sarcină hidrodinamică H_b (fig. 10.16). Punctele de funcționare ale instalației se determină în funcție de variațiile debitului $G = G(t)$ de apă caldă consumată, respectiv evacuată în rețea prin punctul *b*;

— dacă $G(t) = 0$ se determină ordonata la origine a curbei *5*, $H_{b\,max}$ și punctul de funcționare al instalației este $A(0; H_{b\,max})$. Paralela dusă prin punctul *A* la axa absciselor intersectează curba *3* în punctul A_1 și curba *4'—4* în punctul A_2; se observă că abscisele punctelor A_1 și A_2 sînt egale în valoare absolută, dar opuse ca semn. Abscisa punctului A_2 reprezintă debitul maxim de apă caldă care circulă prin rezervor de la *b* la *a*, instalația funcționînd în regim de stocare maximă a energiei termice în apa caldă din rezervor. Abscisa punctului A_1 reprezintă debitul minim al pompei de circulație și, evident: $G_{1min} = -G_{2max}$ (fig. 10.16). La intersecția verticalei ridicate din punctul A_1 cu curba caracteristică de sarcină *1* a pompei se obține punctul *A'* de funcționare a pompei, avînd ordonata (măsurată de la planul de sarcină H_a) egală cu înălțimea maximă de pompare H_{max};

— dacă $G(t) = G_{max\,orar}$, din punctul corespunzător de pe axa absciselor se ridică o verticală pînă la intersecția cu curba *5* și se determină punctul B ($G_{max\,orar}$; $H_{b\,min}$) de funcționare al instalației, a cărui ordonată este sarcina hidrodinamică minimă a apei în punctul *b*, $H_{b\,min}$, care trebuie să satisfacă condiția exprimată de relația (10.23). Paralela dusă prin punctul *B* la axa absciselor intersectează curba *3* în punctul B_1 și curba *4'—4* în punctul B_2. Abscisa punctului B_2 reprezintă debitul maxim G_{2max} de apă caldă evacuată din stoc. Abscisa punctului B_1 reprezintă debitul maxim G_{1max} al pompei de circulație. La intersecția verticalei ridicate din punctul B_1 cu curba caracteristică *1* de sarcină a pompei, se obține punctul *B'* de funcționare a pompei, a cărui ordonată măsurată de la planul de sarcină H_a este egală cu înălțimea minimă de pompare H_{min};

— dacă $H_b = H_a$ cînd $|G_2| = 0$ și $G(t) = G_1^*$ se obține punctul *C* de funcționare al instalației, la intersecția curbei *5* cu paralela H_a la axa absciselor. La intersecția verticalei ridicate din punctul *C* cu curba caracteristică *1* de sarcină a pompei se obține punctul *C'* de funcționare a pompei avînd ordonata $H^* = M_1 G_1^{*2}$. Punctul *C* de pe curba *5* de funcționare a instalației separă regimul de stocare de regimul de consum din stoc și anume:

— dacă $0 \leqslant G(t) \leqslant G_1^*$ cînd $H_a < H_{b\,max}$, instalația funcționează în regim de stocare a energiei termice în apa caldă din rezervor;

— dacă $G_1^* \leqslant G(t) \leqslant G_{max\,orar}$ cînd $H_{b\,min} \leqslant H_b \leqslant H_a$, instalația funcționează în regim de furnizare a energiei termice din stoc prin apa caldă distribuită în rețea prin punctul *b* (fig. 10.2) și consumată la punctele de utilizare.

Din analiza regimului hidraulic al instalației de stocare rezultă următoarele:

— cunoscînd distribuția orară a debitelor de apă caldă de consum $G = G(t)$ — în funcție de programul adoptat de furnizare a apei calde în rețea — se pot determina distribuțiile debitelor $|G_2|$ care circulă prin rezervor, atît în regim de stocare a energiei termice cît și în regim de consum din stoc.

Aceasta permite elaborarea unui model de calcul termic de dimensionare corectă a instalației de stocare, evitîndu-se subdimensionarea sau supradimensionarea acesteia, împreună cu toate consecințele de ordin tehnic și economic;

— cunoscînd distribuția orară a debitelor de apă G_1 refulate de pompă prin schimbătorul de căldură, precum și parametrii termici și hidraulici (constanți sau variabili în timp) ai agentului termic primar, se poate elabora un model corect de calcul al schimbătorului de căldură, obținîndu-se o soluție economică pe ansamblul instalației;

— relațiile de calcul hidraulic stabilite permit alegerea corectă a pompei de circulație, iar graficul din figura 10.16 evidențiază domeniile de debite și înălțimi de pompare, corespunzătoare punctelor *A'* și *B'* între care lucrează pompa de circulație.

10.2.6. Dimensionarea instalației pentru prepararea apei calde de consum într-o treaptă racordată la rețeaua de termoficare cu injecție și acumulare

Schema de principiu a unui punct termic cu injecție și acumulare este prezentată în figura 10.3.

Debitul de apă caldă menajeră G_c furnizată de schimbătorul de căldură se calculează cu relația

$$G_c = \beta q_c, \tag{10.26}$$

în care: q_c este debitul maxim orar de apă caldă, calculat cu relațiile din tabelul 2.3 (STAS 1478-84);

$$\beta = 0{,}75.$$

Debitul de căldură Q_c necesar preparării apei calde de consum se determină cu relația

$$Q_c = G_c c(\theta_c - \theta_a), \tag{10.27}$$

în care $\theta_a = 10°C$ este temperatura apei reci, $\theta_c = 60°C$ temperatura apei calde de consum, c căldura specifică a apei.

Debitul de agent termic primar G la branșamentul punctului termic (v. fig. 10.3) se stabilește cu ajutorul relației

$$G = \frac{n \cdot Q_{i0}}{c(\theta_d - \theta_i)}, \tag{10.28}$$

în care: n este numărul de apartamente alimentate cu căldură de la punctul termic;

Q_{i0} — valoarea de calcul a necesarului de căldură pe apartament convențional, în kcal/h ap.;

c — căldura specifică a apei, în kcal/kg · grd;

θ_d; θ_i — temperaturile nominale ale apei fierbinți în conducta de ducere ($\theta_d = 150°C$), respectiv de întoarcere ($\theta_i = 80°C$) a rețelei de termoficare.

Debitul de agent termic primar trecut prin treapta de preparare a apei calde este

$$G_1 = \Phi G, \tag{10.29}$$

în care coeficientul Φ reprezintă cota de apă fierbinte preluată din conducta de ducere a rețelei de termoficare și se determină cu nomograma din figura 10.17, în funcție de n și Q_{i0}. Din figura 10.17 rezultă și gradul de satisfacere a necesarului de căldură pentru încălzirea clădirilor $\frac{Q_i}{Q_{i\,nec}}$.

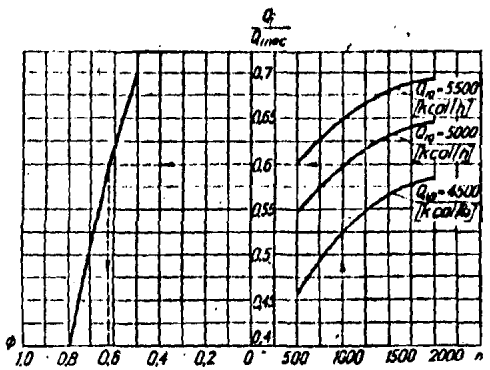


Fig. 10.17. Nomograme pentru determinarea parametrilor de calcul pentru instalația de preparare a apei calde cu acumulare și injecție.

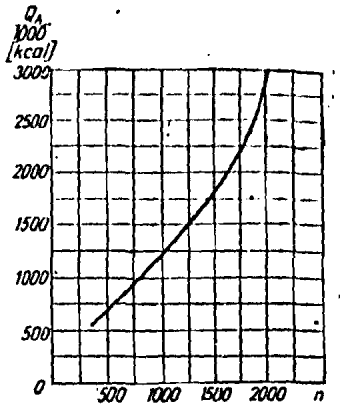


Fig. 10.18. Variația cantității de căldură acumulată în funcție de numărul de apartamente, pentru instalația de preparare a apei calde cu injecție și acumulare.

Suprafața necesară a schimbătorului de căldură se determină cu relația (10.5) și din tabelele 10.4 și 10.5 se aleg două aparate în contracurent montate în paralel (din motive funcționale).

Volumul rezervorului (acumulatorului) de apă caldă se calculează cu relația (10.4), în care cantitatea de căldură ce trebuie acumulată Q_a se determină cu ajutorul graficului din figura 10.18 în funcție de numărul n de apartamente.

10.3. Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum cu schimbătoare de căldură fără acumulare

Dimensionarea acestor instalații constă în stabilirea debitelor de calcul și calculul termic de alegere a schimbătoarelor de căldură pentru schemele uzuale de preparare a apei calde de consum.

Instalații pentru prepararea apei calde de consum cu aparate de contracurent montate într-o singură treaptă. Debitul de calcul al instalației de preparare a apei calde în scopuri menajere și igienice este egal cu debitul de calcul al conductelor de apă caldă determinat cu relațiile din tabelul 2.3.

Sarcina termică a schimbătorului de căldură se calculează cu relația (10.1), iar suprafața necesară de schimb de căldură cu relația (10.5), în care

coeficientul k se determină grafic cu nomogramele din figurile 10.10; 10.11 sau 10.12, pentru schimbătoare de căldură tip ICMA (tabelele 10.4 și 10.5).

Instalația pentru prepararea apei calde de consum în două trepte, în serie, racordate la rețeaua de termoficare. Schema de principiu a instalației este redată în figura 10.5.

În condițiile regimului de funcționare admis la dimensionarea punctului termic, debitul de agent termic primar este trecut în mod integral prin schimbătorul de căldură din treapta întîi și în procent de 90% prin schimbătorul de căldură din treapta a doua de preparare a apei calde de consum: $G_1 = G$ și $G_2 = 0{,}9\,G$, unde G se determină cu relația (10.28).

Gradul de satisfacere al necesarului de căldură pentru încălzire $\frac{Q_i}{Q_{i\,nec}}$ pe perioada în care se atinge valoarea maximă a debitului de apă caldă de consum, precum și temperaturile θ_i și θ_r ale agentului termic primar la intrarea și respectiv ieșirea din schimbătoarele de căldură aferente încălzirii clădirilor se determină din graficul din figura 10.19, în funcție de numărul n de apartamente și de necesarul de căldură Q_{i0} pe apartament convențional.

Ecuațiile de bilanț termic ale instalației sînt

$$Q_1 = G_1 c_1(\theta_1' - \theta_1'') = G_c c(\theta_x - \theta_a) = k_1 S_1 (\Delta\theta)_{m1}; \tag{10.30}$$

$$Q_2 = G_2 c_2(\theta_2' - \theta_2'') = G_c c(\theta_c - \theta_x) = Gc(\theta_d - \theta_i) = k_2 S_2 (\Delta\theta)_{m2}; \tag{10.31}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = G_c c(\theta_c - \theta_a) \tag{10.32}$$

și, observînd pe figura 10.5 că $\theta_2' = \theta_d$ și $\theta = \theta_r$, din relațiile (10.31) se deduc

$$\theta_2'' = \frac{\theta_i - 0{,}1\,\theta_d}{0{,}9}; \tag{10.33}$$

$$\theta_x = \theta_c - \frac{Q_2}{G_c c}, \tag{10.34}$$

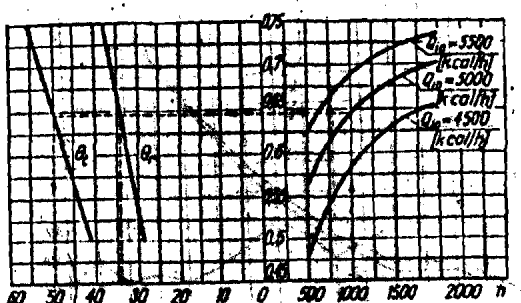


Fig. 10.19. Nomograme pentru determinarea parametrilor de calcul pentru instalația de preparare a apei calde cu schimbătoare de căldură în două trepte serie, racordate la rețeaua de termoficare.

iar din relațiile (10.30) rezultă

$$\theta_1'' = \theta_r - \frac{Q_1}{G_1 c_1}. \tag{10.35}$$

Debitul de apă caldă de consum $G_c = q_c$ se determină cu relațiile din tabelul 2.3 (STAS 1478-84).

Din relațiile (10.30) și (10.31) se determină suprafețele necesare de schimb de căldură S_1, în m² și S_2, în m², cunoscînd Q_1 și Q_2 și calculînd $(\Delta\theta)_{m1}$; $(\Delta\theta)_{m2}$; k_1 și k_2 după metodologia cunoscută. Schimbătoarele de căldură se aleg din tabelele 10.4 și 10.5.

Exemplul de calcul 10.1. Să se dimensioneze instalația de preparare a apei calde de consum cu boilere montate în paralel, pentru un ansamblu de clădiri de locuit însumînd 480 de apartamente, cunoscînd că debitul de calcul este $q_c = 8{,}56$ l/s (din exemplul de calcul 5.1).

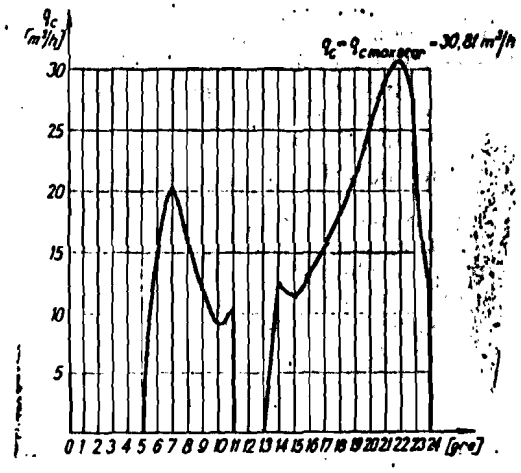


Fig. 10.20. Cronograma de consum a apei calde menajere într-un ansamblu de clădiri cu 480 apartamente.

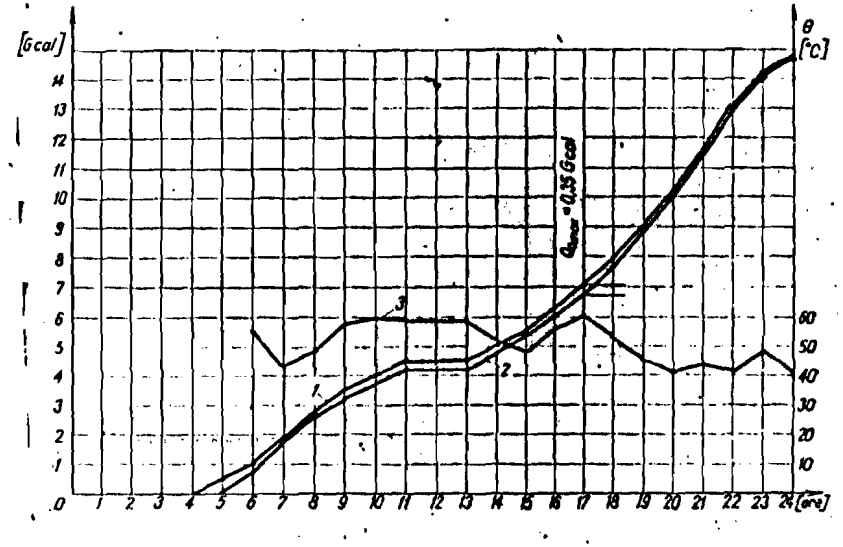


Fig. 10.21. Variația în timp a cantității de căldură trahsmise apei calde de consum, a cantității de căldură furnizate de sursă și a temperaturii apei calde de consum:

1 — curba cantității de căldură cumulată, furnizată de sursă; *2* — curba cantității de căldură cumulată, transmisă apei calde consumate în instalații; *3* — curba variației temperaturii apei calde de consum

Rezolvare. Debitul de apă caldă de consum $q_c = 8{,}56$ l/s = 30 816 l/h reprezintă 10,5% din debitul zilei cu cel mai mare consum (v. tabel 10.1); pentru orele 5—11 și 13—24, debitele q_c sînt calculate în tabelul 10.6 (coloana 4) folosind procentele p din tabelul 10.1 și transpuse grafic în figura 10.20 (cronograma de consum). În coloana 6 din tabelul 10.6 sînt calculate debitele de căldură Q_c, în Gcal/h, iar în coloana 7, cantitățile de căldură $Q_{c\,cumulat}$ în Gcal. În figura 10.21 sînt transpuse grafic valorile $Q_{c\,cumulat}$ în Gcal (curba 2) și canti-

Tabelul 10.6

Calculul cantității de căldură transmise apei acumulate în boiler (exemplul de calcul 10.1)

Ora	p %	$P_{cumulat}$ %	q_c m³/h	$Q_{c\,cumulat}$ m³	Q_c Gcal/h	$Q_{c\,cumulat}$ Gcal	Q_a Gcal/h	$Q_{a\,cumulat}$ Gcal	Q_a Gcal	$\Delta\theta = \frac{Q_a}{cv}$	$\theta_{c\,m/s}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0—1	—	—					0,50	0,50	0,27	15,42	55,42
1—2	—	—					0,50	1,00	0,06	3,42	43,42
2—3	—	—					0,80	1,80	0,15	8,57	48,57
3—4	—	—					0,90	2,70	0,30	17,14	57,14
4—5	—	—					0,80	3,50	0,34	19,42	59,42
5—6	5,0	5,0	14,67	14,67	0,73	0,73	0,50	4,00	0,33	18,85	58,85
6—7	6,9	11,9	20,25	34,92	1,01	1,74	0,80	4,50	0,33	18,85	58,85
7—8	5,5	17,4	16,14	51,06	0,81	2,55	0,90	4,50	0,33	18,85	58,85
8—9	4,4	21,8	12,91	63,97	0,65	3,20	0,80	4,50	0,33	12,00	52,00
9—10	3,1	24,9	9,10	73,07	0,46	3,66	0,50	5,00	0,21	8,00	48,00
10—11	3,5	28,4	10,27	83,34	0,51	4,17	0,50	5,50	0,14	8,00	48,00
11—12	—	28,4	—	83,34	—	4,17	—	5,50	0,28	16,00	56,00
12—13	—	28,4	—	83,34	—	4,17	0,50	5,50	0,35	20,00	60,00
13—14	4,2	32,6	12,32	95,66	0,62	4,79	0,50	6,50	0,24	13,71	53,71
14—15	3,9	36,5	11,45	107,11	0,57	5,36	0,80	7,10	0,10	5,71	45,71
15—16	4,5	41,0	13,21	120,32	0,66	6,02	0,80	7,90	0,02	1,14	41,14
16—17	5,0	46,0	14,67	134,99	0,73	6,75	0,80	8,80	0,07	4,0	44,00
17—18	5,2	52,2	15,20	153,19	0,91	7,66	0,90	10,00	0,07	1,71	41,71
18—19	7,1	59,3	20,83	174,02	1,04	8,70	1,20	11,50	0,03	8,00	48,00
19—20	8,7	68,0	25,53	199,55	1,28	9,98	1,50	11,50	0,14	1,14	41,14
20—21	9,9	77,9	29,05	228,60	1,45	11,43	1,50	13,00	0,02		
21—22	10,5	88,4	30,81	259,42	1,54	12,97	1,50	14,20			
22—23	7,4	95,8	21,71	281,13	1,09	14,06	1,20	14,70			
23—24	4,2	100,0	12,33	293,46	0,62	14,68	0,50				

tățile de căldură cumulate furnizate de sursă $Q_{s\ cumulat.}$ în Gcal (curba *1*); diferența maximă între curbele *1* și *2* măsurată pe ordonată reprezintă cantitatea de căldură transmisă apei acumulate $Q_a = 0{,}35$ Gcal = 350 000 kcal. Volumul necesar al boilerelor se calculează cu relația (10.3)

$$V = \frac{Q_{a\ max}}{a \cdot \gamma (\theta_{s\ max} - \theta_{s\ min})} = \frac{350\,000}{1 \cdot 1(60 - 40)} = 17\,500\ l = 17{,}5\ m^3.$$

Din tabelul 10.2 se aleg patru boilere orizontale având fiecare volumul efectiv $V = 5\,000$ l.

Variația temperaturii apei calde din boiler calculată cu relația (10.4) are valorile din tabelul 10.6 (coloana *12*) și este transpusă grafic în figura 10.21 (curba *3*).

Rezultatele de mai sus se obțin și direct, pe cale grafică, folosind nomograma din figura 10.6, cunoscînd suma de echivalenți $E = 1\,128$.

Exemplul de calcul 10.2. Să se dimensioneze instalația de preparare a apei calde de consum cu aparate în contracurent și rezervoare de acumulare a apei calde pentru un ansamblu de clădiri de locuit cu 480 de apartamente, cunoscînd că suma echivalenților armăturilor punctelor de consum este $E = 1\,128$.

Rezolvare. Cunoscînd numărul total de echivalenți: $E = 1\,128$, din figura 10.6 rezultă: cantitatea de căldură transmisă apei acumulate $Q_a = 0{,}35$ Gcal = 350 000 kcal; volumul necesar al acumulatoarelor $V = 7{,}0\ m^3 = 7\,000$ l; sarcina termică a schimbătorului de căldură $Q_s = 0{,}9$ Gcal/h = 900 000 kcal/h.

Din tabelul 9.4 se aleg două rezervoare de acumulare a apei având fiecare capacitatea de 4 000 l.

În continuare, se va efectua calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent tip ICMA, S-31 Am, cunoscînd sarcina termică $Q = 900\,000$ kcal/h și considerînd ca agent termic apă caldă pentru încălzire având temperaturile 95/75°C.

Diferența medie logaritmică de temperatură (fig. 10.22) va fi

$$(\Delta\theta)_m = \frac{(75 - 10) - (95 - 60)}{\ln \frac{65}{35}} = \frac{30}{0{,}619} = 48{,}5°C.$$

Valoarea $(\Delta\theta)_m = 48{,}5$°C se poate obține și direct, din nomograma redată în figura 10.9.

Pentru calculul coeficientului global de transmitere a căldurii se folosesc nomogramele din figurile 10.10; 10.11 și 10.12 din care rezultă:

— pentru debitul de agent termic primar, calculat cu relația (10.8)

$$G_1 = \frac{900\,000}{1 \cdot (95 - 75)} = 45\,000\ kgf/h = 45{,}0\ tf/h$$

și temperatura medie, calculată cu relația (10.10): $\theta_{1m} = \frac{95 + 75}{2} = 85$°C; din figura 10.10,*a*, $W_1 = 1{,}02$ m/s;

— pentru apa caldă de consum, avînd debitul dat de relația (10.9)

$$G_2 = G_a = \frac{Q_a}{c_a(Q_2'' - Q_2')} = \frac{900\,000}{1\,(60 - 10)} = 18\,000\ kgf/h = 18\ tf/h$$

și temperatura medie: $\theta_{2m} = \frac{60 + 10}{2} = 35$°C; din figura 10.10, *a*: $W_2 = 1{,}05$ m/s;

— din figura 10.10,*b* rezultă: $k = 2\,130$ kcal/m²h°C.

Aplicînd relația (10.5) rezultă suprafața necesară de schimb de căldură

$$S = \frac{900\,000}{0{,}8 \cdot 2\,130 \cdot 48{,}5} = 10{,}89\ m^2.$$

Din tabelul 10.4 se alege aparat în contracurent tip ICMA în S 31 Am/2 × 4 000 (cu 2 tronsoane având fiecare lungimea de 4,0 m) cu suprafața efectivă de schimb de căldură $S = 11{,}00\ m^2$.

11

Proiectarea instalațiilor de gaze naturale combustibile

11.1. Rețele de distribuție și instalații exterioare de gaze naturale combustibile

11.1.1. Treptele de presiuni admise în sistemele de alimentare cu gaze naturale combustibile

În sistemele de alimentare cu gaze naturale combustibile (fig. 11.1) compuse din conducte de transport, stații de predare, sistemul de distribuție

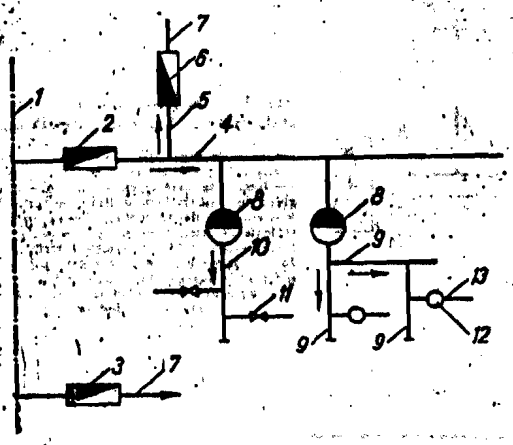


Fig. 11.1. Schemă de principiu a unui sistem de alimentare cu gaze:

1 — conductă de transport; *2* — stație de predare; *3* — stație de predare la consumator alimentat din conducte de transport; *4* — rețea de repartiție; *5* — branșament; *6* — stație de reglare la consumator; *7* — instalație de utilizare la consumator important; *8* — stație de reglare de sector — p_m la p_r; *9* — stație de reglare de sector — p_m la p_j; *10* — rețea de distribuție — p_r; *11* — rețea de distribuție — p_j; *12* — post reglare — p_r la p_j; *13* — instalație de utilizare — p_j

și instalațiile de utilizare, se folosesc următoarele trepte de presiuni exprimate în suprapresiuni:

— presiune înaltă: peste 6 bar (≈ 6 kgf/cm²);

— presiune medie: între 2 și 6 bar (≈ 2—6 kgf/cm²);

— presiune redusă: între 0,2 și 2 bar (≈ 0,2—2 kgf/cm²);

— presiune intermediară: 0,05 și 0,2 bar (≈ 500—2 000 mmH_2O);
— presiune joasă: sub 0,05 bar = 50 mbar (≈ 500 mmH_2O).

În sistemele de distribuție se vor utiliza numai treptele de presiune medie și redusă. Utilizarea presiunii joase se admite numai pentru extinderi de lungime mică, în rețele existente.

Sistemele de distribuție vor fi proiectate, cu regulator la abonat, în funcție de mărimea localității, de repartizarea consumatorilor și cerințele de presiune ale acestora, într-una din principalele variante indicate mai jos:

— rețea de repartiție cu regim de presiune medie și rețea de distribuție cu regim de presiune redusă;

— fără rețea de repartiție, cu rețea de distribuție de presiune redusă.

În instalațiile de utilizare a gazelor din unități industriale (fig. 11.2) se vor folosi, de regulă:

— în instalațiile exterioare: treptele de presiune medie, redusă, intermediară și joasă;

— în instalațiile interioare: treptele de presiune redusă, intermediară și joasă.

Treapta de presiune joasă se va utiliza numai în cazul unor instalații de mică anvergură, cu asigurarea menținerii fluctuațiilor de presiune, în limita intervalului de reglabilitate al arzătoarelor.

Folosirea treptei de presiune medie în instalațiile interioare se admite numai în cazul existenței unor agregate de utilizare care funcționează la această presiune.

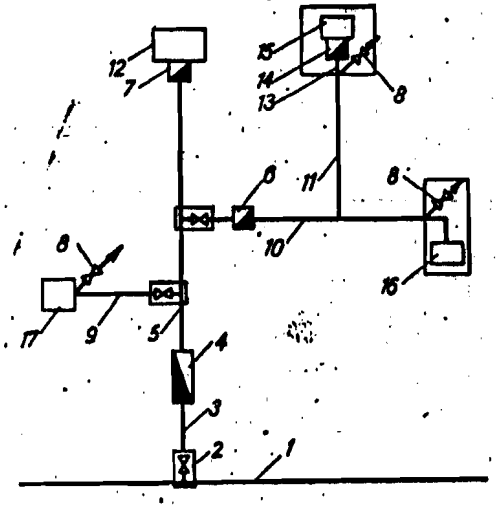


Fig. 11.2. Schema de principiu a unei instalații de utilizare industrială a gazelor:
1 — rețea de repartiție; *2* — țeavă de oțel; *3* — branșament; *4* — stație de reglare la consumator; *5* — instalație exterioară — p.m.; *6* — post de reglare în instalația de utilizare — p.m. sau p.r.; *7* — robinet de incendiu; *9* — racord; *10* — instalație exterioară de p.r.; *11* — racord; *12* — centrală termică; *13* — instalație interioară de p.r.; *14* — post de reglare pe agregat — p.r. la p.d. sau p.j.; *15* — agregat 13, funcționînd la p.d. sau p.j.; *16* — agregate funcționînd la p.r.; *17* — agregat 11, funcționînd la p.m.

În instalațiile de utilizare a gazelor din clădiri cu caracter civil se pot folosi:

— în instalațiile exterioare: treptele de presiune redusă, intermediară și joasă;

— în instalațiile interioare: treptele de presiune intermediară și joasă.

Presiunea prevăzută în instalațiile interioare va corespunde presiunii de regim a arzătoarelor folosite.

În instalațiile pentru clădiri de locuit se va folosi numai presiunea joasă, atît în instalațiile exterioare cît și în cele interioare.

Se exceptează de la prevederile de mai sus centralele termice, montate în clădiri separate sau în clădiri civile (inclusiv de locuit), dotate cu instalații de ardere pentru presiune redusă, pentru care se admite utilizarea presiunii de *max* 0,5 bar, cu condiția intrării conductei din exterior în centrala termică.

Rețeaua de repartiție va fi, de regulă, inelară și dacă este posibil, alimentată în două puncte.

Pentru sectoare sau localități în care întreruperea cu gaze nu poate avea consecințe importante, rețeaua de repartiție poate fi proiectată ramificat.

Rețeaua de distribuție va fi ramificată sau inelară, în funcție de considerente tehnico-economice, de cerințe funcționale și de situația locală. De regulă, stațiile de sector vor fi interconectate, pe treapta de presiune din aval, pe cel mai convenabil dintre traseele curente de distribuție.

La conductele rețelei de repartiție se vor racorda numai consumatorii importanți (întreprinderi, instituții sau dotații), al căror debit nominal depășește 400 m^3/h, în București și 200 m^3/h în celelalte localități, restul consumatorilor urmînd a fi racordați la rețeaua de distribuție.

În cazuri speciale, cînd această soluționare nu este posibilă în condiții economice, întreprinderile de distribuție a gazelor vor putea admite, pe baza unor justificări tehnico-economice, racordarea unor consumatori mai mici la rețeaua de repartiție.

11.1.2. Alegerea traseelor, condiții pentru amplasarea și echiparea conductelor

Traseele rețelelor și instalațiilor exterioare vor fi, pe cît posibil, rectilinii. Traseele vor fi marcate prin inscripții sau prin aplicare de plăcuțe indicatoare pe construcții și stîlpi din vecinătate.

La stabilirea traseelor se va da prioritate siguranței față de estetică.

Conductele rețelelor de distribuție vor fi, de regulă, subterane. Instalațiile exterioare se vor monta, de preferință, aerian, pe pereții exteriori ai clădirilor, pe estacade etc.

Pe clădirile avînd categoria A sau B pericol de incendiu se admite numai montarea instalației proprii de alimentare cu gaze naturale.

În zone construite, aglomerate cu diverse instalații subterane (orașe, întreprinderi etc.), cînd nu este asigurat controlul scăpărilor de gaze cu detectoare, pe rețele de distribuție, respectiv instalațiile exterioare, se vor monta răsuflători deasupra fiecărui teu de branșament și deasupra sudurilor de poziție.

Pentru rețelele subterane la care se prevede controlul pierderilor de gaze cu detectoare, se recomandă ca în locul răsuflătorilor să se monteze tuburi de control.

Se vor mai prevedea răsuflători sau tuburi de control:

— deasupra fiecărei ramificații (subterane) a conductelor de gaze; în locul în care conductele de gaze ies din pămînt, lîngă un perete; la capetele tuburilor de protecție ale conductelor de gaze; la intrarea sau ieșirea din clă-

diri a conductelor de încălzire, apă, canalizare și electrice, pozate direct în pămînt sau în canale de protecție, în cazul în care distanța dintre conductele de gaze și celelalte instalații este mai mică de 5 m; prevederea se face de către proiectanții acestor instalații (rețele).

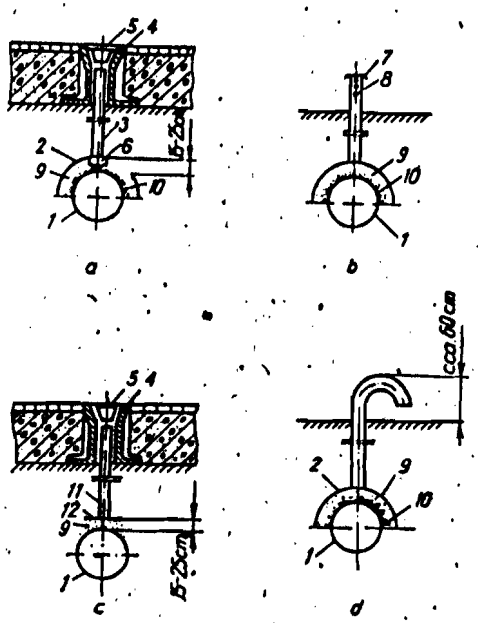


Fig. 11,3. Tipuri de răsuflători:
a — pentru carosabil; *b* — de pereți și pentru spații verzi; *c* — tub de control; *d* — pentru spații verzi; *1* — conducta; *2* — calota; *3* — tija; *4* — cutie de fontă; *5* — capac; *6* — orificiu; *7* — capac; *8* — orificii; *9* — pietriș; *10* — nisip; *11* — tub de control; *12* — talpă

Tipurile de răsuflători sau tuburi de control folosite curent sînt arătate în figura 11.3.

Diametrul interior va fi de 40—50 mm la răsuflători și de 25 mm pentru tuburi de control. Între generatoarea superioară a conductei și fața inferioară a calotei răsuflătorii se va păstra o distanță de 15—25cm. Distanțele minime între conductele subterane de gaze și alte instalații, construcții sau obstacole vor fi cele indicate în tabelul 11.1.

Cînd respectarea distanțelor indicate în tabelul 11.1 nu este posibilă, acestea pot fi reduse cu 20%, cu condiția ca pe porțiunea subdimensionată să se prevadă țevi trase, suduri întărite, verificarea cu peria electrică a continuității izolației anticorosive, controlul nedistructiv al tuturor sudurilor, răsuflători sau cămine pentru drenarea în atmosferă a eventualelor scăpări de gaze sau montarea în tub de protecție.

Se va evita instalarea a două conducte de gaze pe traseu paralel. Cînd o astfel de soluție nu poate fi evitată, distanța între cele două conducte de gaze va fi de cel puțin 0,5 m. Conducta de presiune mai mică va fi pozată, de preferință, spre imobile.

Adîncimea de pozare a conductelor de distribuție, măsurată de la fața terenului pînă la generatoarea superioară a conductei va fi de 1,0 m în carosabil cu fundație de beton, de cel puțin 0,7 m în spații pavate și de cel puțin 0,5 m în spații verzi. În instalații de utilizare exterioare, adîncimea de îngropare va fi de cel puțin 0,4 m. La proiectare se vor lua în considerare cotele definitive pentru amenajarea terenului.

Se poate reduce, local, adîncimea de pozare sub carosabil cu fundație de beton, cu condiția luării unor măsuri de protecție corespunzătoare (tub de protecție etc.).

Se interzice montarea conductelor de gaze la un nivel inferior celui al bazei fundațiilor clădirilor, pe trasee paralele cu clădirile, pînă la distanța

Tabelul 11.1

Distanțe minime între conductele de gaze și alte instalații, construcții sau obstacole subterane (Normativ I 6-1986)

Instalația, construcția sau obstacolul	Distanța minimă în m de la conducta de gaze de:		
	p.j; p.i	p.r.	p.m.
Clădiri cu subsoluri sau aliniamente de terenuri, susceptibile de a fi construite	2	2	3
Clădiri fără subsoluri	1,5	1,5	2
Canale pentru rețele termice, canale pentru instalații telefonice	1,5	1,5	2
Conducte de canalizare	1	1	1,5
Conducte de apă, cabluri de forță, cabluri telefonice montate direct în sol, sau căminele acestor instalații		0,6	
Cămine pentru rețele termice, telefonice și de canalizare, stații sau cămine subterane în construcții independente		1	
Linii de tramvaie (pînă la șina cea mai apropiată)		1,2	
Copaci		1,5	
Stîlpi		0,5	
Linii de cale ferată, exclusiv cele din stații, triaje și incinte industriale	— în rambleu	2*	
	— în debleu	5,5**	
	la nivelul terenului		

OBSERVAȚII:

Distanțele exprimate în m se măsoară în proiecția orizontală, între limitele exterioare ale conductelor sau construcțiilor.

* De la piciorul taluzului

** Din axul liniei de cale ferată

p.j — presiune joasă; p.i — presiune intermediară; p.r — presiune redusă; p.m. — presiune medie.

de 2 m de la clădire; sub linii de tramvai sau de cale ferată, în lungul acestora; sub orice fel de construcție; în canale de orice fel, avînd direct comunicații cu clădiri; pe terenuri destinate construcțiilor.

Pe ramificațiile importante ale rețelelor de repartiție și distribuție, precum și în instalațiile exterioare industriale, se vor prevedea robinete de secționare.

În funcție de conținutul de impurități al gazelor și din considerente de exploatare, în puncte convenabil alese ale rețelelor de distribuție și instalațiilor exterioare, se vor monta refulatoare prevăzute cu cîte două robinete.

Cînd se distribuie gaze care pot conține fracțiuni condensabile sau apă, se vor monta separatoare de lichide, în puncte convenabil alese, de regulă, în punctele joase ale rețelei sau la o schimbare de direcție.

Armăturile, îmbinările cu flanșe, separatoarele de lichide, îmbinările electroizolante și dispozitivele de dilatare se vor introduce în cămine de vizi-

tare (fig. 11.4) sau, după caz, în cutii înglobate în masă de bitum sau de material plastic (fig 11.5). Capacul din fontă al căminului se va monta deasupra robinetului (fig. 11.4). În cazul mai multor robinete montate în același cămin, deasupra robinetelor care nu se găsesc în dreptul capacului căminului se recomandă prevederea de capace tip răsuflătoare.

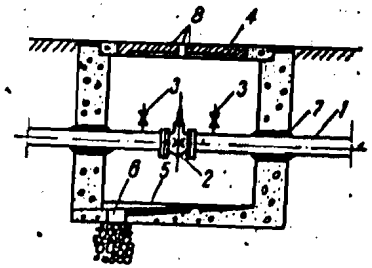


Fig. 11.4. Vană montată în cămin:
1 — conductă; 2 — robinet (vană); 3 — priză de presiune; 4 — capac din fontă; 5 — puțuri în pantă; 6 — scurgere apă; 7 — tub de protecție; 8 — orificii de ventilație.

Lîngă armăturile montate pe conductele aeriene rectilinii, atunci cînd din calcul rezultă ca necesar, se vor prevedea dispozitive de dilatare.

În localități cu distribuție de gaze naturale, proiectanții și constructorii pentru conductele de încălzire, apă, canalizare și electrice, pozate direct în pămînt sau în canale de protecție, vor lua măsuri de etanșare a acestora la intrarea în subsolul clădirilor. De asemenea, se vor etanșa toate trecerile prin planșeul peste subsol, pentru evitarea pătrunderii gazelor în interiorul clădirii.

La recepție, beneficiarul construcției (clădirii) va urmări realizarea lucrărilor de etanșare pe baza procesului-verbal de execuție a lucrărilor ascunse.

Pentru evacuarea eventualelor infiltrații de gaze, se va asigura ventilarea subsolului prin orificii de ventilare pe conturul exterior al clădirii și între încăperile din subsol și prin legarea unor canale de ventilare naturală cu subsolul clădirii.

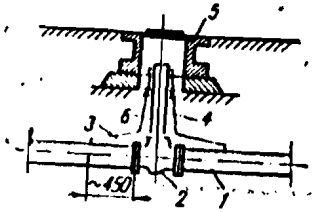


Fig. 11.5. Vană montată îngropat:
1 — conductă; 2 — vană; 3 — țeavă pentru ieșirea produsului; 4 — tub din material plastic; 5 — cutie de vizitare; 6 — tijă de manevră.

Intersectarea conductelor de gaze cu alte instalații subterane sau lucrări la suprafața solului se va face, în general, perpendicular pe axul instalației sau lucrării traversate. În cazuri excepționale se admit traversări sub un alt unghi, dar nu mai mic de 60°.

La intersectări cu alte [illegible]
monta deasupra, la distanța de cel puțin 100 mm.

Prin excepție, pentru instalațiile montate ulterior montării conductei de gaze, acestea se vor monta deasupra, în tub de protecție din oțel, cu răsuflători la capete, respectînd distanța de cel puțin 100 mm.

Conductele de gaze nu vor traversa canale, cămine sau alte construcții subterane; în cazurile în care respectarea acestor condiții nu este posibilă, conducta de gaze va fi introdusă în tub de protecție.

Traversările aeriene ale căilor de circulație de pe teritoriul unităților industriale se vor face la înălțimi convenabile, dar nu mai mici de 5 m.

11.1.3. Branșamentele instalațiilor interioare la rețelele exterioare de gaze naturale combustibile

Prin branșament se înțelege conducta de legătură, conducînd gaz nemăsurat, de la o conductă aparținînd sistemului de distribuție pînă la ieșirea din robinetul de branșament, stația sau postul de reglare.

Fiecare imobil, grup de imobile sau corp de clădire de pe aceeași proprietate (incintă) va fi alimentat printr-un singur branșament, chiar dacă imobilul, respectiv terenul, se mărginește cu mai multe străzi (fig. 11.6). Se exceptează marii consumatori industriali, imobilele foarte mari și obiectivele situate pe suprafețe întinse, pentru care se admite alimentarea diferitelor clădiri, tronsoane sau secții prin branșamente separate, cu condiția ca instalațiile respective să nu fie interconectate (fig. 11.7).

Soluția se va stabili de către proiectant, în funcție de situația locală, cu acordul întreprinderii de distribuție a gazelor.

Branșamentele vor fi pozate, de regulă, pînă la limita de proprietate a abonatului.

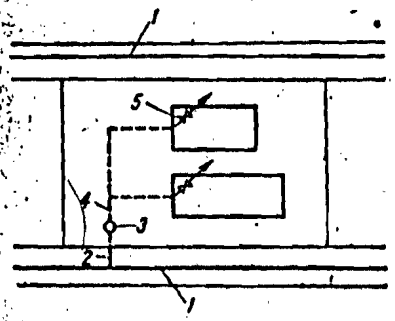


Fig. 11.6. Alimentarea cu gaze a unui grup de imobile a căror incintă este mărginită de două străzi:
1 — rețea de distribuție; 2 — branșament; 3 — post de reglare la cap de branșament; 4 — instalație exterioară; 5 — robinet de incendiu.

În zonele în care rețeaua de distribuție publică urmărește rețeaua stradală, alimentarea consumatorilor se va face prin branșamente separate, la conducta din strada pe care este situat imobilul sau incinta respectivă (întreprinderea industrială, instituția). În această situație este interzisă alimentarea consumatorilor din conducte de distribuție situate pe alte străzi, atît prin bran-

șamente proprii cît și prin prelungirea branșamentelor altor consumatori. Imobilele situate pe col pot fi alimentate din conducta situată pe oricare din străzile cu care se învecinează.

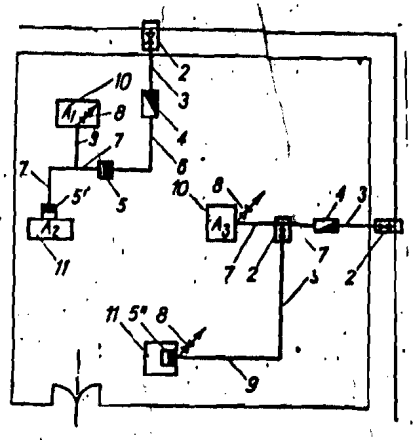


Fig. 11.7. Schemă de principiu privind alimentarea unei instalații industriale prin două branșamente:

1—rețea de repartiție; *2*—cămin de vană; *3*—branșament; *4* — stație de reglare la consumator; *5* — post de reglare în instalație de utilizare; *5'* — post de reglare în instalație de utilizare alipit unei clădiri; *5''* — post de reglare pe agregat; *6* — instalație exterioară de *p.m.*; *7* — instalație exterioară de *p.r.*; *8* — robinet de incendiu; *9* — racord; *10* — agregat funcționînd la *p.r.*; *11* — agregat funcționînd la *p.j.*

Se admite racordarea a cel mult două imobile de pe proprietăți vecine prin branșament comun, în următoarele cazuri:

— cînd cele două imobile sînt situate pe aceeași stradă și racordarea se face la conducta de distribuție din strada pe care se află imobilele (fig. 11.8, *a* și *b*);

— cînd cele două imobile nu sînt situate pe aceeași stradă, dar formează un singur corp (fig. 11.8,*c*), instalația de utilizare exterioară se va executa, în mod obligatoriu, aparent, cu posibilități ușoare de acces la robinetul de incendiu.

În localitățile și ansamblurile urbane, în care conductele de distribuție nu urmăresc rețeaua stradală, racordarea imobilelor se face prin branșamente la conducta cea mai apropiată a rețelei de distribuție.

La clădirile cu mai multe case de scară (tronsoane) se admite ramificarea branșamentului, în funcție de condițiile locale (fig. 11.8, *d*).

Cu acordul întreprinderii de distribuție, branșamente ramificate sînt admise și pentru alimentarea mai multor imobile, pentru reducerea numărului de traversări a unor artere de circulație importante (drumuri naționale, magistrale) — fig. 11.8, *e* (branșament pieptene). În aceste cazuri, instalațiile de utilizare alimentate prin capete de branșament diferite nu vor fi interconectate.

În cazul alimentării din instalații exterioare, fiecare imobil, hală, corp de clădire etc. se va alimenta printr-un racord propriu. Nu se admite alimentarea unei clădiri sau secții prin mai multe racorduri. În cazuri speciale (hale monobloc, cu consumatori la capete) se pot proiecta, cu avizul întreprinderii de distribuție a gazelor, două alimentări independente, care nu vor fi interconectate.

În afara unor situații excepționale și obligate, branșamentele și racordurile vor fi perpendiculare pe conducta de distribuție, respectiv pe conducta instalației exterioare. Nu se admit branșamente în lungul străzilor.

Branșamentele și racordurile subterane vor avea pantă către conducta la care se racordează. În industrii se va da preferință branșamentelor și racordurilor aeriene.

La capătul branșamentului se va monta un robinet de branșament care să permită scoaterea din funcțiune a întregii instalații. La branșamentele ramificate se va prevedea și cîte un robinet pe fiecare ramificație, înainte de intrarea în clădire.

La intrarea în fiecare imobil, hală industrială, corp de clădire etc. la capătul racordului, se va instala, la exterior, în loc accesibil, un robinet de incendiu care va fi marcat conform STAS 297-80. În cazul în care la intrarea în imobil nu există post (stație) de reglare propriu, robinetul de incendiu se va monta după ieșirea din cabina (clădirea) postului (stației), înainte de prima

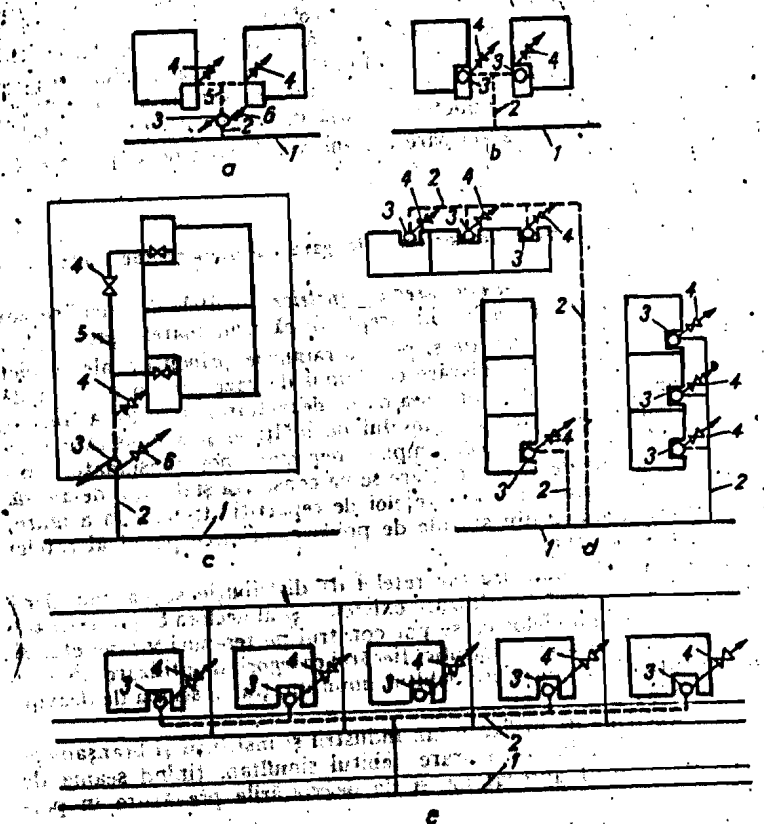


Fig. 11.8. Scheme de principiu (orientative) privind alimentarea prin branșament comun și branșament ramificat:

1 — rețea de distribuție; *2* — branșament; *3* — post de reglare în cap de branșament; *4* — robinet de branșament; *5* — instalație exterioară; *6* — robinet de branșament.

ramificație. În cazul în care distanța între robinetul postului (stației) de reglare și robinetul de incendiu este sub 5 m, se poate renunța la acesta din urmă, funcțiunea lui fiind preluată de robinetul postului (stației) de reglare. Pentru robinetele plasate la înălțime se vor prevedea scări metalice (tip STAS 8168-80) de acces și platforme de manevrare a robinetului.

Intrarea în clădiri a conductelor subterane (branșamente, racorduri) se va face după ieșirea conductelor la suprafața solului, prin traversarea peretelui exterior al clădirii, la o înălțime convenabilă.

Este interzisă prelungirea instalației exterioare subterane direct în clădire. În cazuri excepționale, cînd nu se poate evita o astfel de soluție, în instalațiile industriale se va prevedea, înainte de intrarea în hală, un cămin de aerisire, prin care va trece conducta de gaze și în care se va monta robinetul de incendiu. Robinetul de incendiu va fi cu tijă înaltă, pentru ca manevrarea să se poată face de la suprafața solului. Căminul va fi acoperit cu grătar și va avea asigurată evacuarea permanentă a apelor colectate.

Amplasarea capului de branșament sau a racordului se va face astfel încît intrarea conductelor din nișă (cabină) în clădire să se facă numai în spații ușor accesibile și ventilate, case de scară, coridoare ventilate, hale etc. Se interzice intrarea directă a conductei din nișă în interiorul construcției.

Conductele instalațiilor exterioare aeriene vor fi vopsite, după recepție, conform STAS 8589-80, galben închis.

11.1.4. Calculul conductelor exterioare de gaze naturale combustibile

Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor. Debitele de calcul se vor stabili, pe baza avizelor organelor în drept, după următoarele prescripții:

— pentru rețeaua de repartiție și pentru ramurile principale ale rețelei de distribuție se va lua în considerare consumul de gaze pentru o etapă de perspectivă (minimum 20 ani), ținînd seama de dezvoltarea în viitor a zonelor deservite, eventuala modificare a regimului de înălțime și a densității construcțiilor existente, de schimbările amplasamentelor unor consumatori importanți. Pentru traseele de interconectare se va considera și debitul de avarie al sectoarelor vecine. Dimensionarea rețelei de repartiție trebuie să asigure, în caz de defectare a uneia din stațiile de predare, în orice punct al rețelei 50% din debitul de calcul;

— pentru ramurile secundare ale rețelei de distribuție se va considera debitul instalat al aparatelor de utilizare existente și al acelora ce pot fi instalate în viitor, dotarea imobilelor ce se pot construi pe terenuri virane etc. și se vor aplica factori de încărcare specifici fiecărei categorii de utilizare. Pentru industrie și instituții se va considera debitul simultan, ținînd seama de dezvoltările în perspectivă;

— pentru instalațiile de utilizare din industrii și instituții și branșamentele respective se va lua în considerare debitul simultan, ținînd seama de regimul de funcționare al agregatelor și de dezvoltările prevăzute în perspectivă;

— pentru instalațiile de utilizare și branșamentele consumatorilor casnici se vor însuma debitele tuturor aparatelor de utilizare de aceeași categorie și se vor aplica factori de încărcare corespunzători fiecărei categorii de utilizare.

Stabilirea căderilor de presiune. La rețelele cuprinse între regulatoare (cel dinspre treapta superioară și cel către treapta inferioară), pentru dimensionarea conductelor, căderea de presiune disponibilă Δp se va stabili ca diferență între presiunea minimă asigurată la ieșirea din primul regulator p_1 și

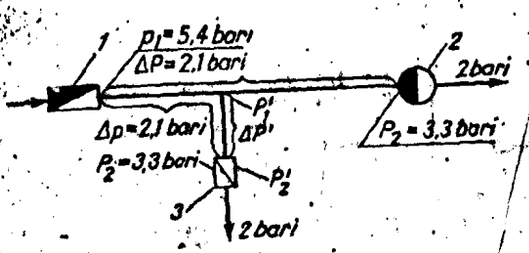


Fig. 11.9. Ilustrarea utilizării căderilor de presiune în regim de presiune medie:
1 — stație de predare; 2 — stație de reglare de sector; 3 — stație de reglare la consumator.

presiunea minimă necesară înaintea celui de al doilea regulator p_2 pentru a asigura nivelul maxim de presiune al treptei inferioare. Presiunea disponibilă p_1, după primul regulator, se stabilește scăzînd din presiunea nominală la ieșire abaterea maximă indicată în standardul de fabricație al aparatului. Presiunea p_2, înainte de al doilea regulator, se stabilește adăugînd la presiunea nominală, în aval de regulator, căderea de presiune prescrisă prin standardul de fabricație, pentru a asigura funcționarea corectă a regulatorului. Presiunea p_2 astfel găsită se va majora cu 10%, pentru compensarea unor factori imprevizibili.

În cazul asigurării presiunilor maxime la ieșirea din regulator, căderile de presiune Δp vor avea următoarele valori maxime:

— pentru rețele de presiune medie $\Delta p = 2{,}1$ bar ($\approx 2{,}1$ kgf/cm²) între $p_1 = 5{,}4$ bar ($\approx 5{,}4$ kgf/cm²) și $p_2 = 3{,}3$ bar ($\approx 3{,}3$ kgf/cm²) (fig. 11.9);

— pentru rețele de presiune redusă avînd la capăt regulatoare cu acționare directă (de debit mic) $\Delta p = 1{,}0$ bar ($\approx 1{,}0$ kgf/cm²) între $p_1 = 1{,}8$ bar ($\approx 1{,}8$ kgf/cm²) și $p_2 = 0{,}8$ bar ($\approx 0{,}8$ kgf/cm²) (fig. 11.10).

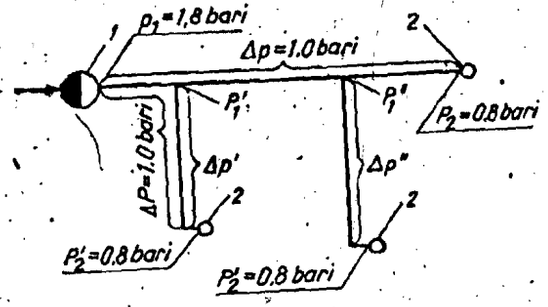


Fig. 11.10. Ilustrarea căderilor de presiune în regim de presiune redusă:
1 — stație de reglare de sector; 2 — post de reglare la cap de branșament.

Pentru ramificații și branșamente, căderea de presiune Δp se va stabili ca diferență între presiunea disponibilă în punctul de racord p_1 și presiunea necesară înaintea regulatorului de la capătul branșamentului p_2.

Pentru rețelele de distribuție existente, presiunea disponibilă p_1 se va indica de către întreprinderea de distribuție a gazelor.

Dimensionarea conductelor. Căderile de presiune stabilite se vor folosi pentru acoperirea tuturor pierderilor de sarcină (liniare, în rezistențe locale, în armături, contoare etc.). Se va avea în vedere ca, la debitul de calcul, aceste căderi de presiune să fie consumate cît mai complet, pe oricare din ramurile rețelei sau instalației, indiferent de lungimea ei.

Pentru calculul hidraulic al conductelor de presiune medie și redusă se aplică relația

$$Q_c = 4{,}19 \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2)\, D^5}{T L \delta \lambda}}, \qquad (11.1)$$

în care: Q_c este debitul de calcul, în condiții standard ($P = 1{,}013$ bara și $T = 288{,}15$ K) m³/h;

P_1; P_2 — presiunea absolută la începutul și sfîrșitul tronsonului considerat, în bar absolut (bara); [cînd se lucrează în sistemul MKfs (1 bar = = 1,02 kgf/cm²), constanta are valoarea 4,222];

D — diametrul interior al conductei, în cm;

T — temperatura gazelor, K;

L — lungimea tronsonului respectiv, în km;

δ — densitatea relativă a gazelor în raport cu aerul;

λ — coeficientul de rezistență hidraulică determinat cu relația:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3{,}71 D} \right). \qquad (11.2)$$

$\mathrm{Re} = \frac{wD}{\nu}$; numărul Reynolds care se poate calcula cu expresia:

$\mathrm{Re} = 2230 \frac{Q}{D}$, în are Q este debitul de calcul, în m³/h;

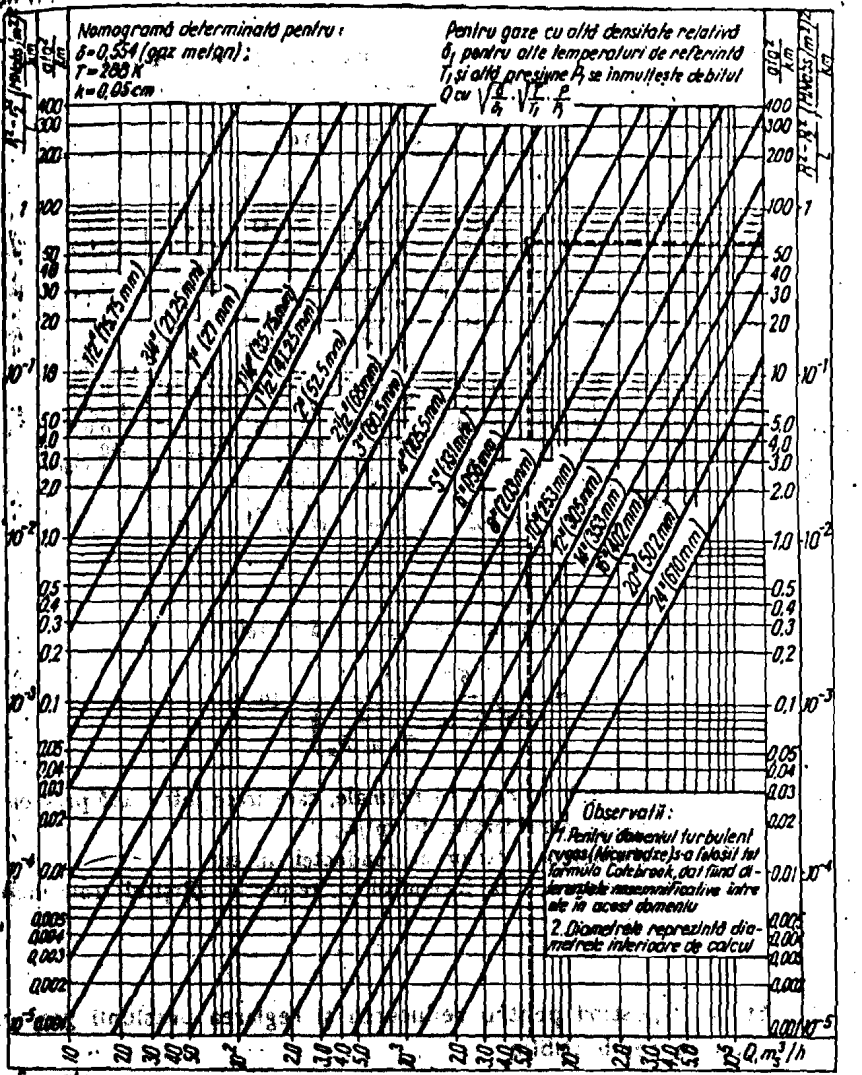
k — rugozitatea absolută, în cm; pentru calcul se poate lua $k = 0{,}05$ cm.

Pentru estimări, în cazul unor branșamente și tronsoane scurte de conductă, valorile coeficientului λ se pot lua din tabelul 11.2

Diametrele conductelor se pot calcula fie aplicînd relația (11.1), fie cu ajutorul nomogramei pentru calculul conductelor de gaze în regim cu volum variabil (fig. 11.11).

Pentru conductele subterane nu se admit diametre sub 25 mm.

Panourile, colectoarele și conductele de ocolire ale claviaturilor de reglare și măsurare din stații și posturi de reglare vor fi astfel dimensionate încît viteza gazelor în conductă să nu depășească 60 m/s pentru stațiile racordate direct la conducta de transport, respectiv 40 m/s pentru cele racordate la sistemele de distribuție.



Exemplu:

1. Calculul lui D

Se dau: $Q = 5800$ m³/h; $P_1 = 0{,}7$ MNabs/m²; $P_2 = 0{,}43$ MNabs/m²; $L = 0{,}5$ km; $\frac{P_1^2 - P_2^2}{L} = 0{,}6102 \frac{(\mathrm{MNabs/m^2})^2}{\mathrm{km}}$

La punctul de intersecție al dreptelor date se obține $D = 125{,}5$ mm. Se calculează $w = \frac{0{,}536\, Q}{D^2 \frac{P_1 + P_2}{P_1 \cdot P_2}}$

și rezultă $w = 32{,}33$ m/s. Deoarece $w \geq 25$ m/s, se alege diametrul imediat superior: $D = 131$ mm și se calculează w pentru $D = 131$ mm și se obține 30,78 m/s, care se încadrează în viteza prescrisă

2. Calculul lui P_2 și $P_1 - P_2$; se dau $D = 131$ mm; $L = 0{,}5$ km; $Q = 5800$ m³/h; $P_1 = 0{,}7$ MNabs/m²; $\frac{P_1^2 - P_2^2}{L} = 0{,}2 \frac{(\mathrm{MNabs/m^2})^2}{\mathrm{km}}$;

$P_1^2 - P_2^2 = 0{,}21 \cdot 0{,}5$; $P_2^2 = P_1^2 - 0{,}105$; $P_2 = \sqrt{0{,}49 - 0{,}105} = \sqrt{0{,}385}$ MNabs/m²; $P_1 - P_2 = 0{,}700 - 0{,}620 = 0{,}080$ MNabs/m²

Fig. 11.11. Nomograma pentru calculul conductelor de gaze în regim cu volum variabil.

Coeficienții de rezistență hidraulică în funcție

D_i cm	D/k		numărul 10 000	12 000	16 000	20 000	25 000	30 000	40 000	50 000
2,8	56	λ	0,0503	0,0497	0,0490	0,0485	0,0481	0,0478	0,0475	0,0473
		Q	12,53	15,06	20,08	25,10	31,37	37,65	50,20	62,75
3,6	72	λ	0,0468	0,0461	0,0453	0,0447	0,0443	0,0440	0,0436	0,0433
		Q	16,14	19,36	25,82	32,28	40,33	48,42	64,56	80,70
4,2	84	λ	0,0449	0,0442	0,0433	0,0427	0,0422	0,0419	0,0414	0,0412
		Q	18,83	22,59	30,12	37,66	47,07	56,49	75,32	94,15
5,3	106	λ	0,0425	0,0417	0,0406	0,0400	0,0394	0,0390	0,0386	0,0383
		Q	23,76	28,51	38,01	47,52	59,38	71,26	95,01	118,80
6,9	138	λ	0,0401	0,0393	0,0381	0,0374	0,0367	0,0363	0,0358	0,0354
		Q	30,94	37,12	49,50	61,88	77,38	92,82	123,76	154,70
8,2	164	λ	0,0388	0,0379	0,0367	0,0359	0,0352	0,0348	0,0342	0,0338
		Q	36,77	44,12	58,83	73,54	91,92	110,31	147,08	183,85
10,6	212	λ	0,0372	0,0362	0,0349	0,0340	0,0333	0,0327	0,0321	0,0316
		Q	47,53	57,03	76,04	95,06	118,82	142,59	190,12	237,53
13	260	λ	0,0361	0,0351	0,0336	0,0327	0,0319	0,0313	0,0306	0,0301
		Q	58,29	69,94	93,24	116,58	145,72	174,87	233,16	291,45
15,6	312	λ	0,0353	0,0342	0,0327	0,0317	0,0309	0,0303	0,0294	0,0289
		Q	69,95	83,94	111,92	139,90	174,87	209,85	279,80	349,75

OBSERVAȚIE: Q, în m³/h

Viteza gazelor w în conductă se calculează cu relația

$$w = \frac{5{,}376\ Q_N}{D^2\left(P_1 + \frac{P_1}{P_1 + P_2}\right)} \quad [m/s], \qquad (11.3)$$

în care: Q_N este debitul, în condiții normale, care trece într-o oră prin conducta considerată, în m³/h;

D — diametrul interior al conductei, în cm;

P_1; P_2 — presiunile la începutul și, respectiv, sfîrșitul tronsonului considerat, în bara.

11.2. Stații și posturi pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile

11.2.1. Scheme de principiu pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii gazelor naturale combustibile

Stația pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitului de gaze naturale combustibile cuprinde ansamblul de aparate, armături și acce-

Tabelul 11.2

de D și numărul Reynolds (Re) respectiv Q

Reynolds (Re) 60 000	70 000	100 000	120 000	150 000	180 000	200 000	230 000	260 000
0,0472								
75,30								
0,0432	0,0431	0,0429						
96,84	112,98	161,4						
0,0410	0,0409	0,0407						
112,98	131,81	188,3						
0,0381	0,0380	0,0377	0,0376					
142,58	166,32	237,60	285,12					
0,0352	0,0350	0,0347	0,0346	0,0345				
185,64	216,58	309,4	371,28	464,10				
0,0335	0,0333	0,0330	0,0329	0,0327	0,0327	0,0326		
220,62	257,39	367,70	441,24	551,55	681,86	735,40		
0,0313	0,0311	0,0307	0,0306	0,0304	0,0303	0,0302	0,0302	0,0301
285,18	332,71	475,3	570,3	712,95	855,54	950,6	1 093,19	1 235,78
0,0298	0,0295	0,0291	0,0289	0,0288	0,0286	0,0285	0,0285	0,0284
349,74	408,03	582,90	699,48	874,35	1 049,22	1 165,80	1 340,67	1 515,54
0,0286	0,0283	0,0278	0,0276	0,0274	0,0273	0,0272	0,0271	0,0271
419,70	489,65	699,5	839,40	1 049,25	1 259,10	1 399,00	1 608,85	1 818,70

sorii, amplasat într-o clădire separată, prin care se face reducerea și reglarea presiunii precum și măsurarea debitelor de gaze. Stațiile pot fi:

— stații de reglare de sector, prin care se face trecerea gazelor din rețeaua de repartiție în rețeaua de distribuție a sistemului de distribuție;

— stații de reglare la consumator, amplasate pe teritoriul unor consumatori importanți, după robinetul de branșament, prin care se reduce presiunea gazelor din sistemul de distribuție la nivelul maxim necesar consumatorului.

La consumatorii importanți pot exista stații de reglare și în cadrul instalațiilor de utilizare.

Postul pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile cuprinde ansamblul de aparate, armături și accesorii, amplasat într-o cabină, sau direct pe agregate tehnologice, prin care se face reducerea și reglarea presiunii gazelor, de regulă cu regulatoare cu acționare directă.

Postul de reglare-măsurare cuprinde ansamblul de aparate, armături și accesorii, amplasate într-o cabină, prin care se face reducerea și reglarea presiunii, de regulă într-o singură treaptă, precum și măsurarea debitelor de gaze.

Stațiile și posturile de reglare-măsurare, delimitate prin robinetele de închidere, la intrare și ieșire, se vor construi după schemele de principiu din figurile 11.12; 11.13; 11.14; 11.15 și 11.16 (prezentate pentru o treaptă de reglare). Schemele prezentate se vor adapta, după necesități, de la caz la caz. Schemele de montaj vor fi astfel alese încît să rezulte o grupare cît mai compact a echipamentului. În cazul existenței mai multor trepte de reglare, acestea pot fi legate în serie sau paralel (fig. 11.15).

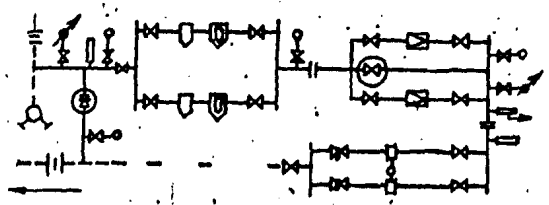


Fig. 11.12. Schema de principiu a unei stații de reglare-măsurare (S.R.M.).

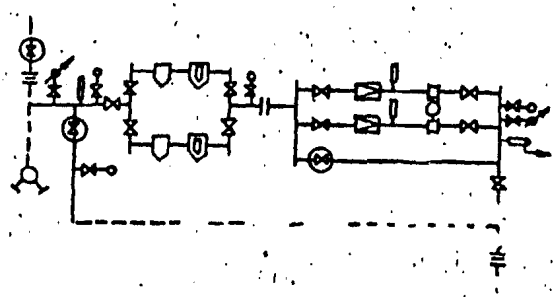


Fig. 11.13. Schema de principiu a unei stații de reglare-măsurare având reglarea și măsurarea pe un singur panou.

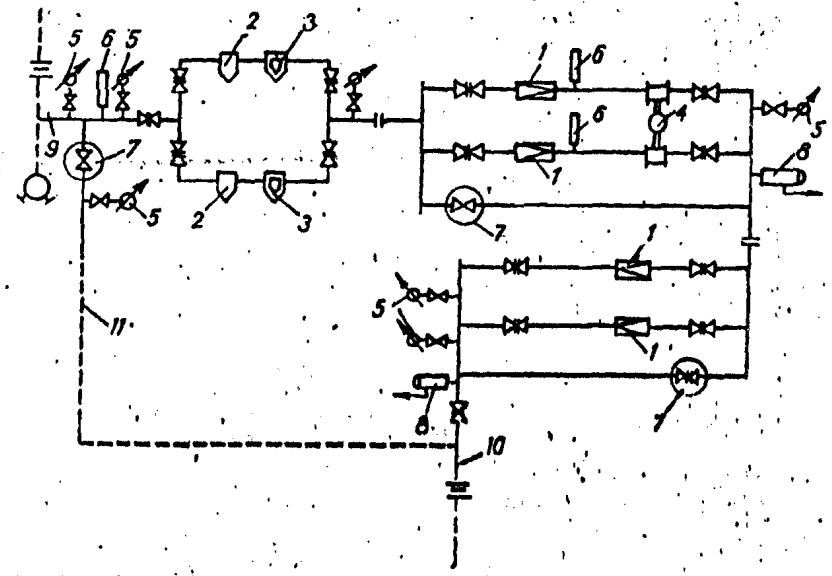


Fig. 11.14. Schema de principiu a unei stații de reglare-măsurare cu două trepte de reglare.
1—reducător (regulator) de presiune; *2*—filtru grosier; *3*—filtru fin; *4*—debitmetru; *5*—manometru; *6*—termometru; *7*—robinet cu ventil de laminare; *8*—supapă de siguranță; *9*—conductă de intrare a gazelor; *10*—conductă de ieșire a gazelor; *11*—conductă de ocolire.

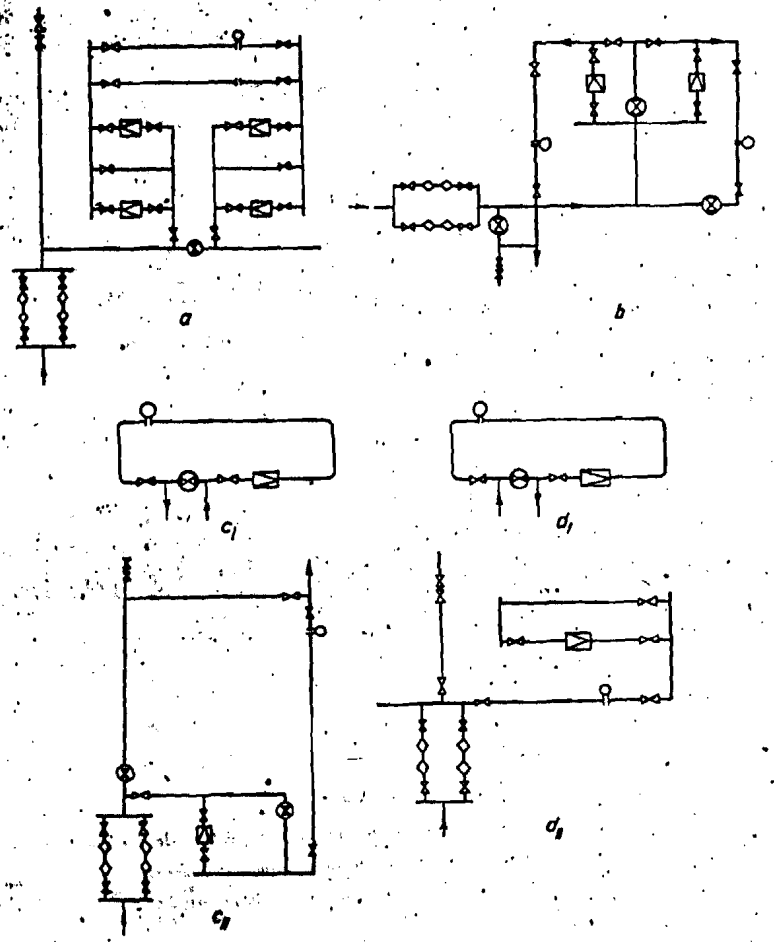


Fig. 11.15. Schema de principiu de montaj pentru stații și posturi de reglare-măsurare.

Posturile de reglare se vor construi după schemele de principiu din figura 11.16.

Toate stațiile de reglare-măsurare vor fi prevăzute cu ocolitor exterior și refulator. La posturile de reglare-măsurare se vor prevedea numai ocolitoare interioare.

Numărul treptelor de reglare și intervalul de presiuni pentru fiecare treaptă se vor alege în funcție de mărimea și variația presiunii de intrare și ieșire precum și în funcție de caracteristicile regulatoarelor folosite. Fiecare treaptă

de reglare va fi prevăzută cu un singur panou în cazul în care variația debitelor în cursul anului (maxim, iarna — minim, vara) se încadrează în plaja de reglare a regulatorului.

În cazul în care caracteristicile regulatoarelor disponibile nu permit această soluționare, se vor prevedea cîte două panouri de reglare. Fiecare

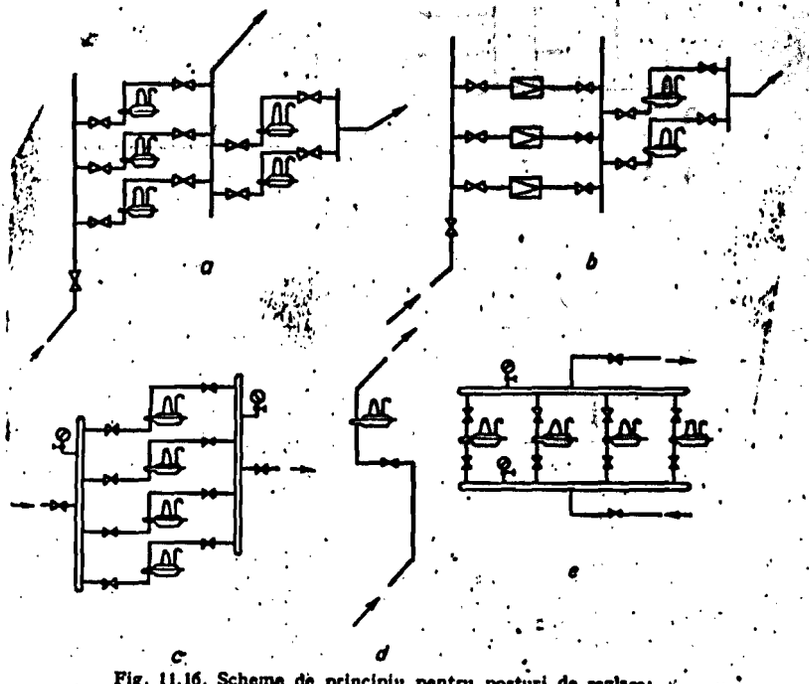


Fig. 11.16. Scheme de principiu pentru posturi de reglare:

a — cu două trepte de reglare: treapta I — regulatoare cu acționare indirectă; treapta II — regulatoare cu acționare directă *b* — cu două trepte de reglare, cu regulatoare cu acționare directă treapta I, categoria II, treapta II, categoria I; *c* — cu 4 regulatori-montați în poziție verticală; *d* — cu un singur regulator; *e* — cu 4 regulatori, montați în poziție orizontală.

treaptă de reglare va fi prevăzută cu un ocolitor cu robinet. De la caz la caz, se poate prevedea un ocolitor pentru două trepte de reglare. În caz de necesitate, se admite instalarea în paralel a mai multor panouri de reglare, pentru aceeași treaptă, cu dimensionarea corespunzătoare a colectorului.

11.2.2. Regulatoare de presiune

Reglarea presiunii se poate face, după caz, fie cu regulatoare cu acționare indirectă (pilotate), fie cu regulatoare cu acționare directă (de debit mic). Cu acordul Întreprinderii de distribuție a gazelor, în stații și posturi de reglare se pot monta și alte tipuri de regulatoare.

Caracteristicile tehnice de definiție ale regulatoarelor automate cu acționare indirectă (STAS 7134-82), din fabricația curentă, sînt: presiuni nominale: 6; 10; 16; 25; 40; 64; 100; 160 bar; diametre nominale: 15; 20; 25; 40; 50; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500 mm.

După presiunea la ieșire, reglată, aceste regulatoare pot fi de: presiune joasă sub 0,05 bar (50 mbar = 500 mmH_2O); presiune intermediară 0,05—0,2 bar (50—200 mbar) (500—2 000 mmH_2O); presiune redusă 0,2—2 bar; presiune medie 2—6 bar; presiune înaltă peste 6 bar.

Abaterile maxime de la presiunea de ieșire, în raport cu presiunea prescrisă, se determină cu relația:

$$\overline{\Delta p_s} = \frac{p_s - p_{sr}}{p_{sr}} \cdot 100, \qquad (11.4)$$

în care: p_s este presiunea nominală de ieșire prescrisă, în bar;
p_{sr} — presiunea reglată, efectivă la ieșire, în bar.

Alegerea mărimii regulatoarelor se va face cu relația

$$Q = C_v \sqrt{\Delta P}, \qquad (11.5)$$

în care: Q este capacitatea de reglare a regulatorului, în m^3/h;
C_v — coeficient de debit al valvei regulatorului (reprezintă o constantă constructivă a regulatorului care se furnizează de către constructorul regulatoarelor);
ΔP — căderea de presiune produsă într-un regulator cu C_v dat la trecerea debitului reglat Q, în bar.

Regulatoarele de presiune automate, cu acționare indirectă (v. STAS 7134-82) vor fi alese astfel încît să aibă o capacitate de reglare de 1,1—1,2 ori debitul maxim reglat.

Regulatoarele cu acționare directă se vor alege ținînd seama de curba lor de descărcare, determinată și pusă la dispoziție de către constructorul regulatoarelor (v. și STAS 966—81).

11.2.3. Instalații pentru măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile

Pentru fiecare abonat se va prevedea contorizarea consumului de gaze.

În cazul branșamentelor care alimentează mai mulți abonați, care au relații directe cu întreprinderea de distribuție a gazelor, se vor prevedea contoare la fiecare abonat (apartmanet distinct din punct de vedere arhitectonic).

În blocurile de locuințe, în care consumul este destinat exclusiv bucătăriilor și spălătoriilor, se va prevedea măsurarea în comun a consumului de gaze livrat printr-un branșament, pe fiecare scară sau pe bloc.

Se va da prioritate soluțiilor cu un singur contor sau cu un număr mai redus de contoare, pe bloc, în măsura în care soluția se încadrează în cerințele de arhitectură și fluctuațiile de presiune nu depășesc intervalul de reglabilitate a arzătoarelor (de regulă 20—25% din presiunea nominală).

În industrii și instituții, pentru întocmirea de bilanțuri termice sau stabilirea de consumuri specifice se recomandă instalarea de contoare pasante, pe secții, ateliere, hale sau pe agregate; aceste contoare trebuie avute în vedere la calculul căderilor de presiune și, respectiv, la alegerea treptei de presiune pentru instalație.

Toate stațiile de reglare și posturile de reglare-măsurare, inclusiv cele de sector, se vor prevedea cu instalații de măsurare a debitelor cu contoare diferențiale, volumetrice, de viteză sau de masă. Se pot prevedea unul sau mai multe panouri de măsurare cu contoare diferențiale, montate în paralel.

Se va prevedea un singur panou de măsurare în toate cazurile cînd variația debitelor în cursul anului (maxim — iarna, minim — vara) este mică, nedepășind plaja de măsurare a contorului. În caz contrar, se vor prevedea două panouri de măsurare, unul pentru perioada de vîrf, celălalt pentru perioada de consum redus. Nu se vor prevedea conducte de ocolire ale panourilor de măsurare sau ale contoarelor după care se face facturarea.

La alegerea mărimii echipamentelor de măsură a debitului se va ține seama de condițiile termodinamice de stare ale gazelor. Cantitățile de gaze se corectează prin aducerea la o singură stare de referință, de regulă starea normală definită prin condițiile: $T = 273{,}15$ K (0°C) și $p = 1{,}01325$ bara ($\approx$760 mmHg).

Corectarea debitelor pentru starea normală se face pentru abonații care au stații de reglare-măsurare sau posturi de reglare-măsurare prevăzute cu contoare diferențiale, precum și pentru abonații cu debite instalate de peste 400 m³/h.

Pentru aducerea la starea normală a unui volum (debit) Q, în m³/h, măsurat la o stare oarecare (t; °C; p; mbar) se va folosi relația

$$Q_N = \frac{B + p - p_V}{1013} \cdot \frac{273}{273 + t}, \qquad (11.6)$$

în care: Q_N este debitul la starea normală, în m_N^3/h;
B — presiunea barometrică, în mbar;
p — presiunea efectivă la care se face măsurarea, în mbar;
p_V — presiunea parțială a vaporilor de apă din gaz, corespunzător umidității sale, în mbar;
t — temperatura la care se face măsurarea, în °C.

Se recomandă montarea panourilor de măsurare în aer liber, ori de cîte ori este posibil. Contoarele se vor monta numai în clădirea sau cabina stației, respectiv postului de reglare-măsurare.

Diafragmele și ajutajele contoarelor diferențiale se vor confecționa și monta în conformitate cu STAS 7347-83.

Camerele de măsurare ale contoarelor diferențiale se vor monta, de regulă, în avalul regulatoarelor. Se recomandă ca măsurarea cu contoare diferențiale să se facă după prima treaptă de reglare, iar instalațiile de măsură să se amplaseze cît mai aproape de limita de proprietate, în incinta consumatorului.

Montarea instalațiilor de măsură cu contoare diferențiale se va face în conformitate cu STAS 7347-83. Montarea contoarelor volumetrice se va face în poziție verticală, cu cadranul, de preferință, la înălțimea de 1,8—2,0 m, la distanță de 3—5 cm de la perete. Contoarele se vor monta pe plăci cu cadre metalice de susținere.

În industrii și instituții, cu avizul întreprinderii de distribuție a gazelor, se pot monta ocolitoare la contoarele montate în afara stațiilor sau posturilor de reglare. Ocolitoarele vor fi prevăzute cu robinete, care în timpul funcționării normale vor fi închise și sigilate.

Contoarele se vor instala în locuri uscate, ventilate, ușor accesibile: casa scării, coridoare, marchize etc., precum și în nișe închise și aerisite, amenajate în pereții exteriori ai clădirilor sau în cabine exterioare, special amenajate. Se admite montarea contoarelor pe pereții exteriori ai clădirilor (în locuri accesibile), ferite de intemperii. Este interzisă montarea contoarelor în locuri expuse intemperiilor, în camere de locuit, closete, băi și încăperi în care există flacără liberă, în încăperi în care se păstrează alimente sau materiale inflamabile și acolo unde accesul este oprit. Se interzice intrarea directă a conductei din nișă în interiorul construcției.

11.2.4. Instalații și dispozitive auxiliare

În stațiile și posturile pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile, se prevăd: filtre, dispozitive de siguranță, manometre, termometre, robinete de închidere și manevră.

Necesitatea montării filtrelor în stațiile de reglare se va stabili de către întreprinderea care exploatează conductele de transport pentru stațiile de predare și de către întreprinderea distribuitoare pentru stațiile de sector și cele de la consumator.

În instalațiile proprii ale consumatorilor industriali a căror procese tehnologice impun utilizarea gazelor cu un conținut de impurități sub limitele prevăzute de STAS 3317-73, se vor prevedea filtre suplimentare.

Instalațiile de reglare din posturile și stațiile de reglare vor fi prevăzute cu dispozitive de siguranță, care să prevină creșterea presiunii în aval, peste nivelul maxim al treptei de presiune. Evacuarea gazelor de la dispozitivele de siguranță, se va face deasupra acoperișului stațiilor sau posturilor de reglare independente, respectiv deasupra acoperișurilor clădirilor la care acestea sînt alipite. Se recomandă prevederea stațiilor de reglare cu dispozitive de teletransmitere, telemăsurare, limitatoare de debit etc.

Pe colectoarele filtrelor și pe colectoarele fiecărei trepte de reglare se vor prevedea manometre. De asemenea, se vor prevedea posibilități de măsurare a temperaturii pe colectoarele și distribuitoarele stațiilor și posturilor de reglare-măsurare (locașuri pentru termometre).

Robinetele de separare ale stațiilor se vor monta la distanța de 5 m de peretele stației, pe conducta de intrare, respectiv pe cea (cele) de ieșire.

Pe ocolitorul stației se va monta un robinet de laminare. Se admite și montarea a două robinete cu sertare în locul robinetului de laminare, în caz că acesta nu se poate procura.

11.2.5. Construcții pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii gazelor naturale combustibile. Montarea echipamentelor în stații și posturi de reglare

Instalațiile de reglare-măsurare, dotate cu regulatoare cu acționare indirectă, se vor amplasa în clădiri proprii sau în aer liber. Posturile de reglare se pot amplasa în cabine, nișe (firide) sau direct pe agregate tehnologice în hale industriale.

Clădirile stațiilor de reglare-măsurare vor fi supraterane. În mod excepțional, cu avizul organelor administrative locale și al întreprinderii de distribuție

a gazelor, se pot construi stații de sector subterane, asigurîndu-se o ventilare corespunzătoare.

Distanțele de siguranță dintre clădirile stațiilor de reglare-măsurare și clădirile, instalațiile și căile de comunicație învecinate, se vor stabili în conformitate cu prevederile Decretului 70—1975.

În tabelul 11.3 se indică obiectivele față de care trebuie păstrate distanțe de siguranță, precum și valori orientative de la care se poate pleca în fixarea acestora.

Tabelul 11.3

Date orientative în vederea stabilirii distanțelor de siguranță de la stații de reglare-măsurare la diverse obiective (Normativ I 6-1986)

Destinația construcțiilor învecinate			Distanțe, în m, pentru stații de capacitate							
			Pînă la 6 000 m³/h			6 000—30 000 m³/h			Peste 30 000 m³/h	
			Presiunea în intrare, în bar							
			<2	2—6	peste 6	<2	2—6	peste 6	<6	peste 6
Clădiri industriale și depozite de materiale combustibile										
— grad I—II rezistență la foc, categoria AB pericol de incendiu			•	•	•	•	•	•	•	•
— grad III—V rezistență la foc — categoria CDE pericol de incendiu			7	10	15	12	15	20	25	30
			7**	10	12	10	12	15	20	25
Instalații industriale în aer liber	Categoria pericol de incendiu	AB	•	•	•	•	•	•	•	•
		CDE								
Clădiri civile (inclusiv cele administrative de pe teritoriul unităților industriale)	Grad rezistență la foc	I—II	7**	10	12	10	12	15	20	25
		III—V	7	12	15	12	15	20	25	30
Linii de cale ferată:	— curentă		10	12	15	15	15	20	25	30
	— de garaj		10	12	15	10	12	15	20	25
Marginea drumurilor carosabile			4	5	8	4	6	10	6	10
Linii electrice de înaltă tensiune			•	•	•	•	•	•	•	•

* Se vor preciza conform Decretului 70/1975;

** Stații cu capacitate pînă la 1 000 m³/h se pot alipi de un perete al clădirii învecinate cu condiția ca peretele clădirii să fie rezistent la explozie, să nu aibă goluri (ferestre, uși pe o o lungime care depășește cu 3 m limitele stației în ambele direcții și pe o înălțime de 3 m deasupra stației)

Cabinele posturilor de reglare-măsurare, cu presiunea maximă de intrare de 6 bari, se pot alipi la clădirile deservite, cu condiția ca peretele respectiv să fie rezistent la explozie și să nu aibă goluri (uși și ferestre) pe o înălțime de

cel puțin 8 m și pe o distanță care să depășească cabina cu cîte 5 m în ambele sensuri. Aceste prevederi se aplică și posturilor de reglare-măsurare amplasate la o distanță mai mică de 5 m de peretele clădirii învecinate.

Posturile de reglare se vor amplasa fie în nișe, practicate în garduri de zid sau în pereții exteriori ai clădirilor, fie în cabine independente sau alipite zidurilor exterioare. Posturile de reglare nu se vor amplasa pe căile de evacuare cu aglomerări de persoane și, pe cît posibil, se va evita plasarea sub ferestrele clădirilor.

În instalațiile industriale și similare, regulatoarele de debit mic și cele aferente utilajelor tehnologice se pot amplasa în interiorul halelor bine ventilate, chiar pe agregate, fără introducere în nișă, cu condiția ca regulatoarele să fie de construcție specială (etanșă).

Clădirile și cabinele stațiilor și posturilor de reglare vor fi executate din materiale incombustibile și nu vor fi prevăzute cu pod.

La proiectarea clădirilor stațiilor de reglare-măsurare se vor respecta prevederile normativului P. 118/83 „Reglementări privind protecția împotriva incendiilor la proiectarea și realizarea construcțiilor și instalațiilor".

Nișele în care se amplasează posturi de reglare se vor executa conform STAS 4326-82 și 4327-82. Nișele practicate în grosimea peretelui unei clădiri se vor tencui și se vor sclivisi la interior, astfel încît scăpările de gaze să nu se poată infiltra în interiorul clădirii.

În stațiile și posturile de reglare se va asigura evacuarea scăpărilor de gaze, prin practicarea în pereții stației, respectiv în ușile cabinelor sau firidelor, a unor orificii dispuse, în mod egal, la partea inferioară și la partea superioară a clădirii sau cabinei. Suprafața tuturor orificiilor va însuma cel puțin 8% din suprafața încăperii, la stațiile în clădiri, și 4% din suprafața ușilor la posturile de reglare plasate în cabine.

Stațiile de reglare vor fi prevăzute cu iluminat natural prin ferestre. La stațiile la care este necesar iluminatul artificial, acesta se va asigura numai din exterior. Instalația se va executa în conformitate cu normativele și standardele în vigoare referitoare la proiectarea și executarea instalațiilor electrice în medii cu pericol de explozie.

În general, în stațiile de reglare nu se vor prevedea instalații de încălzire. În cazul în care temperatura gazelor poate scădea după reglare sub punctul de rouă, se va prevedea încălzirea locală a echipamentului, prin serpentine plasate în mod corespunzător (agent termic: apă sau abur). În acest caz, la măsurare, se va aplica corecția de temperatură.

Stațiile de reglare, inclusiv instalațiile montate în exterior vor fi protejate împotriva descărcărilor electrice (în conformitate cu prevederile normativului I 20).

Instalațiile montate în aer liber (panouri de reglare, măsurare, filtre etc.) se vor împrejmui.

Panourile de reglare și cele de măsurare se vor monta după caz, în plan orizontal sau în plan vertical.

În stațiile de reglare-măsurare, între exteriorul panourilor și pereții clădirii se va lăsa un spațiu liber de 500 mm.

Țevile panourilor de reglare și măsurare vor fi dispuse la distanță de 400 mm, măsurată între exteriorul armăturilor. Se recomandă ca înălțimea de la pardoseală pînă la axa panourilor să fie circa 500 mm. Distanțele în interiorul stațiilor în cabine nu se normează.

Stațiile de reglare vor fi prevăzute cu tăbliță metalice, pe distribuitorul fiecărei trepte de reglare, pe care se va înscrie: denumirea întreprinderii constructoare; presiunea de încercare, în bar (kgf/cm²); presiunea nominală, în bar (kgf/cm²). Pe fiecare robinet se va monta o plăcuță pe care se va indica poziția sertarului: „închis" sau „deschis".

Elementele instalației de reglare-măsurare vor fi protejate și marcate cu vopsea (vopsire integrală, inele sau săgeți), în următoarele culori: presiune joasă: albastru; presiune intermediară: verde; presiune redusă: galben; presiune medie: roșu; ocolitoarele: în dungi, negru cu alb.

La exterior, pe fiecare perete al stației și pe ușile stațiilor și posturilor se vor aplica tăbliță avertizoare pe care se va înscrie PERICOL DE EXPLOZIE; APROPIEREA CU FOC STRICT OPRITĂ; și se va desena și indicatorul pentru pericol de explozie prevăzut de STAS 297/2-80.

11.3. Instalații interioare de gaze naturale combustibile

11.3.1. Condiții pentru introducerea instalațiilor de gaze naturale combustibile în clădiri

Prin instalație interioară de gaze naturale combustibile se înțelege partea din instalația de utilizare, din interiorul clădirilor, între robinetul de incendiu și aparatele de utilizare, inclusiv focarul și coșul de evacuare a gazelor de ardere (fig. 11.17).

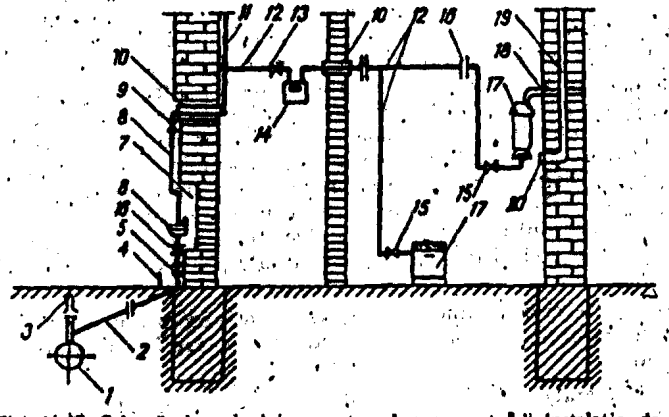


Fig. 11.17. Schemă de principiu pentru branșament și instalație de utilizare neindustrială a gazelor:

1 — conductă de distribuție; 2 — branșament; 3 — răsuflătoare cu capac (tub de control); 4 — răsuflătoare de perete; 5 — robinet de branșament; 6 — post de reglare; 7 — nișa postului de reglare; 8 — instalație exterioară; 9 — robinet de incendiu; 10 — tub de protecție; 11 — coloană montantă; 12 — instalație interioară; 13 — robinet de contor; 14 — contor volumetric; 15 — robinet de siguranță; 16 — piesă electroizolantă; 17 — aparat de utilizare; 18 — evacuarea gazelor arse; 19 — canal de fum; 20 — ușiță de curățire.

Folosirea gazelor este permisă numai în spații bine ventilate, cu asigurarea debitului minim de aer necesar arderii și asigurarea evacuării totale, fără riscuri, a gazelor de ardere.

Toate încăperile în care se montează aparate de utilizare a gazelor naturale vor fi prevăzute cu ferestre sau luminatoare spre exterior, a căror suprafață minimă totală va rezulta din raportul 0,05 m² fereastră pe metru cub de volum de încăpere. Acest raport nu este obligatoriu pentru hale industriale vitrate.

În instalații de utilizare neindustrială se vor folosi numai aparate racordate la coș; excepție fac bucătăriile, laboratoarele, precum și oficiile de instituții, în care se admite instalarea de aparate cu flacără liberă dacă se prevăd canale de ventilare.

În instalațiile de utilizare industrială, folosirea arzătoarelor cu flacără liberă este admisă în cazul în care nu există pericol de incendiu sau explozie: arzătoarele vor fi instalate în aer liber sau în hale ventilate, în care schimbul orar de aer asigură respectarea concentrațiilor maxime de nocivități admise.

Volumul încăperii în care se instalează aparate consumatoare de gaze trebuie să fie de cel puțin 18 m³. Pentru bucătării, băi și oficii din instituții, volumul minim va fi de 7,5 m³.

Se interzice montarea încălzitoarelor instantanee de apă în încăperi cu volum sub 18 m³.

Debitul maxim al aparatelor cu flacără liberă care pot fi instalate într-o încăpere trebuie să satisfacă condiția: 15 m³ volum de încăpere, pentru fiecare metru cub pe oră debit instalat.

În încăperi cu volum mai mic decît 18 m³ se vor putea monta aparate consumatoare de gaze racordate la coș, la care accesul aerului necesar arderii și aprinderii se face din exteriorul încăperii (coridoare, vestibule etc., sau direct din exteriorul clădirii). Aparatele de aprindere din exteriorul clădirii se vor asigura împotriva stingerii, prin construcția aparatului sau prin dispozitive de protecție.

11.3.2. Materiale și aparate pentru instalații interioare de gaze naturale combustibile

Țevi. Pentru instalațiile de utilizare se folosesc: țevi din oțel fără sudură, laminate la cald (STAS 404/2-80); țevi sudate longitudinal pentru instalații (STAS 7656-80); țevi trase la rece (STAS 530/2-80).

Materiale pentru îmbinarea și izolarea conductelor. Pentru îmbinări filetate se vor folosi fitinguri din fontă maleabilă. Pentru îmbinări demontabile se vor folosi flanșe, conform standardelor în vigoare, cu garnituri de clingherit, sau alte materiale de etanșare și fitinguri (racorduri olandeze, mufe stînga-dreapta), conform prevederilor din standarde. Materialele de aport folosite pentru îmbinări sudate (electrozi, sîrmă de sudură), cît și piesele de legătură (curbe, conturi etc.) vor fi corespunzătoare calității țevii, cu asigurarea condițiilor de sudabilitate (STAS 7194-79). Pentru etanșarea îmbinărilor filetate se vor folosi benzi din material plastic sau, în lipsa acestora, fuior de cînepă și vopsea de miniu de plumb. Pentru protecția anticorosivă a țevilor se vor folosi materialele indicate în STAS 7335/3-76.

Armături. În rețele și instalații de gaze se vor folosi, după caz, robinete cu cep, cu sertar sau cu ventil, standardizate sau omologate.

Arzătoare și aparate de utilizare. În instalațiile de gaze se vor monta arzătoare și aparate de utilizare standardizate sau omologate potrivit prevederilor legale în vigoare. Fiecare arzător va avea înscrisă presiunea de utilizare pentru care a fost construit și omologat. Omologarea și avizarea punerii în funcțiune a arzătoarelor și aparatelor de utilizare se vor face conform Ordinului 52/73 al MAGF și prescripțiile tehnice C 11—81, colecția ISCIR. Aparatele de utilizare și arzătoarele aferente cazanelor de apă caldă și de abur, precum și cele destinate aparatelor pentru uz neindustrial se omologhează în conformitate cu prevederile Decretului 587/73 și a prescripțiilor tehnice C 10—82, colecția ISCIR.

Se admite folosirea arzătoarelor standardizate sau omologate, în sobe de teracotă, în sobe de zidărie, cazane cu vas de rupere a presiunii, cazane de fiert rufe etc. Arzătoarele și aparatura anexă vor fi corespunzătoare capacității termice a agregatelor pe care le deservesc. Debitul arzătoarelor destinate încălzirii încăperilor va corespunde necesarului de căldură al încăperilor pe care le deservesc. În cazul aparatelor de utilizare dotate cu regulator propriu, aceasta va fi de construcție etanșă.

În anexa 1 din „Normativul pentru proiectarea și executarea rețelelor și instalațiilor de utilizare a gazelor naturale" — indicativ I 6—86 se prezintă tipurile, mărimile și caracteristicile tehnice principale ale arzătoarelor și aparatelor de utilizare.

Regulatoare de presiune. În anexa 2 din normativul I 6—86 sînt prezentate tipurile, mărimile și caracteristicile tehnice principale ale regulatoarelor de presiune din producția internă.

Aparate pentru măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile. Pentru măsurarea debitelor se vor folosi contoare volumetrice, de viteză, diferențiale, de masă etc., care corespund prevederilor metrologice în vigoare. Instrumentele de măsură din producția indigenă sînt menționate în anexa 3 din normativul I 6—86.

Alte materiale. Pentru racorduri flexibile se vor folosi: furtun de cauciuc, STAS 3078-76 pentru racorduri flexibile în instalații neindustriale de presiune joasă; tuburi de cauciuc, STAS 8540-77 pentru racorduri flexibile în instalații industriale.

11.3.3. Alegerea traseelor și condiții pentru amplasarea conductelor și instalarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare

La alegerea traseelor, condițiile de siguranță au prioritate față de cele de estetică. Traseele instalațiilor interioare de gaze vor fi rectilinii, urmărind, pe cît posibil, pereții, grinzile, stîlpii clădirii. Alegerea traseelor instalațiilor de gaze din clădiri de locuit se va face astfel încît fiecare apartament să fie racordat la coloana montantă sau la instalația exterioară, printr-o derivație proprie (fig. 11.18). Nu este admisă trecerea conductelor de gaze care deservesc un apartament prin alt apartament. Conductele comune, alimentînd mai mulți consumatori, nu vor trece prin apartamente. Excepție fac clădirile cu

mai multe nivele, cu încălzire centrală; avînd bucătării suprapuse și dotate exclusiv cu mașini de gătit cu gaze, la care măsurarea gazelor se face prin contor comun, caz în care se admite trecerea coloanelor verticale prin bucătării. În această situație, traseul conductei care alimentează o coloană pentru bucătării poate trece prin încăperile anexe ale apartamentului de la baza coloanei.

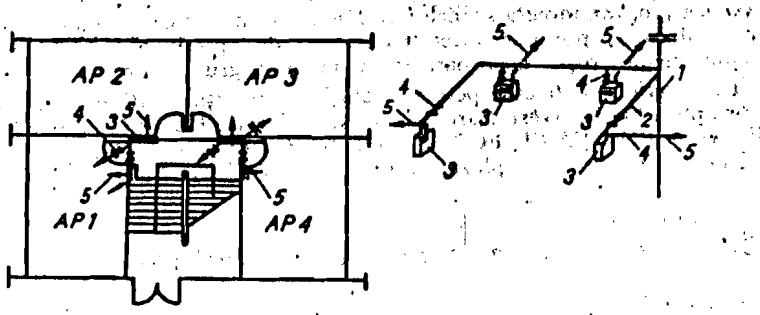


Fig. 11.18. Racordarea instalațiilor cu contor pe apartament:
1 — coloană montantă; 2 — racord contor; 3 — contor; 4 — robinet contor; 5 — ieșire contor.

În situații speciale, în care ultimul apartament de pe coloană nu este suprapus cu celelelate, se admite trecerea conductei prin încăperile anexe ale penultimului apartament. La o astfel de coloană verticală se pot racorda aparatele de utilizare montate în două șiruri de bucătării vecine, despărțite printr-un perete.

Este interzisă trecerea conductelor prin camere de dormit neprevăzute cu aparate de utilizare a gazelor, coșuri, canale de ventilație, goluri de ascensoare, prin spațiile goale ale rabițurilor, prin încăperi neventilate, încăperi cu mediu corosiv cu umiditate pronunțată, cămară pentru păstrat alimente, încăpere în care se păstează materiale inflamabile, precum și prin locuri greu accesibile, în care întreținerea normală a conductelor nu poate fi asigurată. Cînd trecerea conductelor de gaze prin încăperi cu umiditate pronunțată sau atmosferă corosivă este inevitabilă, se vor folosi țevi zincate sau protejate cu lacuri, anticorosive. Se va evita instalarea conductelor în podurile caselor. Prin excepție, cu acordul întreprinderii de distribuție a gazelor, se pot instala conducte de gaze în poduri circulabile și ventilate, cu acoperiș de țiglă, fără astereală etanșă.

Este admisă trecerea conductelor de gaze prin subsoluri uscate, ventilate, luminate și circulate. Nu se vor monta conducte de gaze în subsoluri tehnice sau canale tehnice.

Conductele instalațiilor interioare de gaze se vor monta aparent.

În locuințe cu grad deosebit de finisare, conductele instalațiilor interioare de gaze se vor putea executa, cu acordul întreprinderii de distribuție a gazelor, în montaj mascat. În acest caz, conductele se vor poza în canale vizitabile, ventilate (fig. 11.19).

Îngroparea conductelor sub pardoseală este interzisă.

Pentru alimentarea unor puncte de consum care nu sînt amplasate lîngă pereți, se admite montarea conductelor în canale uscate, amenajate în pardoseală, bine aerisite, acoperite cu capace ușor demontabile și avînd trasee cît mai scurte. După caz, canalele vor avea pantă cu asigurarea scurgerii apei.

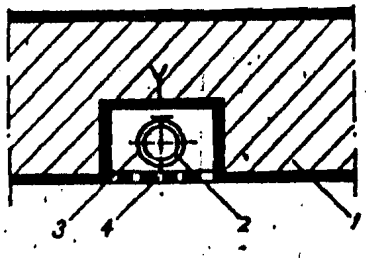


Fig. 11.19. Exemplu de montaj mascat:
1 — perete; 2 — conductă; 3 — bratară; 4 — panou usoare

Dimensiunile canalelor vor fi alese în raport cu diametrele conductelor, astfel încît să se poată controla și repara conducta. Nu se admite montarea altor instalații în aceste canale. La intersecțiile cu alte canale se vor lua măsuri pentru prevenirea pătrunderii în acestea a eventualelor scăpări de gaze.

Conductele de gaze din halele industriale se vor amplasa astfel încît să nu fie expuse loviturilor, efectului trepidațiilor, avarierii de către vehicule, agregate în mișcare, metal lichid, agenți corosivi etc.

La montajul conductelor se vor respecta distanțele minime prescrise de instrucțiunile R.I. ale ISCIR și STAS 800-82 față de elementele în mișcare ale podurilor sau grinzilor rulante.

Distanțele dintre conductele de gaze și elementele instalațiilor electrice vor fi cele prevăzute în „Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori cu tensiuni pînă la 1 000 V, I-7". Este interzisă punerea la pămînt a aparatelor electrice sau altor instalații prin conductele de gaze.

Trecerea conductelor de gaze prin pereți sau planșee se va face prin tub de protecție. În tubul de protecție conducta va fi fără îmbinări.

La montarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare se vor avea în vedere Prescripțiile tehnice ISCIR și Instrucțiunile Inspecției Energetice. De asemenea, se vor respecta instrucțiunile elaborate de constructorul de aparate.

Aparatele consumatoare de gaze se vor racorda rigid la instalațiile interioare. Aparatele cu flacără liberă cu debit nominal sub 0,45 m³/h, precum și arzătoarele industriale deservind aparate mobile (cuptoare basculante, aparate de flamare, de tăiere etc.) se pot lega și prin racorduri flexibile la instalația de gaze.

În instalațiile neindustriale de joasă presiune, pentru racorduri flexibile se va utiliza furtunul de cauciuc STAS 3078—76, a cărui lungime nu va depăși 1,1 m; racordul flexibil nu va trece dintr-o încăpere în alta, nu va fi ascuns vederii și va fi astfel montat încît să nu poată veni în contact cu corpuri calde.

În instalațiile industriale, pentru racorduri flexibile se vor folosi tuburi STAS 8540—77, cu lungimea maximă de 20 m și cu diametrul de cel mult 50 mm, la presiuni pînă la 1,7 bar (1,7 kgf/cm²), cu condiția asigurării tuburilor împotriva agățărilor, strivirilor, intemperiilor excesive etc.

Pe racordurile portfurtun se vor prevedea coliere de fixare, prin strîngere. Între racordurile portfurtun nu se admite prezența nici unui organ de închidere sau reglare. Prin instrucțiunile de folosire, se va asigura închiderea robinetelor dinaintea racordului flexibil în timpul în care arzătorul nu este aprins.

Se vor prevedea dispozitive automate de reglare, de semnalizare și control al arderii în instalațiile nesupravegheate continuu și în cazul proceselor tehnologice care reclamă conducerea riguroasă a regimului termic. Instalațiile se vor dota astfel încît întreruperile de orice natură (alimentare cu gaze, cu curent electric etc.) să antreneze automat închiderea conductei de gaze.

Pentru arzătoarele cu aer insuflat, cu cameră de preamestec, pe conductele de alimentare cu gaze se vor prevedea supape de blocare la scăderea, sub limita admisă, a presiunii gazului sau aerului de combustie.

În instalațiile interioare se vor monta robinete de închidere, la vedere, în locuri ventilate, accesibile, în următoarele puncte: înaintea fiecărui contor; în instalațiile deservind un singur consumator și avînd un singur contor, dacă distanța dintre robinetul de incendiu și contor nu depășește 5 m, robinetul de incendiu ținînd loc și de robinet de contor; pe fiecare ramificație importantă a instalației; pe conducte care deservesc grupuri de arzătoare (baterii de arzătoare, cazane de încălzire, laboratoare etc.); la baza fiecărei coloane montate, în clădiri cu peste 5 nivele, dacă plasarea robinetelor la baza coloanelor nu se poate face în condiții de siguranță sau de estetică corespunzătoare, se admite prevederea unui singur robinet pentru un grup de coloane, deservind cel mult 24 de puncte de consum; înaintea fiecărui arzător, două robinete (unul de siguranță și unul de manevră); arzătoarele care au robinet propriu de manevră vor avea pe conductă numai robinetul de siguranță, cu cheie, dacă sînt racordate rigid; în cazul racordării prin tub flexibil se vor prevedea 2 robinete înaintea racordului portfurtun; la arzătoarele de laborator se va monta înaintea fiecărui racord portfurtun cîte un robinet de manevră, cu fluture și pentru toate punctele de ardere instalate la o masă, un singur robinet de siguranță, cu cheie.

11.3.4. Asigurarea aerului necesar arderii și evacuarea gazelor arse

Asigurarea aerului necesar arderii. Pentru toate aparatele de utilizare a gazelor, racordate la coș, sau cu flacără liberă, se va asigura accesul aerului necesar arderii și evacuării complete, fără riscuri, a gazelor de ardere, astfel încît în atmosfera încăperii, procentul de CO_2 să nu depășească, după caz, concentrațiile admise de Normele de igienă a localităților (aprobate prin Ordinul Ministerului Sănătății nr. 623/1973 și, respectiv, Normele republicane de protecția muncii.

Pentru introducerea în încăperi a aerului necesar arderii gazelor se vor prevedea orificii, spre încăperile vecine, altele decît camere de dormit, care nu prezintă pericol de incendiu sau explozii, sau prize de aer, special amenajate, în legătură cu exteriorul.

Accesul aerului direct din exterior (prize) se va prevedea în toate cazurile în care raportul între volumul V al încăperii, în m³, și debitul nominal de gaze Q, în m³/h, al aparatului instalat este $V/Q < 30$.

Sînt exceptate bucătăriile din locuințe cu încălzire centrală, în care nu există alte aparate consumatoare de gaze, la care se admite soluția cu orificii spre încăperile învecinate, cu condiția satisfacerii regulii $V/Q \geq 30$ (în care V este volumul bucătăriei și al încăperii învecinate). Dacă și în încăperea vecină, spre care sînt prevăzute orificiile, sînt instalate aparate consumatoare de gaze, raportul dintre volumele însumate ale încăperilor (V, în m³/h) va trebui să satisfacă relația $\Sigma V \geq 30\Sigma Q$. În cazul în care această condiție nu poate fi îndeplinită, se vor amenaja prize de aer în legătură cu exteriorul. Secțiunile libere ale orificiilor spre încăperile vecine, respectiv ale prizelor de aer spre exterior, se determină după regula: 25 cm² pentru fiecare metru cub gaz instalat. Orificiile și prizele pentru accesul aerului nu vor avea dispozitive de micșorare sau închidere a secțiunii.

În cazul în care accesul aerului se asigură prin canale, secțiunile prizelor și ale canalelor se vor calcula cu luarea în considerare a rezistențelor hidraulice ale acestora, astfel încît să nu diminueze tirajul într-o măsură care să afecteze funcționarea în bune condiții a arzătoarelor.

În încăperile în care se instalează aparate cu flacără liberă, independent de volumul lor, se vor prevedea canale de ventilare pînă deasupra acoperișului pentru evacuarea gazelor de ardere.

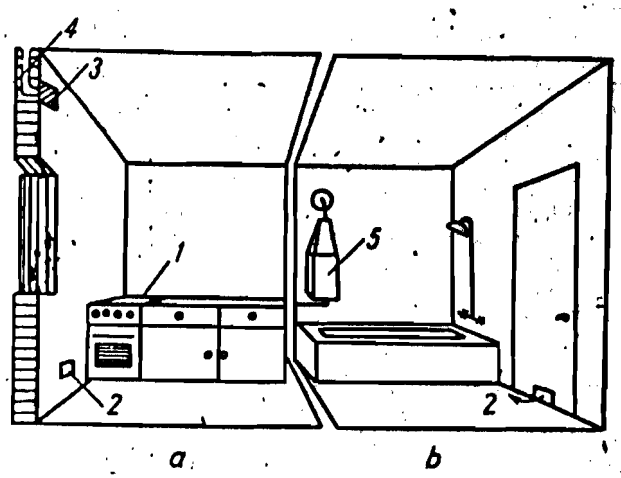


Fig. 11.20. Schemă privind asigurarea aerului proaspăt și evacuarea gazelor de ardere:

a — aparat cu flacără liberă. Se prevăd: canal de ventilație, pînă deasupra acoperișului și orificii de acces aer în condițiile articolului 6.60; (16—50);

b — aparat racordat la coș. Nu este obligatoriu canal de ventilație pînă deasupra acoperișului. Se prevăd orificii de acces aer cînd $V < 30\ Q$;

Canalele de ventilare vor fi racordate la partea superioară a încăperilor, cît mai apropiate de plafon și nu vor avea dispozitive de micșorare sau închidere a secțiunii (fig. 11.20). În cazul unor încăperi dotate cu aparate consumatoare mici, în raport cu volumul încăperii (laboratoare etc.), se admite folosirea instalației de ventilare mecanică, în locul canalelor de evacuare,

cu condiția ca instalația de ventilare să aibă gura de aspirație cît mai aproape de tavan și să fie astfel construită, încît să permită ieșirea gazelor în caz de nefuncționare a ventilației (pantă ascendentă și lipsa organelor de obturare).

Pentru bucătării și oficii se vor prevedea fie canale individuale, fie colectoare, cu dimensiunile și execuția prescrise prin STAS 6724-84.

În cazul clădirilor din fondul vechi de locuințe, cu număr redus de nivele, în care încăperile nu sînt prevăzute cu canale de ventilație, se admite practicarea în peretele exterior, la partea superioară a încăperii, a orificiilor pentru evacuarea gazelor de ardere.

În hale industriale, în locul canalelor se va prevedea ventilație naturală organizată, în afara cazurilor cînd există instalații de ventilare mecanică cu funcționare permanentă.

Evacuarea gazelor de ardere. Pentru aparatele racordate la coș, evacuarea gazelor de ardere se face prin tiraj natural, la consumatorii neindustriali, și prin tiraj natural sau artificial, la consumatorii industriali sau instituții.

Proiectarea coșurilor și canalelor de fum, la construcții civile, se va face în conformitate cu prevederile STAS 6793-82 pentru dimensiunile canalelor de fum și ale racordurilor aparatelor de consum pînă la coș (tabelul 11.4).

Tabelul 11.4

Dimensiunile coșurilor, canalelor de fum și ale racordurilor aparatelor de consum pînă la coș (Normativ I 6-1986)

Debit nominal m³/h	Înălțimea activă de tiraj (H_t) m	Nr. maxim de racorduri la același canal, buc.	Secțiune liberă	
			rectangulară cm (cm²)	circulară cm (cm²)
1	2	3	4	5
1,0	2,50	1	10×10	10
1,5	4,50		(100)	(80)
2,0	2,50		13×13	13
3,0	4,50		(170)	(130)
3,0	2,50	2	13×20	16
4,5	4,50		(260)	(200)
4,5	2,50		20×20	20
7,0	4,50		(400)	(315)

OBSERVAȚII:

Coloanele 4 și 5: secțiunile indicate sînt cele uzuale. În cazul altor secțiuni intermediare, valorile corespunzătoare din coloana 1 pot fi obținute prin interpolare;

Coloana 1: valorile din tabel se referă la coșuri din zidărie masivă, cu canale de fum realizate cu tipare (mîneuri) glisante.

Aceste valori pot fi sporite: în cazul unor canale căptușite cu tuburi din blocuri prefabricate, avînd fețele interioare netede, cu 25%; în cazul unor înălțimi active de tiraj mai mari decît 4,5 m, conform tabelului:

H_t m	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Spor %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

În instalațiile de utilizare neindustrială se interzice întrebuințarea canalelor de fum comune pentru aparate de consum alimentate cu gaze combustibile și aparate alimentate cu alți combustibili. Se vor evita canalele de fum comune, chiar la instalațiile care folosesc numai gaze.

11.3.5. Calculul conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune

Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor. Debitul de calcul se determină în funcție de tipul instalației interioare de utilizare a gazelor naturale, după cum urmează:

— în cazul instalațiilor de alimentare cu gaze a aparatelor de utilizare amplasate în bucătăriile situate în clădiri de locuit dotate cu încălzire centrală și cu preparare centrală a apei calde de consum, debitul de calcul Q_N se determină cu relația

$$Q_N = \sum_{i=1}^{n} Q_{ni} F_i \quad [m^3_N/h], \qquad (11.7)$$

în care: Q_{ni} este debitul nominal al aparatului de utilizare de un anumit tip i, în m^3_N/h. Debitele nominale ale aparatelor vor fi cele indicate de fabricile producătoare. Pentru aparatele uzuale aflate în producția curentă sau în exploatare se indică debitele nominale în anexa 1 a Normativului I. 6-86;

F_i — factor de încărcare (având semnificația unui coeficient de simultaneitate) stabilit în funcție de numărul N de apartamente, cu relația

$$F_i = \frac{1}{4{,}2\sqrt{N+10}}, \qquad (11.8)$$

având valorile date în tabelul 11.5. Pentru cazurile în care nu se cunosc factorii de încărcare, debitele de calcul se vor stabili prin asimilarea cu alte cazuri având același specific.

Cînd nu se cunosc aparatele ce urmează a fi montate, pentru ansamblurile de locuințe în care încălzirea și prepararea apei calde se fac centralizat, debitul nominal mediu pe bucătărie se va considera egal cu 0,72 m^3_N/h;

— în cazul instalațiilor de utilizare folosite pentru încălzirea centrală sau individuală a clădirilor, debitul de calcul Q_N se determină cu relația

$$Q_N = \sum_{i=1}^{n} Q_{ni} \quad [m^3_N/h], \qquad (11.9)$$

în care Q_{ni} este debitul nominal al unui arzător, în m^3_N/h;

— în cazul instalațiilor de utilizare din industrie se determină debitul simultan Q_N, ținînd seama de debitele nominale Q_{ni}, în m^3_N/h, de regimul de funcționare și de dezvoltare în perspectivă, aplicînd relația

$$Q_N = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i Q_{ni} \quad [m^3_N/h], \qquad (11.10)$$

Tabelul 11.5

Factorii de încărcare pentru bucătării în ansambluri noi de locuințe (Normativ I. 6-1986)

Nr. de apartamente, N	Factor de încărcare, F	Debit nominal al aparatelor de utilizare, Q (m^3_N/h)	Debit de calcul $Q \times F$ (m^3_N/h)
1	1,00	0,72	0,72
2	0,55	1,44	0,8
3	0,54	2,16	1,2
4	0,53	2,88	1,5
5	0,52	3,60	1,8
6	0,51	4,32	2,2
8	0,50	5,76	2,9
10	0,49	7,20	3,5
12	0,48	8,64	4,2
16	0,46	11,52	5,3
20	0,44	14,40	6,3
24	0,43	17,28	7,4
28	0,42	20,16	8,5
32	0,41	23,04	9,4
36	0,40	25,92	10,4
40	0,39	28,80	11,2
44	0,38	31,68	12,0
48	0,38	34,56	13,1
52	0,37	37,44	14,0
56	0,37	40,32	15,0
60	0,36	43,20	15,6
64	0,36	46,08	16,6
68	0,35	48,96	17,1
72	0,35	51,84	18,0
76	0,35	54,72	19,1
80	0,34	57,60	19,6
peste 80	0,34		

Factorii de încărcare sînt determinați experimental. Între grupele studiate, continuitatea a fost stabilită cu relația

$$F = \frac{1}{4{,}2\sqrt{N+10}}$$

în care φ_i este coeficientul de simultaneitate în funcționare a aparatelor de utilizare de același fel.

Stabilirea căderilor de presiune. Pentru rețele și instalații care alimentează direct aparate de utilizare (presiune joasă sau intermediară), fără intermediul unui regulator de presiune, căderea de presiune va fi egală cu fracțiunea maximă de presiune admisibilă la aparatele de utilizare și prescrisă prin standardul de fabricație respectiv (de regulă 20—25% din presiunea nominală a aparatului).

În cazul instalațiilor de utilizare de joasă presiune, alimentate prin regulatori de presiune pentru debit mic, cu acționare directă și deservind aparate de uz casnic STAS 995-79 și STAS 3613-82, aparate de uz industrial STAS 4395-80, sau alte aparate similare, cu presiune nominală de 20 mbar

(≈ 200 mmH_2O), căderea de presiune disponibilă pentru dimensionare va fi de 5 mbar (≈ 50 mmH_2O).

În cazul unor extinderi ale rețelelor de distribuție de presiune joasă existente, alimentînd aparate de utilizare cu presiunea nominală de 20 mbar,

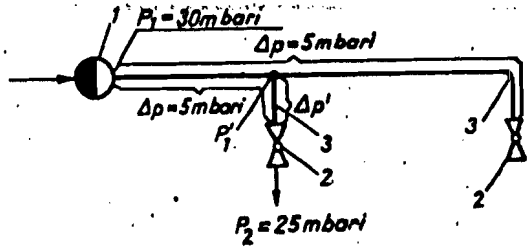


Fig. 11.21. Ilustrarea căderilor de presiune în regim de presiune joasă:
1 — stație de reglare de sector; *2* — cabinet de branșament; *3* — branșament.

căderea totală de presiune disponibilă pentru dimensionarea rețelei de distribuție și instalației de utilizare va fi de 10 mbar (≈ 100 mmH_2O), cu condiția ca la ieșirea din stația de reglare să se mențină presiunea de 30 mbar (≈ 300 mmH_2O).

Pentru rețeaua de distribuție, inclusiv branșamentul, se va utiliza căderea de presiune de 5 mbar (≈ 50 mmH_2O), restul de mbar (≈ 50 mmH_2O) fiind afectați instalației de utilizare (fig. 11.21).

În instalațiile de presiune joasă din clădiri cu înălțimi de peste 10 m, pentru dimensionarea coloanelor montate se va ține seama și de creșterea disponibilului de presiune datorită forței ascensionale. Cuantumul disponibilului suplimentar de presiune se obține înmulțind valoarea forței ascensionale, indicată în tabelul 11.6, cu înălțimea punctului de consum, măsurată de la nivelul regulatorului de presiune.

Tabelul 11.6

Forța ascensională F_a în funcție de altitudinea H (Normativ I 6-1986)

H m	$(\rho_{aer} - \rho_{gaz}) \cdot g$	F_a*	
		mbar/10 m	mmH_2O/10 m
0	(1,226—0,679) · 9,81	0,54	5,5
100	(1,214—0,681) · 9,81	0,52	5,3
200	(1,203—0,682) · 9,81	0,51	5,2
300	(1,191—0,684) · 9,81	0,50	5,1
400	(1,180—0,685) · 9,81	0,49	5,0
500	(1,168—0,687) · 9,81	0,47	4,8
600	(1,157—0,688) · 9,81	0,46	4,7
700	(1,146—0,690) · 9,81	0,45	4,6
800	(1,135—0,692) · 9,81	0,43	4,4
900	(1,123—0,693) · 9,81	0,42	4,3
1 000	(1,113—0,695) · 9,81	0,41	4,2
1 100	(1,108—0,696) · 9,81	0,40	4,1
1 200	(1,091—0,698) · 9,81	0,39	4,0

* Cifre date pentru o coloană montantă cu înălțimea de 10 m.

Dimensionarea conductelor. Diametrele conductelor se vor determina astfel încît la toate aparatele de utilizare să se asigure debitele nominale de gaz, la presiunea nominală de utilizare.

Calculul hidraulic al conductelor de presiune intermediară și joasă se efectuează cu relația

$$Q = 5{,}966 \sqrt{\frac{\Delta P D^5}{T L \delta \cdot \lambda}}, \qquad (11.11)$$

în care: Q; D; δ; λ; T au aceleași semnificații și unități de măsură ca în relația (11.1);

ΔP căderea de presiune disponibilă, în mbar (cînd ΔP se introduce în mmH_2O, constanta are valoarea 1,884, întrucît 1 mbar ≈ 10 mmH_2O);

L — lungimea de calcul a conductelor, stabilită prin însumarea lungimii fizice a conductei l, cu lungimile echivalente l_i reprezentînd rezistențele locale (armături, coturi, teuri etc.).

Valorile lungimilor echivalente ale diferitelor rezistențe locale, pentru dimensionarea instalațiilor de presiune intermediară și joasă, calculate cu relația

$$l_i = \frac{D}{\lambda} \Sigma\zeta \qquad (11.12)$$

sînt date în tabelul 11.7.

Tabelul 11.7

Lungimi echivalente ale rezistențelor locale pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile la presiune joasă și intermediară, în m

D_p țoli / cm — Rezistența locală	Robinet cu cep	Vane	Coturi	Teuri în direcția derivației
1	2	3	4	5
3/8 / 1,250	0,05	—	0,02	0,40
1/2 / 1,575	0,06	—	0,05	0,60
3/4 / 2,125	0,08	—	0,08	0,83
1 / 2,700	0,11	—	0,12	1,08
1¼ / 3,575	0,14	—	0,14	1,43

Tabelul 11.7 (continuare)

1	2	3	4	5
1 1/2 / 4,125	0,17	—	0,26	1,68
2 / 5,200	0,22	—	0,42	2,60
2 1/2 / 5,680	—	0,32	0,65	2,80
3 / 8,050	—	0,40	0,92	3,70
4 / 10,550	—	0,50	1,45	5,00
5 / 13,100	—	0,70	2,20	6,60
6 / 15,600	—	0,80	2,80	8,40
8 / 20,300	—	1,20	4,00	12,00
10 / 25,300	—	1,50	5,40	16,00
12 / 30,500	—	2,00	6,70	20,00
14 / 35,300	—	2,50	8,00	25,00
15 / 40,200	—	3,00	9,70	29,00
20 / 50,200	—	4,00	12,60	39,00

Pentru instalații uzuale din clădiri de locuit, lungimea de calcul se poate considera: $L = (1{,}1-1{,}2)\ l$.

Pentru calculul conductelor de gaze naturale combustibile cu presiune intermediară și joasă se poate folosi tabelul 11.8, întocmit pe baza relației (11.11).

Cunoscînd căderea de presiune disponibilă ΔP_d pentru dimensionarea conductelor, se definește căderea de presiune unitară medie i_m

$$i_m = \frac{\Delta P_d}{1{,}2\,\Sigma l}, \qquad (11.13)$$

în care Σl reprezintă lungimea totală a traseului principal al conductelor de alimentare cu gaze a punctului de consum cel mai dezavantajat din întreaga instalație, considerat de la punctul de ieșire a gazelor din regulatorul de pre-

Tabelul 11.8

Dimensionarea conductelor de gaze de presiune joasă și intermediară (Normativ I 6-1986)

(Qm^3/h); $T = 288$ K; $\delta = 0{,}554$)

ΔH		D_i, cm	1,25	1,575	2,125	2,70	3,57	4,12	5,25	6,80	8,05	10,4	10,55	13,1	13,6	15,2	15,6
mbar/m	mmH$_2$O/m	D_n, toli	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	4	5	5	6	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	11	12	13	14	15	16	17	18
0,001	0,01	Laminar	0,02	0,05	0,16	0,41	1,26	2,24	4,2	7,9	12,7	25,3	26,6	47,9	53,0	71,7	77,0
0,002	0,02		0,04	0,10	0,32	0,83	2,53	2,94	5,7	11,7	18,6	37,4	38,9	70,0	77,4	104,6	112,2
0,003	0,03		0,06	0,14	0,48	1,24	2,82	3,04	7,2	14,7	23,9	46,7	48,3	87,1	96,1	138,0	139,5
0,004	0,04		0,08	0,19	0,63	1,65	3,11	4,34	8,5	17,2	27,2	54,5	56,7	101,6	112,4	151,6	162,6
0,005	0,05		0,09	0,24	0,77	2,07	3,40	4,92	9,6	19,4	30,7	61,5	63,9	114,5	126,6	170,7	183,0
0,006	0,06		0,11	0,29	0,95	2,48	3,69	5,44	10,6	21,4	33,9	67,8	70,4	126,1	139,5	188,0	201,5
0,007	0,07		0,13	0,33	1,11	2,54	3,99	5,92	12,3	23,3	36,8	73,6	76,5	136,9	151,3	203,9	218,6
0,008	0,08		0,15	0,38	1,27	2,60	4,30	6,38	12,4	25,0	39,6	79,0	82,1	146,9	162,4	218,7	234,5
0,009	0,09		0,17	0,43	1,43	2,66	4,59	6,80	13,2	26,7	42,4	84,1	87,4	155,3	172,6	232,7	249,4
0,01	0,10		0,19	0,48	1,59	2,72	4,86	7,20	14,0	28,2	44,6	88,4	92,4	163,2	182,6	245,9	263,8
0,02	0,20		0,38	0,96	1,89	3,29	7,09	10,48	20,3	40,8	64,3	127,9	132,9	237,2	260,8	350,6	378,1
0,03	0,30		0,57	1,44	2,19	4,10	8,91	13,01	25,1	50,5	79,5	158,0	164,1	292,7	323,4	435,0	466,7
0,04	0,40		0,76	1,48	2,48	4,79	10,27	15,16	29,2	58,7	92,3	183,4	190,5	339,5	375,1	504,3	540,4
0,05	0,50		0,95	1,52	2,79	5,39	11,55	17,05	32,8	65,9	103,7	205,7	213,7	380,7	420,7	565,5	605,3
0,06	0,60		1,14	1,56	3,08	6,94	12,72	18,78	36,1	72,5	113,9	226,0	234,8	418,1	461,9	620,8	663,2
0,07	0,70		1,15	1,60	3,35	6,45	13,79	20,34	39,1	78,5	123,4	244,6	254,1	452,4	499,8	671,7	719,0
0,08	0,80		1,17	1,64	3,59	6,92	14,79	21,81	41,9	81,1	132,1	251,9	272,1	484,4	535,4	719,1	770,4
0,09	0,90		1,19	1,68	3,82	7,36	15,73	23,19	44,6	89,3	140,4	278,2	289,1	514,4	568,2	763,6	818,1

Tabelul 11.8 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,10	1,00		1,20	1,77	4,04	7,78	16,61	24,49	47,1	94,3	148,2	293,6	305,1	542,8	599,6	805,7	863,1
0,12	1,20		1,23	1,96	4,45	8,56	18,28	26,92	51,7	103,6	162,7	322,3	334,8	595,5	856,0	884,0	947,0
0,14	1,40		1,26	2,12	4,83	9,28	19,80	29,43	56,0	112,1	176,1	348,7	362,2	644,2	711,6	956,0	1 024,2
0,16	1,60		1,29	2,28	5,18	9,95	21,22	31,24	60,0	120,1	188,5	373,2	387,7	689,6	781,6	1 023,0	1 096,0
0,18	1,80		1,32	2,42	5,51	10,58	22,55	33,20	63,7	127,5	200,2	396,3	411,7	732,0	808,5	1 088,0	1 168,4
0,20	2,00		1,35	2,58	5,82	11,17	23,91	35,05	67,3	134,6	211,2	418,1	434,9	772,2	882,9	1 145,6	1 227,2
0,22	2,20		1,43	2,69	6,12	11,74	25,01	36,61	70,6	141,3	221,8	438,8	455,9	810,4	895,1	1 202,2	1 287,9
0,24	2,40		1,49	2,82	6,40	12,28	26,16	38,50	73,9	147,7	231,8	458,7	476,5	846,9	935,5	1 258,3	1 345,9
0,26	2,60		1,56	2,94	6,67	12,80	27,26	40,11	76,9	153,8	241,4	477,7	496,2	892,0	974,2	1 303,3	1 409,5
0,28	2,80		1,62	3,06	6,96	13,30	28,32	41,68	79,9	159,8	250,7	496,0	515,2	916,7	1011,4	1 358,2	1 455,0
0,30	3,00		1,68	3,17	7,19	13,78	29,34	43,85	82,8	165,5	259,7	513,6	533,6	940,3	1047,3	1 408,6	1 506,8

Instabil

Tabelul 11.8 (continuare)

ΔH		D_i, cm	20,3	20,7	25,3	25,9	30,5	30,8	35,3	35,9	40,2	40,6	50,2	50,6	60,0	60,4
mbar/m	mmH_2O/m	D_a, tol	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	20	20	24	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,001	0,01		157	165	284	302	468	481	692	724	979	1 006	1 770	1 808	2 843	2 893
0,002	0,02		228	240	411	438	677	695	1 000	1 046	1 413	1 451	2 548	2 603	4 087	4 160
0,003	0,03		283	298	509	542	839	861	1 237	1 294	1 747	1 794	3 149	3 215	5 046	5 135
0,004	0,04		329	347	593	631	975	1 001	1 438	1 504	2 030	2 084	3 655	3 733	5 856	5 959
0,005	0,05		370	390	666	709	1 096	1 124	1 615	1 689	2 279	2 340	4 103	4 190	6 570	6 686
0,006	0,06		408	429	733	780	1 205	1 236	1 775	1 856	2 505	2 572	4 507	4 603	7 216	7 344
0,007	0,07		442	465	794	845	1 305	1 339	1 923	2 011	2 713	2 785	4 880	4 983	7 810	7 948
0,008	0,08		474	499	851	906	1 399	1 435	2 060	2 154	2 906	2 983	5 226	5 337	8 364	8 512
0,009	0,09		504	531	905	963	1 486	1 526	2 189	2 289	3 088	3 170	5 552	5 670	8 884	9 041
0,01	0,10		532	561	956	1 017	1 570	1 611	2 312	2 417	3 260	3 346	5 860	5 984	9 376	9 542
0,02	0,20		762	802	1 362	1 454	2 242	2 300	3 299	3 449	4 649	4 772	8 350	8 526	13 350	13 586
0,03	0,30		938	988	1 682	1 790	2 758	2 830	4 057	4 242	5 717	5 868	10 262	10 479	16 402	16 691
0,04	0,40		1 087	1 145	1 948	2 073	3 194	3 277	4 697	4 911	6 617	6 792	11 875	12 125	18 975	19 309
0,05	0,50		1 219	1 284	2 183	2 323	3 578	3 671	5 261	5 500	7 410	7 606	13 295	13 576	21 245	21 617

Turbulent cu asperități moderate (Colebrook)

Tabelul 11.8 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,06	0,60		1 138	1 409	2 395	2 548	3 925	4 027	5 771	6 033	8 127	8 342	14 580	14 888	23 293	23 703
0,07	0,70		1 447	1 524	2 591	2 756	4 244	4 355	6 239	6 523	8 787	9 019	15 762	16 094	25 179	25 622
0,08	0,80		1 549	1 631	2 772	2 949	4 541	4 660	6 876	6 979	9 401	9 649	16 862	17 217	26 934	27 407
0,09	0,90		1 644	1 731	2 943	3 131	4 820	4 940	7 086	7 407	9 978	10 241	17 895	18 272	28 582	29 085
0,10	1,00		1 734	1 826	3 104	3 303	5 084	5 297	7 473	7 813	10 523	10 801	18 872	19 269	30 141	30 671
0,12	1,20		1 903	2 003	3 405	3 622	5 575	5 721	8 195	8 567	11 538	11 842	20 689	21 125	33 042	33 623
0,14	1,40		2 057	2 166	3 681	3 916	6 027	6 185	8 858	9 260	12 471	12 800	22 361	22 832	35 709	36 336
0,16	1,60		2 201	2 318	3 938	4 189	6 448	6 616	9 475	9 905	13 340	13 691	23 916	24 420	38 191	38 863
0,18	1,80		2 336	2 460	4 179	4 446	6 842	7 021	10 055	10 511	14 155	14 529	25 378	25 912	40 523	41 235
0,20	2,00		2 464	2 595	4 408	4 689	7 216	7 405	10 604	11 085	14 927	15 321	26 760	27 323	42 728	43 479
0,22	2,20		2 586	2 723	4 625	4 920	7 571	7 769	11 125	11 630	15 661	16 074	28 074	28 665	44 825	45 614
0,24	2,40		2 702	2 845	4 833	5 141	7 911	8 117	11 624	12 151	16 362	16 794	29 330	29 948	47 093	47 920
0,26	2,60		2 813	2 962	5 032	5 353	8 236	8 451	12 102	12 651	17 035	17 484	30 535	31 178	49 016	49 877
0,28	2,80		2 921	3 075	5 223	5 557	8 550	8 773	12 562	13 132	17 682	18 149	31 879	32 549	50 867	51 760
0,30	3,00		3 024	3 184	5 408	5 753	8 852	9 083	13 006	13 596	18 307	18 790	32 997	33 691	52 652	53 575

Turbulent rugos (Nicuradze)

siune, în m; această lungime se majorează cu 20% pentru a se ține seama de rezistențele locale ale traseului respectiv.

Pentru determinarea diametrului conductei de gaze de joasă presiune se intră în tabelul 11.8 cu valoarea i_m dată de relația (11.13) și cu debitul de calcul Q_s, în m^3_N/h, în condiții standard și se determină diametrul D și pierderea de sarcină liniară (reală) i.

Pierderea totală de sarcină $h_{r,j}$ a gazului natural care circulă printr-un tronson de conductă de diametru D_j și având lungimea de calcul l_j este dată de relația

$$h_{r,j} = i_j L_j = i_j(l_j + l_{ej}) \quad [mmH_2O]. \qquad (11.14)$$

Pentru traseul principal de alimentare cu gaze naturale combustibile a punctului de consum cel mai dezavantajat din întreaga instalație rezultă

$$h_r = \sum_{j=1}^{n} h_{r,j} = \sum_{j=1}^{n} i_j L_j \quad [mmH_2O] \qquad (11.15)$$

și se verifică dacă este îndeplinită condiția

$$h_r \leq \Delta P_d, \qquad (11.16)$$

unde ΔP_d este căderea de presiune disponibilă. Dacă nu se verifică condiția (11.16), atunci diametrele anumitor tronsoane se corectează, respectînd condiția ca acestea să fie mai mici, cel mult egale cu diametrele tronsoanelor precedente de la regulatorul de presiune spre ultimul punct consumator de gaze din clădire. Ramificațiile din traseul principal se dimensionează la presiunile disponibile din nodurile acestuia.

Exemplul de calcul 11.1. Să se efectueze calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația interioară de distribuție a gazelor cu presiune joasă dintr-un bloc de locuit cu bucătării, având parter (fig. 11.22) și 4 etaje (fig. 11.23), cunoscînd următoarele date:

— debitul nominal mediu de gaz natural pentru aparatele de utilizare din fiecare bucătărie se va considera $Q_n = 0{,}72$ m^3_N/h;

— lungimile fizice ale tronsoanelor rețelei sînt indicate în schema izometrică a instalației (fig. 11.24);

— presiunea gazului la ieșirea din regulatorul de presiune este $P_1 = 25$mbar, iar presiunea nominală a oricărui aparat de utilizare instalat în bucătării este $P_2 = 20$ mbar;

— căderea de presiune în contor este de: $\Delta P_c = 2{,}5$ mbar.

Rezolvare. Se determină căderea de presiune admisibilă pentru dimensionarea conductelor

$$\Delta P_d = P_1 - (P_2 + \Delta P_c) = 25 - (20 + 2{,}5) = 2{,}5 \text{ mbar} = 25 \text{ mmH}_2O.$$

Întrucît punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (amplasat la ultimul nivel pe coloana $G4$, fig. 11.24) are înălțimea de 11,2 m față de cota de montaj a regulatorului de presiune, se neglijează aportul forței ascensionale pentru dimensionarea coloanei montante.

Se determină căderea de presiune unitară medie i_m, aplicînd relația (11.13): $i_m = \frac{25}{1{,}2 \cdot 27} = 0{,}77$ mmH_2O/m, în care $\Sigma l = 27{,}0$ m este lungimea fizică totală a traseului de alimentare cu gaze a punctului de consum cel mai dezavantajat, care este amplasat la ultimul nivel pe coloana $G4$.

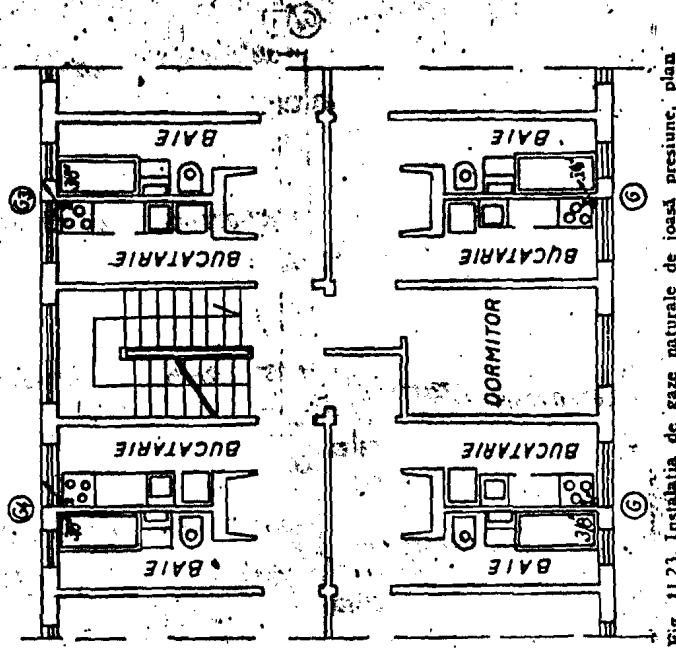


Fig. 11.23. Instalația de gaze naturale de joasă presiune, plan etaj curent.

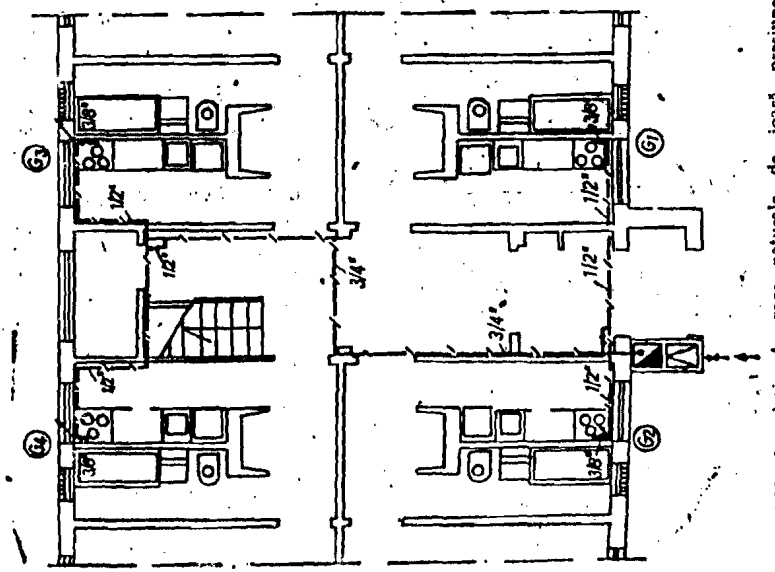


Fig. 11.22. Instalația de gaze naturale de joasă presiune, plan parter.

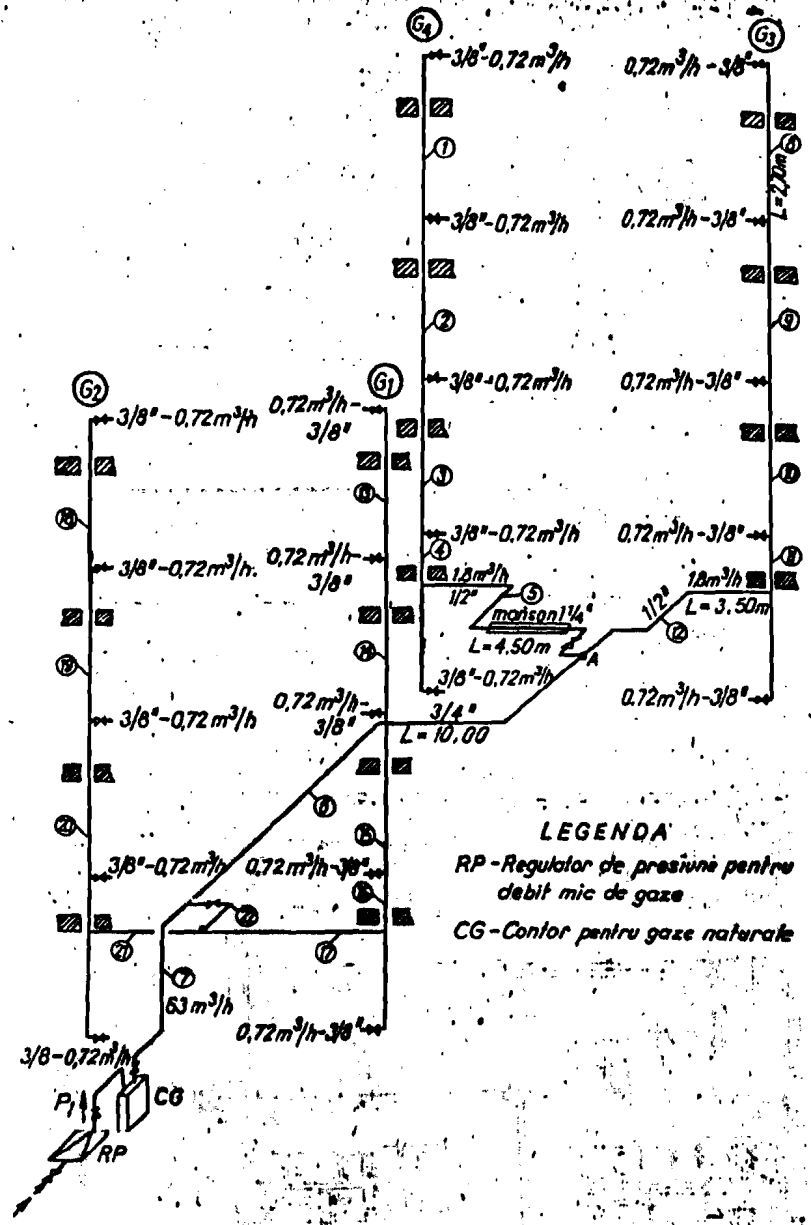


Fig. 11.24. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de gaze naturale combustibile de joasă presiune pentru o clădire de locuit:

RP — regulator de presiune pentru debit mic de gaze naturale; *CG* — contor pentru gaze naturale; $C_1 \ldots C_6$ — coloane de gaze naturale.

Se întocmește tabelul 11.9, în care sînt ordonate toate calculele de dimensionare și de determinare a pierderilor de sarcină.

Tabelul 11.9

Calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze de joasă presiune la o clădire de locuit având $P+4$ etaje (exemplul de calcul 11.1)

Nr. tronsonului	Q m^3_N/h	Lungimea fizică l m	Lungimea echivalentă l_e m	Lungimea Totală L m	d țoli	i mmH_2O/m	iL mmH_2O	$h_r = \Sigma iL$ mmH_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Traseul principal (coloana G4)								
1	0,72	2,70	0,47	3,17	3/8	0,40	1,268	1,268
2	0,80	2,70	0,40	3,10	3/8	0,50	1,550	2,818
3	1,20	2,70	0,40	3,10	3/8	1,00	3,100	3,100
4	1,50	0,90	0,40	1,30	1/2	0,50	0,650	3,750
5	1,80	4,50	0,86	5,36	1/2	1,20	6,432	10,182
6	3,50	10,00	0,96	10,96	3/4	0,80	8,768	18,950
7	6,30	3,50	0,82	4,32	1	0,70	3,024	21,974
Coloana G3 (Tronsoanele 8—12) $H_{disp\,A}$ = 10,182 mmH_2O								
8	0,72	2,70	0,47	3,17	3/8	0,40	1,268	1,268
9	0,80	2,70	0,40	3,10	3/8	1,50	1,550	2,818
10	1,20	2,70	0,40	3,10	3/8	1,00	3,100	3,100
11	1,50	0,90	0,40	1,30	1/2	0,50	0,650	3,750
12	1,80	3,50	0,81	4,31	1/2	1,20	5,172	8,922
Coloana G1 (Tronsoanele 13—17) $H_{disp\,B}$ = 18,950 mmH_2O								
13	0,72	2,70	0,47	3,17	3/8	0,40	1,268	1,268
14	0,80	2,70	0,40	3,10	3/8	0,50	1,550	1,550
15	1,20	2,70	0,40	3,10	3/8	1,00	3,100	3,100
16	1,50	0,90	0,40	1,30	1/2	0,50	0,650	3,750
17	1,80	3,90	0,66	4,56	1/2	1,20	5,472	9,222
Coloana G2 (Tronsoanele 18—22) $H_{disp\,B}$ = 18,950 mmH_2O								
18	0,72	2,70	0,47	3,17	3/8	0,40	1,268	1,268
19	0,80	2,70	0,40	3,10	3/8	0,50	1,550	1,550
20	1,20	2,70	0,40	3,10	3/8	1,00	3,100	3,100
21	1,50	0,90	0,40	1,30	1/2	0,50	0,650	3,750
22	1,80	1,90	0,66	4,56	1/2	1,20	5,472	9,222

Debitul de calcul Q al fiecărui tronson s-a determinat cu relația (11.7) folosind tabelul 11.5. În funcție de Q și i_m din tabelul 11.8 s-au dedus: diametrul D și pierderea de sarcină unitară reală i.

Pentru determinarea lungimilor echivalente l_e se utilizează tabelul 11.7.

Calculul sumei lungimilor echivalente rezistențelor locale pentru traseul principal (tronsoanele 1—7):

Tronsonul 1:

1 robinet cu cep avînd D_n 3/8"	0,05
1 cot avînd diametrul 3/8"	0,02
1 teu de trecere avînd D_n 3/8"	0,40
	$l_e = 0,47$

Tronsoanele: 2 și 3:

1 teu de trecere cu D_n 3/9"	$l_e = 0,40$

Tronsonul 4:

1 teu de derivație cu D_n 3/8"	$l_e = 0,40$

Tronsonul 5:

4 coturi avînd D_n 1/2"	$4 \times 0,05 = 0,20$
1 robinet cu cep avînd D_n 1/2"	0,06
1 teu de derivație avînd D_n 1/2"	0,60
	$l_e = 0,86$

Tronsonul 6:

2 coturi avînd D_n 3/4"	$2 \times 0,8 = 0,16$
1 teu de trecere cu D_n 3/4"	0,83
	$l_e = 0,96$

Tronsonul 7:

5 coturi avînd D_n 1"	$5 \times 0,12 = 0,60$
2 robinete cu cep avînd D_n 1"	$2 \times 0,11 = 0,22$
	$l_e = 0,82$

Traseele secundare se dimensionează ținînd seama de presiunile disponibile din nodurile A și B (fig. 11.24) care sînt respectiv: $H_{disp\,A} = 10,182$ mm H_2O și $H_{disp\,B} = 18,930$ mm H_2O.

Din schema izometrică (fig. 11.24) se observă că rezistențele locale pe tronsoanele *8—13* și *18* sînt aceleași ca pe tronsonul 1; pe tronsoanele 9; 10; 14; 15; 19 și 20 rezistențele locale sînt la fel ca pe tronsonul 2; pe tronsoanele 11; 16 și 21 rezistențele locale sînt la fel ca pe tronsonul 4. Pentru celelalte tronsoane, lungimile echivalente corespunzătoare rezistențelor locale au valorile următoare:

Tronsonul 12:

3 coturi avînd D_n 1/2"	$3 \times 0,05 = 0,15$
1 robinet cu cep cu D_n 1/2"	0,06
1 teu de trecere cu D_n 1/2"	0,60
	$l_e = 0,81$

Tronsoanele: 17 și 22:

1 teu de derivație cu D_n 1/2"	0,60
1 robinet cu cep cu D_n 1/2"	0,06
	$l_e = 0,66$

Se observă că pe traseul principal, suma pierderilor totale de sarcină este: $h_r = 21,974$ mm H_2O și deci $h_r < \Delta P = 25$ mm H_2O.

Pe traseele secundare, pierderile totale de sarcină sînt mai mici decît presiunile disponibile în nodurile A și B; excesul de presiune se consumă prin reglarea robinetelor cu cep montate pe ramificațiile respective.

Exemplul de calcul 11.2. Să se efectueze calculul de dimensionare și al pierderilor totale de sarcină pentru conductele de alimentare cu gaze naturale combustibile a arzătorului cazanelor tip Pa 22, Pa 25 și Pb 20 destinate încălzirii apei de consum, montate într-o centrală termică. Căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor, determinată între punctul A (fig. 11.25) și oricare punct de racord al arzătoarelor este $\Delta P'_d = 24$ mm H_2O.

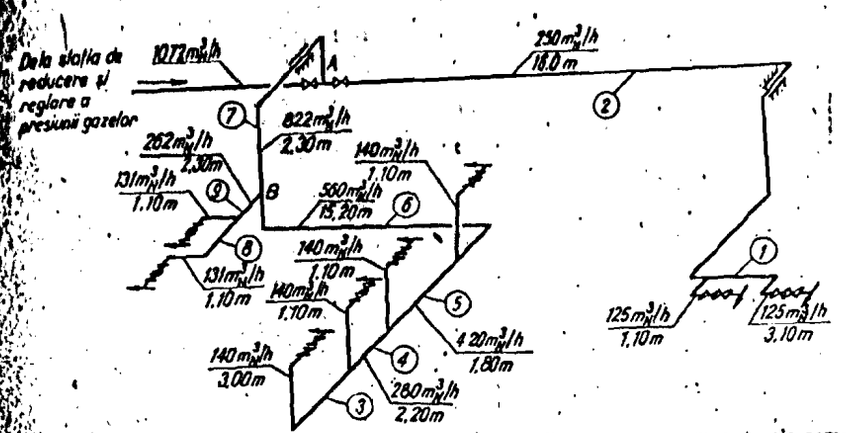


Fig. 11.25. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu gaze naturale combustibile de joasă presiune, pentru o centrală termică.

Pe schema izometrică de calcul din figura 11.25 sînt notate debitele nominale de gaze, în condiții normale, ale arzătoarelor și lungimile fizice ale tronsoanelor de conducte.

Rezolvare. Se calculează căderea de presiune unitară medie pentru traseul *1-A*, aplicînd relația (11.13) și rezultă $i_m = \frac{24}{1,2 \cdot 19,1} = 1,04$ mm H_2O, în care $\Sigma l = 19,1$ m este lungimea fizică totală a traseului *1-A*. Cunoscînd debitele de calcul ale fiecărui tronson și i_m din tabelul 11.8, se deduce diametrul D și pierderea de sarcină unitară reală i. Se calculează suma lungimilor echivalente rezistențelor locale și lungimea totală L, pentru fiecare tronson. În continuare, se determină pierderea de sarcină h_r pe fiecare tronson cu relația (11.14) și Σh_r pentru traseul *1-A*, rezultatele calculelor fiind redate în tabelul 11.10, din care se observă că $\Delta P_{tr} = 23,04$ mm H_2O și deci $\Delta P_{tr} < \Delta P_d$.

În mod analog se calculează conductele traseului *3-A* și ramificațiile *8—13* (tabel 11.10).

Calculul sumei lungimilor echivalente rezistențelor locale pentru tronsoanele rețelei de conducte (fig. 11.25) se efectuează folosind tabelul 11.7:

Tronson 1:

2 vane D_n 4"	$2 \times 0,5 = 1,00$
2 coturi D_n 4"	$1 \times 1,45 = 2,90$
1 teu în direcția derivației D_n 4"	$1 \times 5,00 = 5,00$
	Total 8,90

Tronson 2:

1 vană D_n 4"	$1 \times 0,50 = 0,50$
4 coturi D_n 4"	$4 \times 1,45 = 5,80$
1 teu în direcția derivației D_n 4"	$1 \times 5,00 = 5,00$
	Total 11,30

Tronson 3:

2 vane D_n 4"	2×0,50=1,00
2 coturi D_n 4"	2×1,45=2,90
1 teu în direcția derivației D_n 4"	1×5,00=5,00
Total	8,90

Tronsoane: 4; 5:

1 teu D_n 5"	1×6,60=6,60
Total	6,60

Tronsoane 6; 7:

2 coturi D_n 8"	2×4,0 = 8,00
1 teu în direcția derivației D_n 8"	1×12,0=12,00
Total	20,00

Tronson 8:

2 vane D_n 4"	2×0,50=1,00
2 coturi D_n 4"	2×1,45=2,90
1 teu în direcția derivației D_n 4"	1×5,00=5,00
Total	8,90

Tronson 9:

1 teu D_n 4"	1×5,00=5,00
Total	5,00

Tabelul 11.10

Calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze cu joasă presiune la o centrală termică (exemplul de calcul 11.2)

Nr. tronson	G_c m^3_N/h	Lungimea l m	Lungimea l_e m	Lungimea $L=l+l_e$ m	d țoli	i mmH_2O/m	$h_r=i\times L$ mmH_2O	$h_r=\Sigma i\times l$ mmH_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Traseu 1–A $H_{disp\,A}$ = 24 mmH_2O								
1	125	3,10	8,90	12,0	4	0,1	1,2	1,2
2	250	16,00	11,30	27,30	4	0,8	21,84	23,04
Traseu 3–A $H_{disp\,A}$ = 24 mmH_2O								
3	140	3,0	8,90	11,90	4	0,20	2,38	2,38
4	280	2,20	6,60	8,80	5	0,30	2,64	5,02
5	420	1,28	6,60	7,88	5	0,50	3,94	8,96
6	500	13,20	20,00	33,20	8	0,20	7,04	16,00
7	822	3,80	20,00	23,80	8	0,20	4,76	20,76
Traseu 8–B $H_{disp\,B}$ = 16,0 mmH_2O								
8	131	1,10	8,90	11,0	4	0,2	2,2	2,2
9	262	2,30	5,00	7,30	4	0,8	5,84	8,04

12

Proiectarea instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

12.1. Instalații interioare de gaze petroliere lichefiate

12.1.1. Condiții pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate în interiorul clădirilor

Gazul petrolier lichefiat are următoarea compoziție chimică (în procente dintr-un m^3 în condiții normale, la presiunea $p = 1{,}013$ bar și temperatura $T = 273{,}15$ K, conform STAS 66-82): butan 90%, propan 9%, pentan 1%. În condiții normale de presiune și temperatură, densitatea gazului petrolier lichefiat este $\rho = 2{,}63$ kg/m³, densitatea relativă în raport cu aerul este $\delta = 2{,}03$, iar în raport cu apa $\delta' = 0{,}569$. Puterea calorică inferioară a gazului petrolier lichefiat este de $45{,}6 \cdot 10^6$ J/kg (sau 10 900 kcal/kg), respectiv $119{,}7 \cdot 10^6$ J/m^3_N (sau 28 600 kcal/m^3_N). Temperatura maximă a flăcării este de 1895°C, temperatura de aprindere în aer este de 490°C, iar cantitatea medie de aer necesar pentru ardere de 30,4 m^3_N aer/m^3_N gaz petrolier lichefiat. Limitele de explozie ale amestecului de gaz petrolier lichefiat cu aerul sînt: inferioară 1,77% gaz din volum; superioară 8,59% gaz din volum.

Ținînd seamă de proprietățile gazului petrolier lichefiat, în scopul evitării pericolelor de incendiu și explozii, în „Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor de utilizare a gazului petrolier lichefiat", indicativ I. 31-76 sînt precizate condițiile pentru utilizarea gazului petrolier lichefiat în interiorul clădirilor, care se prezintă în cele ce urmează.

Utilizarea gazului petrolier lichefiat este permisă numai în clădiri neracordate la rețeaua de distribuție a gazelor naturale. Se exceptează de la această prevedere aparatele de utilizare, arzătoarele din instalațiile de uz public și de uz industrial, la care folosirea gazului petrolier lichefiat este impusă de procesul tehnologic.

Utilizarea gazului petrolier lichefiat este permisă numai în încăperile de la parter sau etaje.

Pentru uz casnic este permisă utilizarea a maximum 2 butelii într-o încăpere.

Pentru uz public și uz industrial este permisă utilizarea a maximum 6 butelii pe același etaj (palier), cu respectarea măsurilor de securitate. Într-o încăpere se pot instala maximum 3 butelii.

În cazul în care numărul aparatelor de utilizare ce urmează a fi instalate depășește numărul buteliilor permise, sau în cazul aparatelor de utilizare cu un debit mai mare de 0,5 kg/h, alimentarea se va face prin conductă metalică.

Locul instalării buteliilor și aparatelor de utilizare trebuie ales în așa fel, încît încăperea să poată fi părăsită fără pericol, în cazul unui incendiu.

Toate încăperile în care se instalează butelii sau aparate de utilizare vor avea cel puțin o fereastră spre exterior. Pentru fiecare metru cub volum de încăpere se va prevedea 0,05 m² fereastră. Această regulă nu se aplică în cazul halelor industriale.

Aparatele de utilizare și arzătoarele ce funcționează cu gaz petrolier lichefiat vor fi racordate la coș; excepție fac aparatele și arzătoarele cu flacără liberă (mașini de gătit, reșouri, becuri de laborator, arzătoare tip șalimou etc.) care pot fi instalate în bucătării, oficii, laboratoare și hale industriale ventilate. Este interzisă utilizarea aparatelor cu flacără liberă în băi.

Volumul minim al încăperii în care se instalează aparate de utilizare ce funcționează cu gaz petrolier lichefiat va fi de 10 m³; pentru bucătării, băi și oficii se admite volumul minim de 7,5 m³. Volumul minim al încăperii în care se instalează aparate de utilizare cu flacără liberă (neracordate la coș) se va stabili în funcție de debitul instalat și anume: pentru fiecare 0,5 kg/h debit instalat va corespunde un volum de încăpere de 10 m³. Pentru același debit instalat, va corespunde un volum de încăpere de 7,5 m³, în cazul bucătăriilor și oficiilor. Volumul minim al încăperii în care se instalează butelii de gaz petrolier lichefiat (exceptînd stațiile de distribuție) va fi de 10 m³, pentru fiecare butelie, chiar dacă aparatele de utilizare pe care le alimentează vor fi instalate în alte încăperi; pentru bucătării, băi și oficii, se admite volumul minim de 7,5 m³, în cazul utilizării unei singure butelii.

Buteliile vor fi amplasate la următoarele distanțe de aparatele de utilizare și de corpurile de încălzire:

— minimum 1 m, cînd temperatura suprafeței exterioare a aparatului de utilizare sau a corpului de încălzire nu depășește 120°C. Distanța se va măsura pe orizontală, de la peretele aparatului de utilizare sau al corpului de încălzire pînă la racordul portfurtun al regulatorului de presiune;

— minimum 2 m, cînd temperatura suprafeței exterioare a aparatului de utilizare sau a corpului de încălzire este cuprinsă între 120...300°C;

— minimum 5 m, cînd temperatura suprafeței exterioare a aparatului de utilizare sau a corpului de încălzire depășește 300°C, sau cînd flacăra radiază direct asupra buteliei.

În cazul în care butelia trebuie amplasată la distanța de peste 1 m de aparatul de utilizare, racordarea se va face prin conductă metalică.

Este interzis a utiliza gaz petrolier lichefiat: în încăperi în care se doarme, în W.C.; în încăperi cu materiale inflamabile sau cu mediu exploziv; în stațiile de acces și evacuare (casa scării, coridoare, casa pivniței), precum și în poduri; în construcțiile de gradul III; IV și V rezistență la foc, care sînt construite din materiale combustibile; în garaje; ca mediu de pulverizare la diverse operații de vopsire.

Este interzisă amplasarea buteliilor: în locuri în care sînt supuse acțiunii directe a razelor solare, în încăperi cu mediu corosiv sau cu temperatură de peste 35°C; în aceeași încăpere cu buteliile pentru alte gaze ce pot produce, în amestec, reacții periculoase.

Aparatele de utilizare și arzătoarele vor fi standardizate, omologate sau avizate pentru funcționarea cu gaz petrolier lichefiat.

Aparatele de utilizare și arzătoarele vor fi racordate rigid, cu excepția aparatelor de utilizare cu flacără liberă și cu presiunile nominale de 20 și 30 mbar (≈ 200 și 300 mmH_2O) care vor fi racordate cu furtun de cauciuc STAS 3078-76, în lungime de 1—1,1 m. Furtunul va avea un traseu vizibil și nu va trece dintr-o încăpere în alta. Aparatele de utilizare cu flacără liberă și cu presiunea nominală mai mare de 30 mbar (≈ 300 mmH_2O) vor fi racordate cu furtun de cauciuc cu inserții textile, STAS 263-83, în lungime de 1—1,1 m.

În mod excepțional, întreprinderea distribuitoare poate aproba racordarea anumitor arzătoare industriale (arzătoare pentru sudură, arzătoare tip șalimou etc.) cu furtun de cauciuc cu inserții textile, STAS 263-83, în lungime maximă de 20 m, cu condiția evitării pericolului de degradare, rupere, smulgere sau strivire a furtunului, ca urmare a funcționării instalației. Pe furtun nu se admite intercalarea de fitinguri și armături.

Portfurtunul aparatului va avea același diametru ca portfurtunul regulatorului de presiune. În toate cazurile, furtunul va fi asigurat cu coliere, la ambele capete.

Toate aparatele de utilizare și arzătoarele vor fi prevăzute cu robine de manevră.

12.1.2. Materiale, aparate și recipiente pentru instalații de gaze petroliere lichefiate

Țevi. La instalațiile de gaze petroliere lichefiate se vor utiliza: țevi din oțel, fără sudură, pentru instalații, STAS 404/1-80; țevi din oțel, fără sudură, laminate la cald pentru construcții, STAS 404/2-80; țevi din oțel, sudate longitudinal, pentru instalații, STAS 7656-80; țevi din oțel, sudate longitudinal, pentru construcții, STAS 7657-80.

Armături. Se utilizează robinete cu cep cu presiunea de lucru pînă la 10 000 mmH_2O, STAS 1055-85; robinet de închidere cu cep și mufe cu presiunea de lucru pînă la 1 000 mmH_2O, STAS 1056-80; robinet cu cep, cu mufe, cu presiunea de lucru pînă la 10 000 mmH_2O, STAS 1056-80.

Reductoare (regulatoare) de presiune. Reglarea presiunii se face cu ajutorul regulatoarelor de presiune, omologate pentru gaze petroliere lichefiate. Regulatoarele de presiune se construiesc în cinci mărimi, corespunzînd următoarelor presiuni nominale de ieșire: 20; 30; 50; 60 și 100 mbar (≈200; 300; 500; 600 și 1 000 mmH_2O).

Aparate de utilizare și arzătoare. Se folosesc arzătoare de uz casnic pentru gaze combustibile, STAS 995-79; aparate de gătit cu gaze pentru uz casnic, STAS 5613-82; încălzitoare instantanee de apă, omologate pentru funcționare cu gaze petroliere lichefiate; becuri de laborator; aparate de gătit pentru uz public, omologate; alte arzătoare omologate sau avizate.

Butelii (recipiente transportabile). Buteliile pentru gaze petroliere lichefiate şi robinetele cu ventil vor fi construite conform prevederilor STAS 2666-81, STAS 2667-84 şi prescripţiilor tehnice C.3, colecţia Inspecţiei pentru cazane, recipiente sub presiune şi instalaţii de ridicat (I.S.C.I.R.) în vigoare.

Buteliile de gaze petroliere lichefiate cu încărcătura maximă de 5 kg sînt considerate de tip „turist" şi vor fi construite conform prevederilor standardelor, normelor interne şi prescripţiilor tehnice C.3, colecţia I.S.C.I.R. în vigoare.

Alte materiale. Pentru executarea îmbinărilor filetate se vor folosi fitinguri din fontă maleabilă standardizate. Etanşarea se va face cu fuior de cînepă, STAS 1715, miniu de plumb, STAS 429-85 şi ulei de in sicativat, STAS 16-80.

Pentru executarea îmbinărilor sudate se vor folosi: oxigen tehnic, STAS 2031-81; carbură de calciu tehnică (carbid), STAS 102-80; sîrmă din oţel pentru sudare, STAS 1126-80; electrozi înveliţi pentru sudarea oţelurilor în STAS 1125-81.

Fixarea conductelor se va face cu brăţări, STAS 3932-83.

Pentru izolarea anticorosivă a ţevilor se vor folosi: ulei de in sicativat, miniu de plumb, bitum, STAS 2484-83.

Pentru izolarea termică se vor folosi: vată minerală, STAS 5838-80, vată de sticlă, STAS 6881-80 etc.

Racordurile flexibile se vor executa cu: tuburi de cauciuc, STAS 3078-76, pentru presiunile de 20 şi 30 mbar (≈200 şi 300 mmH_2O); tuburi cu inserţii textile, STAS 263-83, pentru presiuni mai mari de 30 mbar (≈ 300 mmH_2O); tuburi pentru tăierea şi sudarea cu gaze a metalelor, STAS 8540-77. Pentru asigurarea tuburilor se vor folosi coliere metalice.

Pentru etanşarea racordului olandez al regulatorului de presiune, se vor utiliza garnituri inelare din clingherit, norma internă 7-1975.

12.1.3. Alegerea traseelor şi condiţii pentru amplasarea conductelor şi armăturilor

La stabilirea traseelor instalaţiilor, condiţiile de estetică sînt totdeauna subordonate celor de siguranţă. Traseele vor fi rectilinii. Traseele orizontale vor trece deasupra canatului uşilor şi ferestrelor şi deasupra conductelor de apă. Se va evita fixarea conductelor pe plafon. Conductele vor fi montate aparent. La trecerea prin pereţi sau planşee, conductele vor fi introduse în tuburi de protecţie.

Pe conducta de gaz petrolier lichefiat, înaintea fiecărui regulator de presiune şi înaintea fiecărui arzător se va monta cîte un robinet de manevră.

Este interzisă montarea conductelor de gaze petroliere lichefiate în depozitele de cărbuni sau gunoi, în podurile clădirilor, în subsoluri, în coşurile sobelor, în casa ascensoarelor, în locuri neaccesibile, în încăperi fără ventilaţie, în W.C., sub duşumele, în canale acoperite, în canale de ventilaţie sau în locuri unde conductele sînt supuse acţiunii chimice, mecanice sau temperaturilor înalte.

12.1.4. Asigurarea aerului necesar arderii şi evacuarea gazelor de ardere

Asigurarea aerului necesar arderii. Pentru asigurarea aerului necesar arderii, în toate încăperile în care funcţionează aparate de utilizare sau arzătoare se vor prevedea: prize de aer în legătură cu exteriorul, dacă raportul dintre volumul încăperii, în m³ şi debitul nominal de gaz, în kg/h, are valoarea mai mică de 40, cu excepţia bucătăriilor din clădirile de locuit cu încălzire centrală, la care se admite executarea orificiilor spre încăperile vecine, cu condiţia existenţei canalelor de ventilare; orificiu spre încăperile vecine, dacă raportul dintre volumul încăperii şi debitul nominal de gaz are valoarea mai mare de 40.

Suprafaţa prizelor şi orificiilor se stabileşte după regula: 64 cm² pentru fiecare kg/h debit instalat.

Prizele şi orificiile se vor executa în partea de jos a încăperii, cît mai aproape de pardoseală, nu vor fi prevăzute cu dispozitive de închidere şi vor fi protejate cu plasă do sîrmă.

Evacuarea gazelor de ardere. Gazele de ardere vor fi evacuate deasupra acoperişului clădirilor, după cum urmează:

— în cazul aparatelor cu flacără liberă: în toate încăperile în care urmează a se instala aparate cu flacără liberă se vor prevedea canale de ventilare pînă deasupra acoperişului, în conformitate cu STAS 6724-84. Canalele de ventilare vor fi racordate cît mai aproape de plafon şi nu vor avea dispozitive de micşorarea secţiunii. La clădirile de locuit existente, în lipsa canalelor de ventilare, se vor practică orificii în peretele exterior, cît mai aproape de plafon, cu secţiunea de minimum 100 cm². Orificiile de evacuare nu vor fi prevăzute cu dispozitive de închidere şi vor fi protejate cu plasă de sîrmă. În încăperile în care se instalează aparate de utilizare pentru uz public sau industrial, se va prevedea o ventilaţie naturală organizată sau mecanică, pentru evacuarea gazelor de ardere. Concentraţia maximă a noxelor nu va depăşi limita admisă de normele legale în vigoare;

— în cazul aparatelor racordate la coş: proiectarea coşurilor şi canalelor de fum la construcţiile civile se va face conform STAS 6793-82. La fiecare canal de fum se va racorda un singur aparat de utilizare. În cazuri excepţionale, se pot racorda maximum două aparate de utilizare la un canal de fum, dar numai la nivelurl diferite, iar secţiunea coşului va corespunde debitului însumat al celor două aparate. Aparatele de utilizare vor fi amplasate în apropierea coşului. Este interzisă montarea dispozitivelor de închidere sau strangulare pe circuitul de evacuare a gazelor de ardere. Burlanele de legătură a aparatului de utilizare la coş vor avea secţiunea egală cu secţiunea de ieşire a gazelor de ardere din aparat. Burlanele vor fi introduse unul într-altul, în sensul curgerii gazelor de ardere. Este interzisă trecerea burlanelor de tablă dintr-o încăpere în alta. Este interzisă evacuarea gazelor de ardere în podurile clădirilor, în canale de ventilare sau prin pereţi exteriori.

12.1.5. Calculul conductelor de gaze petroliere lichefiate

Dimensionarea conductelor se face în funcție de debitul de calcul și de căderea de presiune disponibilă.

Debitul de calcul Q, în kg/h, reprezintă suma debitelor nominale ale tuturor aparatelor de utilizare, adăugînd-se (după caz) și rezervele de viitor.

Debitul nominal al unui aparat (în kg/h) reprezintă cantitatea de gaz, în stare normală (0°C și 1,01325 bara ≈ 760 mm Hg), care trece într-o oră prin aparat, la presiunea nominală de funcționare.

Debitele nominale ale aparatelor de utilizare se vor lua din standarde, prospecte sau, în lipsa acestora, din anexa la Normativul I.31-76.

Numărul buteliilor necesare alimentării unei instalații se determină în funcție de debitul de calcul, astfel ca sarcina de debitare a unei butelii să nu depășească 0,5 kg/h gaz.

Căderea de presiune disponibilă ΔP_d, în mbar, reprezintă diferența dintre presiunile gazului la cele două extremități ale traseului cel mai lung.

Căderea de presiune unitară medie ΔH, în mbar/m, reprezintă căderea de presiune medie pe metru liniar de conductă

$$\Delta H_m = \frac{\Delta P_d}{L} \text{ [mbar/m]}, \qquad (12.1)$$

în care:

$$L = l + l_e \text{ [m]}, \qquad (12.2)$$

este lungimea de calcul a conductei:

l — lungimea fizică a acesteia;

l_e — lungimea echivalentă rezistențelor locale. Pentru instalațiile interioare de gaze petroliere lichefiate se consideră

$$l_e = 0{,}20\ l, \text{ astfel că } L = 1{,}2\ l.$$

Cunoscînd căderea de presiune unitară medie ΔH, pentru dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se utilizează tabelul 12.1, din care se deduce diametrul D_i, în mm, care corespunde debitului de gaz cel mai apropiat de debitul de calcul al tronsonului respectiv și valoarea efectivă ΔH.

Se determină apoi căderea de presiune efectivă ΔP_{ef}, aplicînd pentru fiecare tronson relația

$$\Delta P_{ef} = \Delta H \cdot L \text{ [mbar]}. \qquad (12.3)$$

Se însumează căderile de presiune efective pe tronsoanele care alcătuiesc traseul principal (cel mai dezavantajat) și se verifică condiția

$$\Sigma \Delta P_{ef} \leq \Delta P_d \text{ [mbar]}. \qquad (12.4)$$

Dacă relația (12.4) nu se verifică, se corectează diametrele anumitor tronsoane, cu condiția ca aceste diametre să fie mai mici, cel mult egale cu diametrele tronsoanelor precedente, începînd de la stația de distribuție spre aparatele de utilizare a gazului petrolier lichefiat.

Tabelul 12.1

Dimensionarea conductelor pentru gaze petroliere lichefiate (Normativ I 31-1976)

Densitatea = 2,49 kg/m³ (la 15°C)
Densitatea relativă = 2,03

D_i (mm)		12,50	15,75	21,25	27,00	35,75	41,25	52,50
D_n (inci, țoli)								
ΔH		3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
mbar/m	mmH₂O/m	Debite, kg/h						
0,01	0,1	0,38	0,73	1,65	3,16	6,78	10,00	19,23
0,02	0,2	0,55	1,05	2,37	4,56	9,73	14,33	
0,03	0,3	0,68	1,30	2,94	5,63	12,00	17,66	
0,04	0,4	0,80	1,50	3,41	6,53	13,91		
0,05	0,5	0,89	1,69	3,83	7,33	15,60		
0,06	0,6	0,98	1,86	4,20	8,05	17,13		
0,07	0,7	1,07	2,01	4,55	8,72	18,53		
0,08	0,8	1,14	2,16	4,88	9,33	19,84		
0,09	0,9	1,22	2,29	5,18	9,91	21,07		
0,10	1,0	1,28	2,42	5,47	10,46	22,23		
0,11	1,1	1,35	2,54	5,74	10,98	23,33		
0,12	1,2	1,41	2,66	6,00	11,48	24,39		
0,13	1,3	1,47	2,77	6,25	11,96	25,40		
0,14	1,4	1,53	2,88	6,49	12,42			
0,15	1,5	1,58	2,98	6,73	12,86			
0,16	1,6	1,64	3,08	6,95	13,29			

Ramificațiile rețelei se dimensionează cunoscînd presiunile disponibile în nodurile traseului principal; se va urmări consumarea integrală a căderii de presiune disponibile pe oricare dintre ramificațiile rețelei de conducte.

Regulatorul de presiune va fi astfel ales, încît căderea de presiune disponibilă să fie de 10% din presiunea nominală de funcționare a aparatului.

12.2. Stații de distribuție și rețele exterioare pentru gaze petroliere lichefiate

12.2.1. Stații de distribuție a gazelor petroliere lichefiate

Prin stație de distribuție a gazului petrolier lichefiat se înțelege ansamblul constituit din butelii, regulatoare de presiune, manometre, conducte, armături, furtunuri și accesorii, amplasate într-o clădire proprie, de unde se face alimentarea cu gaz petrolier lichefiat a aparatelor de utilizare.

Amplasarea și construcția stațiilor de distribuție a gazelor petroliere lichefiate. În cazul instalațiilor de uz public sau de uz industrial care necesită utilizarea unui număr de 7 sau mai multe butelii de gaz petrolier pe un etaj (palier), se vor prevedea, în mod obligatoriu, stații de distribuție a gazelor petroliere lichefiate.

Este interzisă construirea unor stații de distribuție cu capacitatea mai mare de 25 de butelii.

Stația de distribuție va fi amplasată într-o clădire proprie supraterană și neetajată. Ea nu va fi înglobată în clădirea în care se utilizează gaze petroliere lichefiate. Stația poate fi alipită pe maximum două laturi de clădirea în care se utilizează gaze petroliere lichefiate, cu excepția secțiilor de categoria A și B pericol de incendiu, la care nu se admite alipirea. Stația de distribuție poate fi alipită numai la clădirile de gradul I și II rezistență la foc.

Stațiile de distribuție de la spitale pot fi alipite pe o latură de clădirea spitalului, cu condiția ca distanța pînă la camerele de spitalizare sau de operații să fie de minimum 25 m.

Stațiile de distribuție care nu îndeplinesc condițiile de mai sus vor fi amplasate în clădiri independente. Distanțele de siguranță dintre clădirile stațiilor de distribuție a gazului petrolier lichefiat și clădirile, instalațiile și căile de comunicații învecinate se vor stabili în conformitate cu prevederile Decretului 70/1975. În tabelul 12.2 se indică obiectivele față de care trebuie păstrate distanțe de siguranță, precum și valorile orientative de la care se poate pleca în fixarea acestora. Totuși, distanțe mai mici decît cele prevăzute în tabelul 12.1 se pot admite numai pe baza unor justificări tehnice corespunzătoare și luării unor măsuri suplimentare de siguranță, care să compenseze reducerea distanței, cu avizul forului tutelar al întreprinderilor distribuitoare.

Tabelul 12.2

Distanțe de siguranță dintre stațiile de distribuție și obiectivele învecinate (Normativ I 31-1976)

Destinația obiectivului învecinat	Gradul de rezistență la foc al obiectivului învecinat	Distanța de siguranță m
Clădiri industriale, categoria A și B pericol de incendiu	I—II	20
Clădiri industriale, categoria C, D și E pericol de incendiu	I—II	16
	III	18
	IV—V	20
Instalații de producție în aer liber	—	25
Clădiri social-administrative ale întreprinderilor	I—II	20
	III—V	25
Clădiri de locuit, clădiri publice (creșe, grădinițe, școli, spitale etc.), clădiri cu săli aglomerate sau clădiri înalte (peste 28 m)	—	30
Drumuri publice	—	15
Linii de cale ferată	Distanțele se iau conform prevederilor normativelor de specialitate	

La construirea stațiilor de distribuție se vor utiliza numai elemente incombustibile. Pereții de care se face alipirea stației de distribuție trebuie să fie rezistenți la explozie, să nu aibă goluri (uși sau ferestre) pe o distanță de 5 m în jurul stației și să asigure izolarea la transmiterea căldurii, în condițiile unui incendiu în încăperile vecine.

Construcția stației de distribuție a gazului petrolier lichefiat va fi executată din beton sau cărămidă, fără pod. Acoperișul stației alipite va fi rezistent la explozie și nu va avea deschideri. Acoperișul stației independente va fi astfel proiectat, încît să cedeze ușor în caz de explozie.

Înălțimea încăperii stației va fi de minimum 2,5 m.

Suprafața stației va fi de minimum 7 m², pentru un grup de 7 butelii, adăugîndu-se cîte 0,6 m² pentru fiecare butelie instalată în plus. Pardoseala va fi din beton, plană și nealunecoasă. Ea va fi acoperită cu un strat dintr-un material care să nu producă scîntei la lovire.

La stațiile alipite pe o singură latură, ușile și ferestrele vor fi amplasate pe peretele opus clădirii de care se face alipirea. La stațiile alipite pe maximum două laturi, ușile și ferestrele vor fi amplasate pe unul din pereții exteriori și spre zonele cu slabă circulație și fără surse de pericol. Ușile și ferestrele vor fi construite din metal neferos sau material impregnat și vor avea deschidere în afară. Acestea vor avea următoarele dimensiuni: ușa, cel puțin 0,7 × 2,0 m; ferestrele vor avea suprafața rezultînd din raportul : 0,05 m² fereastră pentru fiecare m³ de volum încăpere. Geamurile nu vor fi armate, vor avea grosimea de 2 mm, vor fi mate sau vopsite în alb, pentru a feri buteliile de acțiunea razelor solare.

Ventilația va fi naturală, organizată prin orificii plasate în mod egal la nivelul podelei și în apropierea plafonului. Suprafața totală a acestor orificii va fi de minimum 4% din suprafața pardoselii. Secțiunea fiecărui orificiu va fi de 300 cm². Orificiile vor fi prevăzute cu plasă de sîrmă. Se va urmări ca gazele ce s-ar putea evacua prin orificii să nu se îndrepte spre surse de aprindere, subsoluri, încăperi cu acces de persoane, căi de evacuare, căi de comunicație etc.

Temperatura din stație nu va depăși 35°C.

Iluminatul stațiilor se va face prin ferestre. Iluminatul artificial se va asigura numai din exterior, în conformitate cu prevederile „Normativului departamental pentru instalații electrice în medii cu pericol de explozie", indicativ I.D. 17, elaborat de Ministerul Industriei Chimice.

Încălzirea stațiilor va fi asigurată prin surse indirecte de căldură (agent termic: apa sau aburul de joasă presiune), iar temperatura din interior va fi de minimum 10°C. Este interzisă încălzirea cu sobe, chiar dacă aprinderea s-ar face din exteriorul stației.

Protejarea împotriva descărcărilor electrice se va face în conformitate cu prevederile normativului I. 20.69, elaborat de INCERC.

Stația va fi prevăzută cu mijloace pentru stingerea incendiilor, conform normativelor de prevenire și stingere a incendiilor în vigoare.

În stație se vor afișa instrucțiuni pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate și instrucțiuni referitoare la normele de protecție a muncii și de prevenire și stingere a incendiilor. Pe ușă și pe pereții exteriori se vor aplica indicatoare de securitate, purtînd inscripțiile prevăzute în STAS 297-80, referitoare la acces și la pericolul de explozie și de incendiu.

Amplasarea și montarea instalațiilor în stațiile de distribuție a gazelor petroliere lichefiate. Buteliile vor fi amplasate pe un singur rînd (pe verticală) și vor fi așezate pe grătare confecționate din lemn ignifugat. Este interzis a proiecta stații pentru depozitarea buteliilor de rezervă, în stațiile de distribuție a gazului petrolier lichefiat.

Buteliile se racordează la un colector, executat din țeavă STAS 403 sau STAS 404, avînd diametrul de 35,75 mm (1 1/4"), cînd se racordează maximum 12 butelii și de 52,50 mm (2"), cînd se racordează maximum 25 butelii.

Colectorul se montează în interiorul stației de distribuție orizontal, la înălțimea de 30 cm deasupra robinetelor cu ventil ale buteliilor și se fixează pe perete cu brățări metalice. Pe colector se sudează, pentru fiecare butelie, ștuțuri de țeavă cu diametrul de 12,50 mm (3/8") și lungimea de 40 mm, prevăzute cu robinete cu cep și portfurtunuri de același diametru. Distanța dintre ștuțuri va fi de minimum 320 mm. Ștuțurile vor fi sudate perpendicular pe colector și în poziție orizontală.

Buteliile, prevăzute cu regulatoare de presiune, vor fi racordate la colector prin intermediul furtunului de cauciuc cu inserții textile, STAS 263-83, în lungime de 0,6 m și asigurat cu colliere la capete.

Racordarea conductei principale de alimentare la colector se face prin intermediul unei mufe cu filet stînga-dreapta. Este interzisă racordarea prin racord olandez. Între colector și conducta principală se montează un robinet cu cep numit „robinet principal", avînd diametrul conductei principale, iar după robinetul principal se montează un manometru.

12.2.2. Rețele exterioare pentru transportul și distribuția gazelor petroliere lichefiate

Rețelele exterioare fac legătura între stațiile de distribuție independente și instalațiile de utilizare a gazelor petroliere lichefiate, din interiorul clădirilor. De regulă, traseul rețelei exterioare este cuprins între stația de distribuție și robinetul de incendiu. Se recomandă ca rețeaua exterioară să fie construită din porțiuni (tronsoane) rectilinii, cît mai scurte și cu rezistențe locale cît mai puține.

Rețelele exterioare se montează, în general, aerian, pe suporturi metalice sau din beton armat, pe estacade, pe pereții exteriori ai clădirilor etc. Traversarea aeriană a căilor de circulație se va face perpendicular pe axa acestora, la cel puțin 5 m înălțime.

Se admite montajul subteran, în cazuri excepționale, cînd nu se poate asigura montajul suprateran. În acest caz, se vor lua, prin proiectare și executare, toate măsurile necesare pentru evitarea pericolului de coroziune, explozie sau incendiu. Proiectarea instalațiilor de gaze petroliere lichefiate subterane se va face în conformitate cu prevederile „Normativului pentru proiectarea și executarea rețelelor și instalațiilor de gaze naturale", indicativ I.6.86.

Diametrul minim al conductelor subterane va fi de 21,25 mm (3/4").

Pe conductele de gaz petrolier lichefiat, înainte de intrarea în clădiri, se va monta, aparent, un robinet cu cep, numit „robinet de incendiu".

Intrarea conductelor subterane în clădiri se va face numai deasupra solului.

Exemplul de calcul 12.1. Să se dimensioneze conductele și să se efectueze calculul pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze petroliere lichefiate aferentă unui spital, a cărei reprezentare în plan este redată în figura 12.1, *a* și în schema izometrică din figura 12.1, *b* cunoscînd următoarele date:

— debitele nominale: pentru autoclavele A: $Q_{nA} = 0{,}468$ kg/h; pentru distilatorul D: $Q_{nD} = 0{,}468$ kg/h; pentru becul tip BS-1: $G_{nB} = 0{,}063$ kg/h;

— lungimile tronsoanelor care alcătuiesc rețeaua de conducte sînt indicate pe figura 12.1, *b*;

— arzătoarele instalate în autoclave și distilatoare funcționează cu gaze petroliere lichefiate la presiunea de 60 mbar iar becul tip BS-1 la presiunea de 20 mbar;

— căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor va fi 5% din presiunea nominală de funcționare, adică $\Delta P_d = 0{,}05 \cdot 60 = 3$ mbar.

Rezolvare. Se determină lungimea fizică totală a traseului cel mai dezavantajat (cel mai lung), care este format din tronsoanele *ab*, *bc*, *cd* de (v. fig. 12.1, *b*) și se obține $l = 30{,}7$ m.

Rezultă lungimea de calcul a traseului cel mai dezavantajat

$$L = 1{,}2\, l = 1{,}2 \cdot 30{,}7 = 36{,}84 \text{ m}.$$

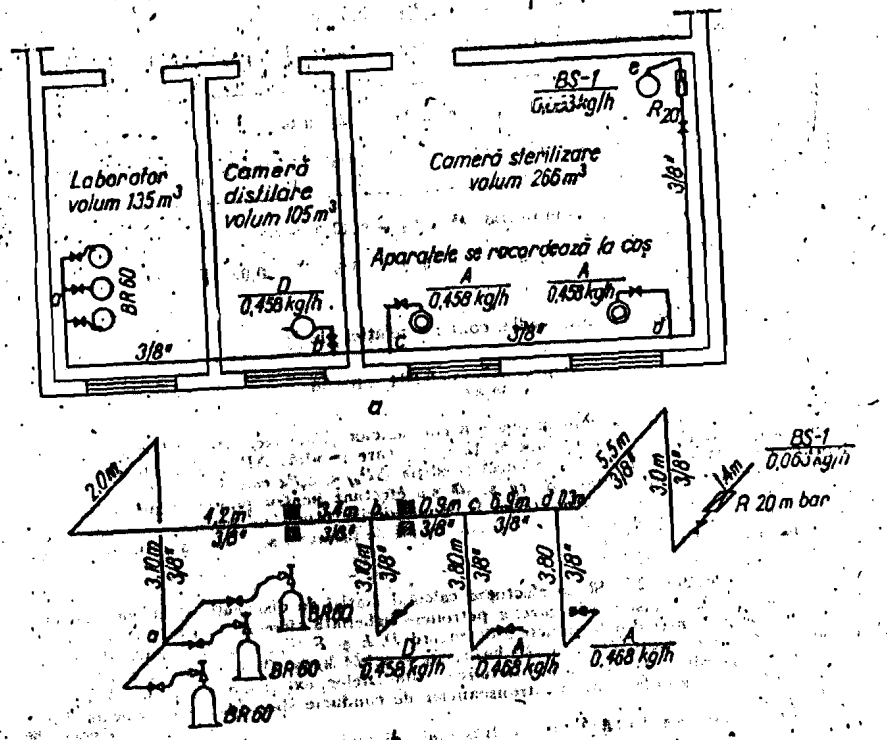


Fig. 12.1. Instalația interioară de gaze petroliere lichefiate aferentă unui spital:
a — vedere în plan; *b* — schemă izometrică a instalației
A — autoclavă; *D* — distilator; *BR* — butelie de gaz petrolier lichefiat, cu regulator de presiune de 60 mbar; *BS-1* — bec suflător pentru gaz petrolier lichefiat.

Tabelul 12.3

Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze petroliere lichefiate (aferentă unei hale — exemplul de calcul 12.1)

Tronsonul	G_c (kg/h)	Lungimea, m: fizică l	Lungimea, m: echivalentă $l_e = 0{,}2l$	Lungimea, m: de calcul L	D țoli	ΔH mbar/m	$\Delta P_{cf} = L\Delta H$ mbar	$\Sigma(\Delta P)_{cf}$ mbar
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Traseul principal								
ab	1,467	12,70	2,54	15,24	3/8	0,13	1,98	1,98
bc	0,999	0,90	0,18	1,08	3/8	0,07	0,08	2,06
cd	0,531	6,90	1,38	8,28	3/8	0,02	0,17	2,23
de	0,063	10,20	2,04	12,24	3/8	0,01	0,12	2,35
Ramificația *bf* $\Delta P_d = 0{,}37$ mbar								
bf	0,468	3,10	0,62	3,72	3/8	0,02	0,07	0,07
Ramificația *cg* $\Delta P_d = 0{,}29$ mbar								
cg	0,468	3,80	0,76	4,56	3/8	0,02	0,09	0,09
Ramificația *dh* $\Delta P_d = 0{,}12$ mbar								
dh	0,468	3,80	0,76	4,56	3/8	0,02	0,09	0,09

Căderea de presiune unitară medie, conform relației (12.1)

$$\Delta H_m = \frac{3}{36{,}84} = 0{,}081 \text{ mbar/m}$$

Rezultatele calculelor de dimensionare a conductelor și ale pierderilor totale de sarcină (folosind tabelul 12.2) sînt date în tabelul 12.3, din care rezultă: $\Delta P_{cf} = 2{,}35$ mbar pe traseul principal, față de $\Delta P_d = 3$ mbar, deci condiția $\Delta P_{cf} < \Delta P_d$ este îndeplinită.

Dimensionarea ramificațiilor *bf*, *cg* și *dh* s-a efectuat pentru presiunile disponibile în nodurile *b*, *c* și *d*; se observă că (v. tabel 12.3) pierderile totale de sarcină sînt mai mici decît căderile de presiune disponibile, astfel că excesul de presiune se consumă prin robinetele montate la aparatele de utilizare.

Exemplul de calcul 12.2. Să se efectueze calculul stației de distribuție și al conductelor rețelei exterioare pentru distribuția gazelor petroliere lichefiate aferente unei hale industriale, cunoscînd că debitele necesare în punctele de racord *D*, *E* și *F* (fig. 12.2) la instalațiile interioare au următoarele valori: $Q_D = 3{,}120$ kg/h; $Q_E = 0{,}624$ kg/h; $Q_F = 1{,}560$ kg/h. Căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor exterioare va fi de 5 mbar (≈ 50 mmH_2O). Lungimile fizice ale tronsoanelor de conducte sînt indicate pe schema din figura 12.2.

Rezolvare. Lungimea fizică totală a traseului cel mai dezavantajat *ABCD* (fig. 12.2) este 81,1 m iar lungimea de calcul $L = 1{,}2 \cdot 81{,}1 = 97{,}32$ m. Căderea de presiune unitară medie, calculată cu relația (12.1) va fi: $\Delta H_m = \frac{5}{97{,}32} = 0{,}05$ mbar/m. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se efectuează folosind tabelul 12.2, rezultatele fiind redate în tabelul 12.4. Se observă că $\Delta P_{cf} = 4{,}851$ mbar, deci $\Delta P_{cf} < \Delta P_d$. Ramificațiile *CE* și *BF* se calculează cunoscînd presiunile disponibile din nodurile *C* și *B*, respectiv căderile de presiune disponibile de 2,121 mbar pentru ramificația *CE* și 3,819 mbar pentru ramificația *BF*. Din tabelul 12.4 se constată că aceste căderi de presiuni disponibile sînt consumate aproape integral pe ramificațiile respective.

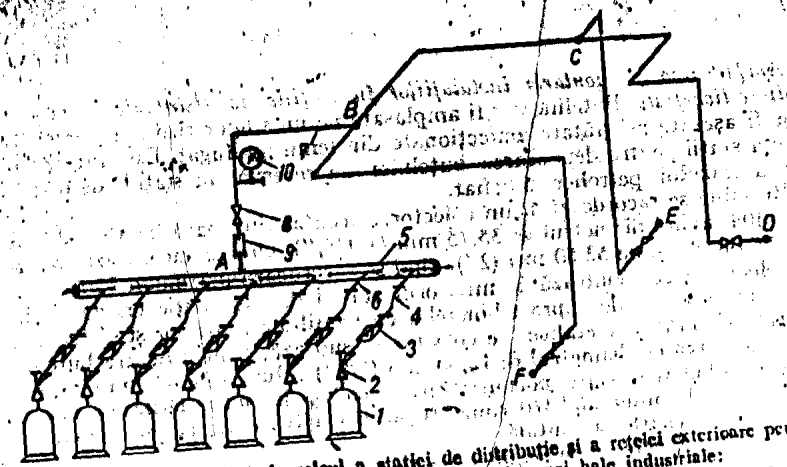


Fig. 12.2. Schema izometrică de calcul a stației de distribuție și a rețelei exterioare pentru distribuția gazelor petroliere lichefiate, aferente unei hale industriale: *1* — butelie; *2* — robinet cu ventil; *3* — reductor de presiune; *4* — furtun de cauciuc cu inserție de pînză; *5* — coliere; *6* — ploi cu port-luștru; *7* — conductă principală de distribuție; *8* — robinet cu cep; *9* — îmbinare demontabilă (țeavă dublă); *10* — manometru.

Tabelul 12.4

Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină pentru rețeaua exterioară de distribuție a gazelor petroliere lichefiate aferentă unei hale industriale (exemplul de calcul 12.2)

Tronsonul	Q (kg/h)	Lungimea, m: fizică l	Lungimea, m: echivalentă $l_e = 0{,}2l$	Lungimea, m: de calcul L	D	ΔH mbar/m	$\Delta P_{cf} = L\Delta H$ mbar	$\Sigma(\Delta P)_{cf}$ mbar
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Traseul principal								
AB	5,304	8,6	1,72	10,32	3/4	0,10	1,032	1,032
BC	3,744	28,3	5,66	33,96	3/4	0,05	1,698	2,730
CD	3,120	44,2	8,84	53,04	3/4	0,04	2,121	4,851
Ramificație *CE*; $\Delta P_d = 2{,}121$ mbar								
CE	0,624	52,5	10,5	63,00	3/8	0,03	1,89	1,89
Ramificația *BF*; $\Delta P_d = 3{,}819$								
BF	1,560	60,5	12,1	72,6	1/2	0,05	3,630	3,63

Cunoscînd că debitul de gaz petrolier lichefiat al unei butelii este de 0,5 kg/h și că debitul necesar al instalației este de 5,304 kg/h, rezultă numărul de butelii: $n = \frac{5,304}{0,5} =$ = 10,608 ≈ 11 butelii. Diametrul colectorului la care se racordează cele 11 butelii va fi de 1 1/4". Suprafața necesară a stației de distribuție va fi de 7 + 0,6 · 4 = 9,4 m². Instalațiile se vor amplasa și monta în stația de distribuție a gazelor petroliere lichefiate, conform indicațiilor de la pct. 12.2.1.

Bibliografie

1. Babbitt, E. Harold. *Water supply Engineering*. Mc Graw Hill, 1962.
2. Bălulescu, P., Călinescu, V. *Instalații speciale automate de detectare și de stingere a incendiilor*. București, Editura Tehnică, 1980.
3. Charlet, H. *Traité de plomberie et d'installation sanitaire*. Paris, Garnier Frères, 1963.
4. Duffie, A. J., Beckman, A. W. *Solar energy thermal processes*. New York, John Wiley, 1974.
5. Dumitrescu, L. *Instalații sanitare pentru ansambluri de clădiri*. București, Editura Tehnică, 1980.
6. Gabriel, Gh. *Distribuția și utilizarea gazelor naturale*. București, Editura Tehnică, 1972.
7. Hludov, A. V. *Goriacee vodosnabjenie*. Moskva, 1957, (ediția a 4-a în limba rusă).
8. Hauschild, A. *Wasserversorgungsanlagen*. Berlin, Veb. Verlag Technik, 1967.
9. Iamandi, C., Petrescu, V. *Mecanica fluidelor*. București, Editură Didactică și Pedagogică, 1978.
10. Iamandi, C., Petrescu, V., Sandu, L., Damian, R., Anton, A., Degeratu, M. *Hidraulica instalațiilor. Elemente de calcul și aplicații*. București, Editura Tehnică, 1985.
11. Ion, Ionel. *Instalații de pompare reglabile*. București, Editura Tehnică, 1977.
12. Pisărașu, I., Rotaru, N., Teodorescu, M. *Alimentări cu apă*. București, Editura Tehnică, 1981.
13. Trofin, P. *Alimentări cu apă*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1983.
14. Vintilă, Șt., ș.a. *Instalații de alimentare cu apă, canalizare, sanitare și de gaze*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1977.
15. Vintilă, Șt. *Instalații hidraulice industriale*. București, Institutul de Construcții București, 1981.

Tiparul executat la Întreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918", c. 20