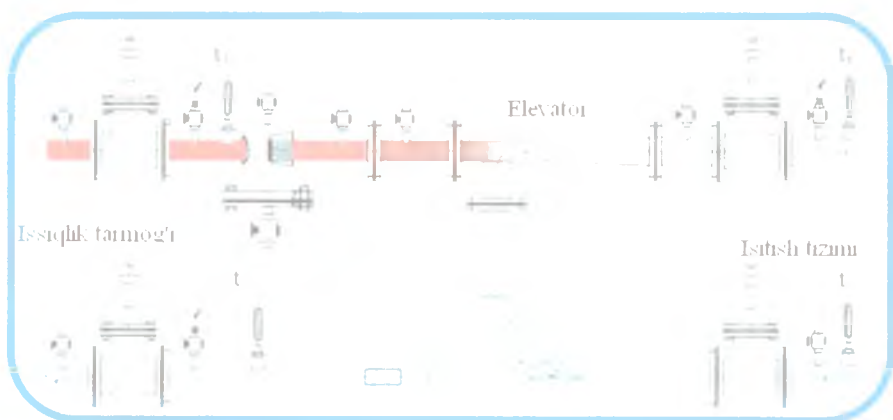


# ISSIQLIK TA'MINOTI VA ISSIQLIK TIZIMLARI



TOSHKENT

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISSIQLIK TA‘MINOTI  
VA ISSIQLIK TIZIMLARI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan*

**TOSHKENT – 2019**

UO'K: 697.434(075.8)  
KBK 31.38ya73  
I-82

I-82

Issiqlik ta'minoti va issiqlik tizimlari. tajriba mashg'ulotlari. –T.:  
«Fan va texnologiya», 2019, 168 bet.

ISBN 978–9943–6154–5–8

Ushbu o'quv qo'llanma "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tizimlari" fanidan tajriba ishlarini bajarish uchun yozilgan bo'lib, shu fanning o'quv dasturiga mos keladi. Tajriba ishlarini 5310100 – "Energetika (Issiqlik energetikasi)" yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tizimlari" mutaxassislik fanidan tajriba mashg'ulotlarini to'liq o'zlashtirishlari uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanmada "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tizimlari" mayishiy va sanoat korxonalarida uchraydigan issiqlik ta'minoti tizimlarni ishlab turishi va ularda ishlab turgan jihozlarning tuzilishi, ishlash prinsiplari, issiqlik tarmoqlaridagi issiqlik yo'qotilishlarni aniqlanishlari keltirilgan.

Shuningdek, o'quv qo'llanmada "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tizimlari" fanini chuqur o'zlashtirish uchun izohli lug'at hamda qoshimcha adabiyotlar ro'yxati berilgan.

\*\*\*

Данное учебное пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теплофикация и тепловые системы» и соответствует типовой программе данной дисциплины. Пособие предназначено для обучения бакалавров направления 5310100 – «Энергетика (Теплоэнергетика)» по дисциплине «Теплофикация и тепловые системы». В пособии рассмотрены принцип работы системы теплоснабжения и оборудование тепловых сетей, расчет тепловых потерь теплосети.

Для более глубокого изучения дисциплины прилагаются толковый словарь и дополнительная литература.

\*\*\*

This training manual is intended for performing laboratory work on the discipline "Heating and heating systems" and corresponds to the standard program of this discipline. The manual is intended for training bachelors of direction 5310100 - "Energy (Heat Power Engineering)" in the discipline "Heating and heating systems". The manual considers the operation of the heat supply system and the equipment of heat networks, calculation of heat losses of the heating network.

For a deeper study of the discipline, an explanatory dictionary and additional literature are attached.

#### *Mualliflar:*

G'.N.Uzoqov, D.N.Mamedova, B.X.Yunusov, I.N.Qodirov, B.M.Toshmamatov

#### *Taqrizchilar:*

R.M.Yusupaliyev – ToshDTU «Issiqlik energetikasi» kafedrasining rofessori;  
A.S.Dusyarov – QarMII «Issiqlik energetikasi» kafedrasining dotsenti t.f.n.

ISBN 978–9943–

## SO‘Z BOSHI

Zamonaviy sharoitda fanni o‘qitish muhandis kadrlarni ilmfan, texnika va texnologiya sohalarida erishilayotgan ilg‘or yutuqlar, umuminsoniy g‘oyalar, milliy qadriyatlarga tayangan holda tayyorlash, ularda pedagogik madaniyatni rivojlantirish, ijodiy tafakkurni tarkib toptirish, pedagogik jarayonlarni to‘g‘ri tashkil etish bilan bir qatorda malakaviy amaliyotni hosil qilishga yo‘naltirilgan.

Mamlakatimizda inson manfaatlari oliy qadriyat deb qaralayotgan bir davrda ijtimoiy-iqtisodiy sohani taraqqiy ettirish, iqtisodiyotni barqaror sur‘atlar bilan rivojlantirish, bugungi kun talablariga javob bera oladigan ishlab chiqarish jarayonlarini tashkil etish, yaqin kelajakda barcha sohadagi amalga oshirilishi rejalashtirilayotgan islohotlar izchilligini ta‘minlashda energetika tizimining o‘rni va salmog‘i o‘ta muhim hisoblanadi.

Xususan, bu sohada rivojlangan mamlakatlar tajribalariga tayangan holda hayotga tatbiq etilayotgan istiqbolli loyihalar ishlab chiqarishni rivojlantirish, aholi turmush farovonligini yuksaltirishning muhim omili bo‘lmoqda.

Yoqilg‘i - energetika resurslaridan foydalanish samaradorligini tubdan oshirish, yangi energiya tejamkor energiya ta‘minoti texnologiyalarni tatbiq etish evazidan respublikamiz iqtisodiyotini barcha sohalarini hamda aholini energiya resurslar bilan barqaror ta‘minlash O‘zbekiston energetika siyosatining bosh maqsadi hisoblanadi.

Ushbu o‘quv qo‘llanmada “Issiqlik ta‘minoti va issiqlik tizimlari” fanini o‘zlashtirishga doir bo‘lib, talabalarni fan yuzasidan olgan nazariy bilimlarini tajriba ishlarini bajarish orqali yanada mustahkamlashga, nazariya va amaliyot tushunchalarini yanada chuqurroq anglashlariga yordamlashadi.

O‘quv qo‘llanmada fanning eng muhim mavzulariga oid tajriba ishlarini bajarishga doir ma‘lumotlar keltirilgan. Talabalar bu tajriba

ishlarini o'rganib, bajarib o'zlarining olgan bilimlarini ta'lim yo'nalishlari bo'yicha qo'llash uchun ko'nikmalar hosil qilish imkoniga ega bo'ladilar.

### **Talabalarni tajriba ishlarida rioya qilishlari lozim bo'lgan xavfsizlik texnikasi qoidalari**

Talabalar tajriba ishlarini bajarishda bir qancha muhim bo'lgan qoidalarga amal qilishlari lozimdir. Tajriba ishlarini bajarish elektr uskunalari yordamida olib borilgani uchun ularni tok bilan jarohatlanish xavfi bo'ladi. Ma'lumki 40–42 V kuchlanish xavfsiz bo'lib, bu paytda odamdan 0,1–0,3 A gacha tok o'tadi. Shuningdek, 50 mA tok odamni jarohatlantirishga, 100 mA tok esa o'limga olib keladi.

### **Umumiy holda talabalar tajriba ishlarini bajarishlari mobaynida lozim bo'lgan tartib qoidalarni:**

1. Tajriba ishini bajarishdan oldin ish bilan chuqur tanishish kerak.

2. Berilgan sxemani va zanjirni yig'ishdan oldin uzib ulagich uzilgan holdaligini tekshirish kerak.

3. Sxemani yig'ishda har xil uzuq-yuliy simlardan, nosoz asboblardan foydalanmaslik kerak.

4. Sxemani diqqat bilan yig'andan so'ng, sxemada qatnashayotgan asboblarda tok bo'lmasligini, yerga ulanganlik darajasi yaxshiligini yana bir bor ko'zdan kechirish kerak.

5. Sxemani manbaga ulashdan oldin undagi ochiq qismlarini to'la himoyalashga erishish.

6. Tajriba ishlari suv bilan ta'minlanish kerak bo'lganda suvni erkin oqish yo'llarini tekshirib ko'rish, shlanglarni butunligiga ishonch hosil qilish kerak.

7. Elektr dvigatellari bilan ishlashda soch va kiyimlarni aylanuvchi valdan ehtiyot qilish lozim.

8. Mustaqil tarzda hech qanday sxemaga tegmaslik, hamda uzib ulashni bajarmaslik kerak.

9. Tajriba ishini boshlashdan oldin rahbarga bajarish tartibini aytib berish va ruxsat olish shart.

10. Agar ish bajarish davrida simlarni uzilishi, asbobni to'g'ri ishlamayotganini, hamda noxush xidlar paydo bo'lsa, birinchi navbatda sxemani uzish va tezda rahbarga xabar berish kerak.

11. Talabalar yuqoridagi qoidalarga rioya etishlari va rahbarning texnika xavfsizligi bo'yicha to'liq tushuntirishlarini diqqat bilan tinglab, unga amal qilishlari lozim, bu esa tajriba ishini samarali va sifatli bajarilishiga zamin yaratadi.

**Ta'kidlab o'tilgan va rahbar tushuntirgan qoidalarni bilib olgandan so'ng talabalar «Xavfsizlik texnikasi» maxsus jurnaliga o'z imzolarini qayd etishlari talab etiladi.**

# 1 – TAJRIBA ISHI

## ISSIQLIK TA'MINOTINING ASOSLARI

**Ishdan maqsad:** Tajriba ishidan tarmoq uchastkasining issiqlik hisobini va issiqlik yo'qotilishlarini hisoblab o'rganishdan iborat.

**Tayanch iboralar:** issiqlik, issiqlik ta'minoti, issiqlik tarmoqlari, uchastka, issiqlik hisobi, issiqlik yo'qotilishi, izolyatsiya, qozonxona.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta'minoti va havoni maromlash tizimlari» Fani bo'yicha tajriba ishlariga uslubiy ko'rsatmalar, A.U. Alimboyev, R.P. Boboxodjaev va boshqalar, Toshkent 1997 y.

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

### I. Uchastkaning issiqlik hisobi

Tarmoq uchastkasining issiqlik hisobini bajarish. Izolyatsiya materiali – mineralli mato, issiqlik quvurdagi suvning harorati  $t_{\text{suv}} = 90^\circ\text{C}$ . Hisobga kerak bo'ladigan ma'lumotlarni 1.1-jadvaldan olinsin.

1.1-jadval

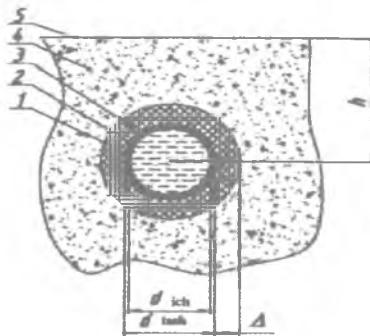
Dastlabki ma'lumotlar

Shifrnig oxirgi raqami	$k$ – issiqlik quvurning yotqizish chuqurligi, m	Shifrnig oxirigidan oldingi raqami	$t_{\text{str.muh}}$ , °C	A – izolyatsiya qalinligi, mm
0	0,5	0	-10	40
1	0,6	1	-15	45
2	0,7	2	-20	47
3	0,8	3	-25	49
4	0,9	4	-30	51
5	1,0	5	-35	53

6	1,1	6	-30	55
7	1,2	7	-20	56
8	1,3	8	-15	43
9	1,4	9	-25	42

## II. Ma'lumotlar

Qozonxonadan iste'molchigacha yetib borguncha, issiqlik tashuvchi atrof-muhit bilan issiqlik almashinuvi hisobidan energiyani qisman yo'qotadi. Issiqlik yo'qolishlarni kamaytirish maqsadida issiqlik quvuri izolyatsiya qatlami bilan qoplanadi. Bunda izolyatsiya materiali kichik issiqlik o'tkazuvchanli va gigroskopik bo'lishi kerak. Amaliyotda ko'pincha issiqlik quvurini yer yuzasiga nisbatan ma'lum chuqurlikda o'tkaziladi. (1.1-rasm.).



1.1-rasm. Issiqlik quvurning joylashish sxemasi.

Natijada qo'shimcha tuproqli izolyatsiya qatlami sodir bo'ladi.

Solishtirma issiqlik yo'qotilishlar  $q, \frac{Vt}{m}$ ,

$$q = \frac{t_{suv} - t_{atr.m.}}{R}$$

$t_{suv}$  – issiqlik tashuvchining harorati, °C;

$t_{atr.muh.}$  – atrof-muhitning harorati, °C;



R – termik qarshiligi,  $\frac{m^{\circ}C}{Vt}$  :

Berilgan holatda termik qarshiligi R issiqlik quvurni ichki yuzasining issiqlikni berishiga qarshiligi  $R_1$ , quvur materialining qarshiligi  $R_2$ , izolyatsiya  $R_3$ , tuproq  $R_4$ , tuproq yuzasining qarshiliklar yig'indisi  $R_5$  dan iborat bo'ladi. Amaliyotda  $R_1$  va  $R_2$  lar miqdorlari kichik bo'lganligi uchun ular hisobga olinmaydi. Shuning uchun termik qarshiliklar yig'indisi quyidagi ko'rinishga ega

$$R = R_3 + R_4 + R_5$$

bunda  $R_3 = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_{tash} + 2\Delta}{d_{tash}}$  - izolyatsiya qarshiligi;

$\lambda$  – izolyatsiyaning issiqlik o'kkazuvchanligi (mineralli mato uchun  $\lambda = 0.045, \frac{Vt}{m^{\circ}C}$ );

$R_4 = \frac{1}{2\pi\lambda_t} \ln \left[ 2 \frac{h}{d_{tash} + 2\Delta} + \frac{4h^2}{(d_{tash} + 2\Delta)^2} \right] \frac{d_{tash} + 2\Delta}{d_{tash}}$  - tuproqning qarshiligi;

$\lambda_{tup}$  – tuproqning issiqlik o'kkazuvchanligi ( $\lambda_{tup} = 2, \frac{Vt}{m^{\circ}C}$ ).

Quvur yotqizish chuqurligi kichik bo'lganda  $\left( \frac{h}{[d_{tash} + 2\Delta]} \right) < 2$  yuzaning qarshiligi  $R_5$  qalbaki yotqizish chuqurligi  $h$  orqali aniqlanadi:

$$h = h + h_f = h + \frac{\lambda_t}{\alpha},$$

bunda  $\alpha$  – issiqlik berish koeffitsiyenti (qabul qilinadi)

$$\alpha = 50, \frac{Vt}{(m^2 \cdot ^{\circ}C)}$$

$q_e$  aniqlangandan so'ng issiqlik quvurini butun uchastka bo'yicha issiqlik yo'qotilishlari aniqlanadi

$$F = q_e + l$$

Issiqlik tashuvchi haroratining pasayishi

$$t_1 = t_{\text{suv}} - \frac{F}{Q \cdot \alpha}$$

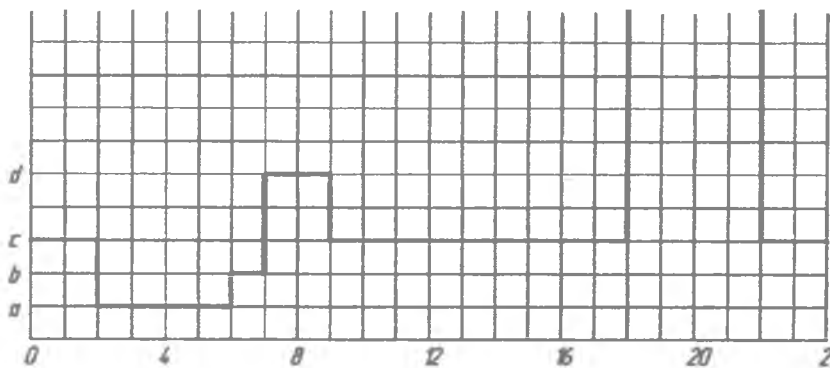
bunda  $\alpha$  – issiqlik berish koeffitsiyenti suv uchun

$$\alpha = 4190, \frac{Vt}{(m^2 \cdot ^\circ C)} \text{ teng deb qabul qilinadi.}$$

### III. Issiq suvning differensial grafigining hisobi

Berilgan kecha – kunduzli issiq suvni ist'emol qilish grafigiga asoslanib, issiq suvni saqllovchi (akkumulyator) idishining kerakli hajmi grafik usulida aniqlansin. (1.2-rasm.).

Dastlabki ma'lumot 1.2-jadvaldan olinsin.



1.2- rasm. Kecha – kunduz davomida issiq suvni ist'emol qilish grafigi (topshiriq bo'yicha)

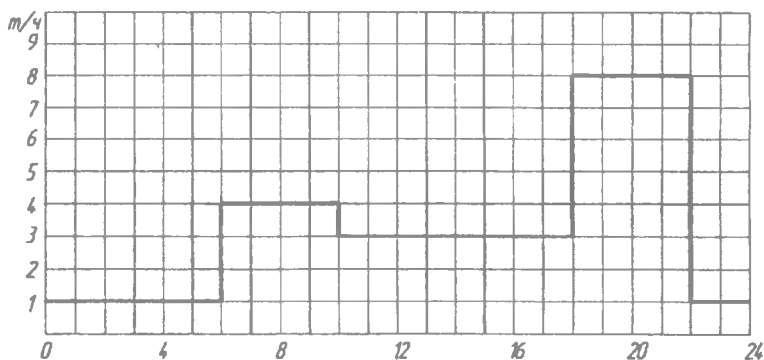
## Dastlabki ma'lumot

Shifrning oxirgi raqami	Ist'emol qilish $a$ va $b$ ,		Shifrning oxirgidan oldingi raqami	Ist'emolash «c», «d» va «e»,		
	$a$	$b$		$c$	$d$	$E$
0	1	2	0	2	5	10
1	2	2	1	3	4	9
2	1,5	2	2	4	6	8
3	1,5	3	3	4	4	9
4	2	3	4	3	5	10
5	2,5	3	5	2	6	8,5
6	3	1	6	3	6	9,5
7	1	1	7	3	4	10,5
8	2	1	8	4	4	11
9	3	2	9	4	5	11,5

Issiq suvni berilgan kecha – kunduzli grafigidan ko‘rinib turibdiki, kecha – kunduz davomida issiq suvni ist'emol qilinishi o‘zgaruvchan bo‘ladi. Ko‘pincha issiq suvning sarfi o‘zgarmas bo‘lishi qulayroqdir. Issiq suv akkumulyatori quyidagicha ishlaydi: suv iste'mol qilinishi kichik bo‘lganda, uning ortiqchasi akkumulyatorga o‘tadi, iste'mol oshganda esa, tarmoqdan uzatiladigan suvning yetishmovchiligini akkumulyatoridagi suv qoplaydi. Natijada tarmoq suvning sarfi o‘zgarmas bo‘lib, saqlanadi.

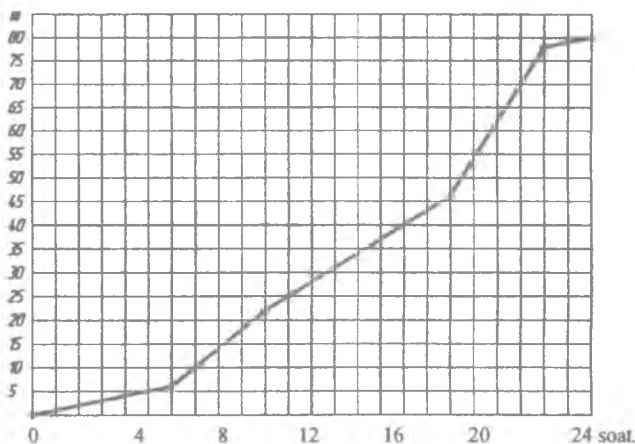
**1-Masala.** Issiq suvni saqlovchi (akkumulyator) idishining kerakli hajmi grafik usulida aniqlansin. (1.3-rasm.).

Kecha – kunduzni turli davrlarida suv iste'mol qilinishi quyidagicha bo‘ladi: ertalab soat 6 00 da:  $M = 1 \frac{t}{\text{soat}} \cdot 6 \text{ soat} = 6 \text{ t}$ , ertalab soat 10 00 da:  $M = 6 \text{ t} + 4 \frac{t}{\text{soat}} \cdot 4 \text{ soat} = 22 \text{ t}$ , soat 18 00 da:  $M = 22 \text{ t} + 3 \frac{t}{\text{soat}} \cdot 8 \text{ soat} = 46 \text{ t}$ , soat 22 00 da:  $M = 46 \text{ t} + 8 \frac{t}{\text{soat}} \cdot 4 \text{ soat} = 78 \text{ t}$ , kunning oxirida:  $M = 78 \text{ t} + 1 \frac{t}{\text{soat}} \cdot 2 \text{ soat} = 80 \text{ t}$ .



**1.3-rasm. Kecha – kunduz davomida issiq suvni iste'mol qilish grafigi (misol bo'yicha)**

Uzish natijali suvni iste'moli (integrirlangan grafik) 1.4-rasmda keltirilgan.



**1.4- rasm. Kecha – kunduz davomida issiq suvni ist'emollanishining dinamikasi**

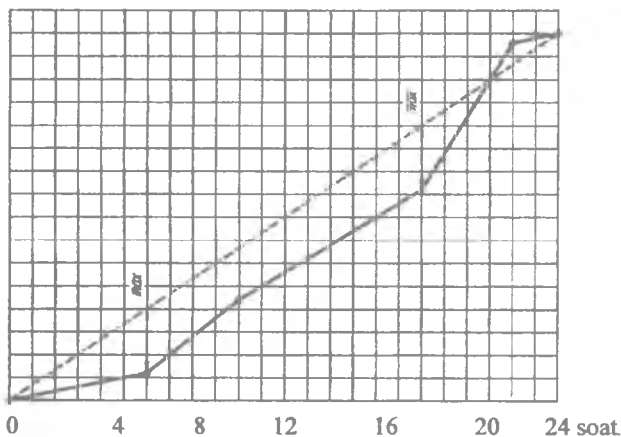
1.5-rasmdan ko'rinib turibdiki o'rtacha va haqiqiy sarf chiziqlari orasidagi maksimal farq 14 t ga teng bo'lib, kunning soat

6 va 18 larga to'g'ri keladi. Akkumulyator hajmini 14 t ga teng deb qabul qilinadi.

Hisobotda oxirgi natijalarni ko'rsatib, tahlil qilib, umumiy xulosalar chiqarish kerak.

*(hisob misoli)*

O'rtacha sarfning grafigini quramiz (1.5-rasm).



**1.5- rasm. O'rtacha (punktir chizig'i) va haqiqiy (uzluksiz chizig'i) sarflar grafigilarini solishtirish chizmasi**

#### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Ish tahlil natijasi va xulosasini bayon qilish.

#### V. Nazorat savollari

1. Issiqlik ta'minoti tizimlari haqida nima bilasiz?
2. Issiqlik tarmoqlar uchastkasi haqida nima bilasiz?
3. Tarmoq uchastkasida issiqlik yo'qotilish sabablari nimada?
4. Issiqlik hisobi nima uchun hisoblanadi?

## 2-TAJRIBA ISHI

### ISSIQLIK TA'MINOTIDA OQIMCHAVIY NASOSLAR (ELEVATORNING) ARALASHMA KOEFFITSYENTINI VA FIKini ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** Tajriba ishidan maqsad elevator qurilmasining konstruktiv tuzilishini chuqur o'rganib chiqishlari va tarmoqni belgilangan o'rni ega tugun qurilmasi eskizini chizish.

**Tayanch iboralar:** issiqlik, issiqlik ta'minoti, issiqlik tarmoqlari, elevator, nasos, oqimchaviy nasos, guruhli issiqlik maskani, aralashma koefitsiyenti, FIK, injeksiya.

**Kerakli jihozlar:** Tajriba natijalarini aniqlash uchun tajriba qurilmasi, haroratni o'lchash uchun termometrlar, bosim o'lchash asboblari, ratometr.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta'minoti va havoni maromlash tizimlari» Fani bo'yicha tajriba ishlariga uslubiy ko'rsatmalar, A.U.Alimboyev, R.P. Boboxodjaev va boshqalar, Toshkent 1997 y.

**Ishning davomiyligi – 4 soat.**

#### I. Ma'lumotlar

**Elevatorning tasnifi.** Keyingi yillarda yirik markazlashtirilgan issiqlik ta'minoti tizimlarida guruhli issiqlik maskan (punkt)lari (GIM yoki GIP) keng qo'llaniladi (2.1.- rasm.).

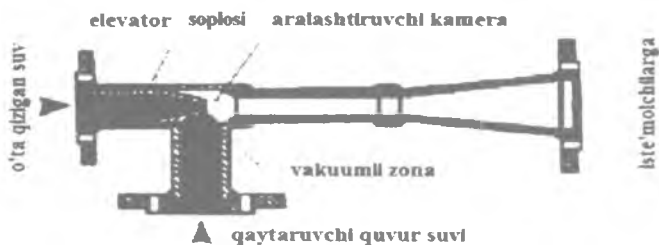
Turar joy va ma'muriy binolarning issiqlik qurilmalari bunday issiqlik maskanlari yordamida issiqlik tarmog'iga ulanadi. GIMni qo'llash natijasida issiqlik ta'minotiga sarflanadigan mablag' kamayadi va uni ishlatish soddalashadi. Undan tashqari turar joylardagi shovqin kamayadi, chunki issiqlik ta'minotining nasoslari yashash binolaridan uzoqdagi GIM xonalarida joylashtiriladi.

Shunga qaramay GIMni qo'llash ma'lum kamchiliklardan holi emas. Bu o'rinda, masalan, GIM bilan ayrim binolar oralig'idagi

odatda ikki quvurli tarmoq o'rniga uch, to'rt va ko'p quvurli tarmoqlarni qo'llash lozimligini keltirish mumkin.

Isitish qurilmalarini issiqlik tarmog'iga ulanishida elevator (purkovchi nasos) lar qo'llaniladi.

Suv oqimli elevatorning sxemasi



## 2.1-rasm. Elevatorning tuzulishi

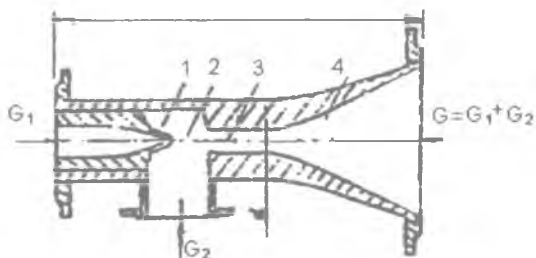
Bu ulanish sxema 1929 yili prof. V.M.Chaplin tomonidan ishlab chiqilgan. Issiqlik tarmog'ining uzatish quvuridan suv sarf rostlagichi 8 orqali elevator 12 ga kelib tushadi. Bir vaqtning o'zida issiqlik tarmog'ining qaytish quvuriga isitish qurilmalaridan qaytayotgan sovigan suv elevator tomonidan so'rib olinadi. Aralashtirilgan suv elevator yordamida isitish tizimiga uzatiladi.

### II. Elevatorning ishlash tartibi

Elevatorning yaxshi ishlashi uchun issiqlik tarmog'ining uzatish va qaytish quvurlari orasidagi bosimlar farqi katta bo'lishi kerak.

Bosimlar farqi qancha katta bo'lsa, elevatorning soplosidan chiqayotgan suvning tezligi shunchalik katta bo'ladi va yuqori injeksiya (aralashtirish) koeffitsiyentiga erishiladi (2.2-rasmda elevatorning tuzulishi keltirilgan).

*Elevatorning injeksiya koeffitsiyenti deb*, so'rib olinayotgan suv sarfi ( $G_2$ ) ni uning soplosidan o'tayotgan suv sarfi ( $G_1$ ) ga nisbatiga aytiladi. Injektsiya koeffitsienti talab qilinganidek 1,5-2,5 ga teng bo'lishi uchun uzatish va qaytish quvurlaridagi bosimlar

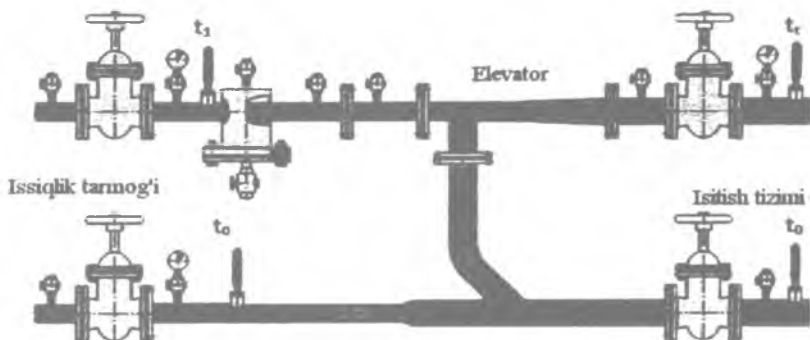


**2.2-rasm. Elevatorning tuzilishi:**

1-karnay (soplo); 2-qabul qilish kamerasi; 3-aralastirish kamerasi;  
4-diffuzor.

farqi 0,8-1,5 atm. bo'lishi kerak. Odatda elevator o'zgarmas injeksiya koeffitsiyenti bilan ishlaydi.

Elevatorning afzalliklari uning soddaligi va ishonchli ishlashidan iborat. Elevatorning ishlashi issiqlik manbaidagi tarmoqqa berilayotgan suvning sarfi va parametrlari (ayniqsa, bosimi)ga bog'liq bo'ladi (2.3-rasmda elevator tugunining sxemasi keltirilgan).



**2.3-rasm. Elevator tugunining sxemasi**

Issiqlik tarmog'ining asosiy nasosi ishdan chiqqan paytda suvning harakati (sirkulyatsiyasi) to'xtaydi va elevator o'z vazifasini bajara olmaydi. Bu elevatorning asosiy kamchiligi hisoblanadi.



Ko'rsatilgan kamchilikni bartaraf qilish uchun suvning harakatlanilishini nasos yordamida amalga oshirish lozim. Nasos yordamida suvni aralashtirishning afzal tomoni shundan iboratki, tarmoqning asosiy nasosi ayrim sabablarga ko'ra ishlamay qolgan paytda, aralashtiruvchi nasos mustaqil ravishda suvning sirkulyatsiyasini ta'minlaydi va shu bilan uni muzlab qolishdan saqlaydi.

Masalaning eng yaxshi yechimi – elevator bilan nasosni birgalikda o'rnatishdan iborat. Bunday qilinganda elevator doimiy ravishda ishlab turadi nasos esa, ayrim zarur hollarda ishlatilishi mumkin.

### III. Tajriba natijalarining hisobi

Ikkita aralashadigan sovutilgan  $G_0$  va yuqori haroratli  $G_1$ , suv oqimlar massalarning nisbatiga aralashma koeffitsienti deyiladi,

$$U = \frac{G_0}{G_1} = \frac{G_0 - G_1}{G_1} = \frac{G_0}{G_1} - 1 = \frac{t_1 - t_0}{t_r - t_0} - 1$$

$$U = \frac{t_1 - t_r}{t_r - t_0}$$

bunda  $U$  – aralashma koeffitsiyenti;

$G_0$  – isitish tizimiga, elevatordan uzatiladigan sovutilgan suvning massasi;

$G_1$  – issiqlik tarmog'idan uzatiladigan yuqori haroratli suvning massasi;

$t_1$  – tashqi uzatuvchi quvurdagi suvning harorati,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_r$  – isitish tizimiga uzatiladigan suvning harorati,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  – isitish tizimidan qaytadigan sovutilgan suvning harorati,  $^{\circ}\text{C}$ .

Aralashma koeffitsiyenti  $U$  miqdori va suvning keltirilgan sarflari  $G_{kelt, soat}$ , bo'yicha elevator maxsus nomogrammadan tanlanadi.

Keltirilgan sarfi  $G_{kelt, soat}$ , quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$G_{ket} = \frac{G_{ar}}{10\sqrt{\Delta P_{tiz}}}$$

Bunda,  $G_{ar}$  – isitish tizimida aylanadigan suvning miqdori (aralashma),  $\frac{kg}{soat}$ ;

$$G_{ar} = G_0 + G_1$$

$\Delta P_{tiz}$  – isitish tizimining gidravlik qarshiligi, elevatorga suvning kirish va chiqishdagi manometer ko‘rsatkichlarning farqi bo‘yicha aniqlanadi Pa.

Elevator ishini belgilovchi, elevatorga kirishda tarmoqdagi suvning bosimi quyidagicha aniqlanadi:

$$H = 1,4\Delta P_{tiz} (1-\alpha)^2$$

Elevatorni FIKti quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{G_0 \Delta P_{iz}}{G_1 (H - \Delta P_{iz})} 100\%$$

Tajriba natijalarini 2.1-jadvalga joylashtiramiz.

2.1-jadval

<b>№</b>	<b>Tashqi uzatuvchi quvuridagi suvning harorati, <math>t_1^{\circ}C</math>;</b>	<b>Isitish tismiga uzatiladigan suvning harorati, <math>t_r^{\circ}C</math>;</b>	<b>Isitish tismidan qaytadigan sovutilgan suvning harorati, <math>t_0^{\circ}C</math>;</b>	<b>Aralashma koeffisient i, U</b>	<b>Elevatoring FIK <math>\eta</math>, %</b>
1					
2					
3					

#### IV. Ish bo‘yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo‘lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.

2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Elevatorning printsipial sxemasini chizish.

#### V. Nazorat savollari

1. Issiqlik ta'minoti tizimlari haqida nima bilasiz?
2. Issiqlik tarmoqlari haqida nima bilasiz?
3. Guruhli issiqlik ta'minoti tizimlari nima maqsadda qo'llaniladi?
4. Elevator qanday qurilma?
5. Elevatorni issiqlik ta'minoti tizimida qo'llanilishining afzalliklari va kamchilliklari nimada?
6. Elevatorning aralashma koeffitsiyenti nimaga bog'liq?
7. Oqimchaviy nasoslarning FIKi qanday?

### 3 – TAJRIBA ISHI

#### TARMOQ ISITGICHINING ISSIQLIK KO'RSATKICHLARINI ANIQLASH

(virtual tajriba sifatida amalga oshiriladi)

**Ishdan maqsad:** Talabalarning suv isitgichining tuzilishi va issiqlik sinovini o'tkazish bo'yicha bilimlarini chuqurlashtirishdir.

**Tayanch iboralar:** Issiqlik, issiqlik ta'minoti, issiqlik tarmoqlari, tarmoq isitgich, past bosimli isitgich, Issiqlik elektr stantsiyalari, quvurlar sistemasi, suv kamerasi, cho'qichlangan, turbina kondensati.

**Kerakli jihozlar:** kompyuter qurilmasi, proektor va boshqa jihozlar.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta'minoti va havoni maromlash tizimlari» fani bo'yicha tajriba ishlariga uslubiy ko'rsatmalar, A.U. Alimboyev, R.P. Boboxodjeyev va boshqalar, Toshkent 1997 y.

2. "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tarmoqlari" fanidan o'quv qo'llanma, B.X.Yunusov, M.Azimova, "Voriz", 2014 y.

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

## **I. Ma'lumotlar**

Issiqlik elektr stantsiyalarida tik turdagi isitgichlar keng qo'llaniladi. Past bosimli isitgichlarda (PSB) isitish yuzasini tez va zanglamaydigan po'latdan yasalgan quvurlar hosil qiladi: quvurning uchlari quvur taxtasiga cho'qichlangan bo'ladi. Devorning qalinligi 0,75-1,0 mm bo'lgan yupqa quvurlar qo'llaniladi. Suv to'siq bilan ajratilgan kameraga beriladi va undan quvurlarga o'tadi. Quvurlardan o'tib isib, suv kameraning boshqa yarmiga kelib tushadi, keyin chiqish quvurchasi orqali isitgichdan chiqib ketadi.

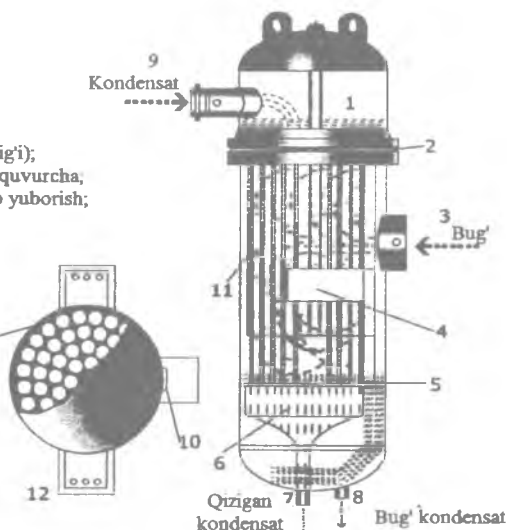
Quvurlar sistemasi suv kamerasi bilan ulangan payvand tana ichiga joylashgan, tana va kamerani birlashtiruvchi flanetslar orasidagi quvurlar taxtasiga mahkamlanadi. Quvurlar sistemasiga barqarorligi yengillik bag'ishlaydi, unga bug' quvurlari ko'ndalang qamrab o'tishni ta'minlovchi to'siqlar mahkamlanadi.

Qisqa quvur orqali isitgichga kirib kelgan bug' qalqonga uriladi va isitgich tanasi ichida oqib tarqaladi.

Isitgichda sizilib chiqqan suvlar uning pastki qismida yig'iladi va oqava quvuri orqali chiqarib tashlanadi. Isitgichdan faqat kondensat oqib chiqishi uchun uning pastki qismida suyuqlikning ma'lum balandligi sozlagich yordamida ta'minlanishi kerak. Oqava quvurda joylashgan tartibga solish moslamasi elektron sozlagich bilan boshqariladi, u isitgich tanasidagi isitgichning isitish yuzasi va uning konstruktiv kattaliklari aniqlanadi (3.1-rasmda past bosimli isitgichning sxemasi keltirilgan.).

- 1-yuqori suv kamerasi (bo'shlig'i);
- 2-yuqori quvur taxtasi;
- 3-bug'ni kirish yo'li;
- 4-yo'naltiruvchi to'siqlar;
- 5-pastki quvur taxtasi;
- 6-pastki osma suv kamerasi (bo'shlig'i);
- 7-qizigan kondensatni chiqaruvchi quvurcha;
- 8-isituvchi bug' kondensatini oqizib yuborish;
- 9-kondensatning kirish quvurlari;
- 10-bug'ni qaytaruvchi varaqa;
- 11-isitgich quvurlari;
- 12- tayanch:

Yuqori tomondan ko'rimishi



3.1-rasm. Past bosimli isitgichning sxemasi

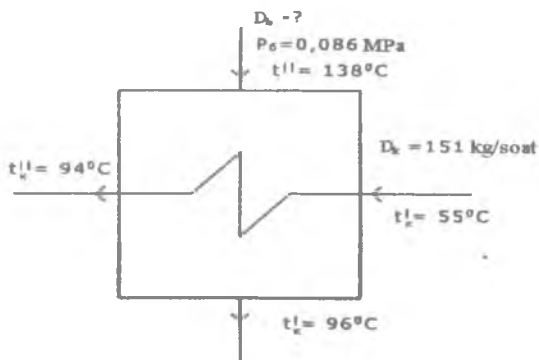
Past bosimli isitgich (PBI) lar turbina bug' holida yetkazib beriladi. Isitgichlarning belgilanishini misolda tushuntiramiz. PI-400-26-0,7-SH va PI-200-16-0,7 P. PI – past bosimli isitgich, birinchi raqam isitish yuzasini ( $m^2$ ), ikkinchisuv tomondagi bosimini, uchinchi esa isituvchi bug'ning maksimal bosimini anglatadi. Oxirgi rim raqami nusxasini belgilaydi. (isitgichlar balandliklaridagi farq va hokazo).

## II. Past bosimli isitgich (PBI)larni hisoblash

3.2-rasmda turbina kondensatoridan kelayotgan asosiy kondensat yo'liga o'rnatilgan PBI ko'rsatilgan.

PBIning issiqlik balansi tenglamasidan issiqlikni qayta tiklash maqsadida turbinadan qaytarib olinayotgan bug'ning sarfi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$D_b = \frac{D_k(h_k^* - h_k)}{(h^* - h_k)\eta_i} = \frac{151 \cdot (398 - 235)}{(2760 - 402) \cdot 0,98} = 10,65 \frac{kg}{soat}$$



### 3.2 - rasm. Turbina kondensatoridan kelayotgan asosiy kondensat yo'liga o'rnatilgan PBI sxemasi

bunda:  $D_b$  – PBI ga berilayotgan bug'ning sarfi, ( $\frac{kg}{soat}$ );

$h_k'$  va  $h_k''$  - PBI ga kirish va chiqish asosiy kondensatning entalpiyalari,  $\frac{kJ}{kg}$ ;

$h''$ ,  $h_k''$  - PBI ga issiqlik berish uchun, turbinadagi qaytarib olingan bug'ning kirish va chiqish entalpiyalari,  $\frac{kJ}{kg}$ ;

$\eta_i$  – issiqlik almashinuv apparatining F.I.Ki ( $\eta_i=0,98$ ).

Tajriba ish bo'yicha hisobot PBI qurilmasining qisqacha tavsifi, tajriba o'tkazish uslubi va issiqlik sinovning hisoblarini o'z ichiga oladi (3,1-jadvalda berilgan).

3.1-jadval

Tajriba tartibi №	$D_k$	$t'$	$h'$	$t_k$	$h_k$	$t''_1$	$h''_1$	$t''_2$	$h''_2$	$D_b$
	$\frac{kg}{soat}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$\frac{kg}{soat}$
1	151	138	2760	96	402	55	235	94	398	10,65
2	170	120	2760	96	402	55	235	94	398	11,9
3	195	138	2760	96	402	55	235	94	398	13,75
4	208	138	2760	96	402	55	235	94	398	14,75

### III. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Tajriba jadvali.
4. Olingan natijalarning tahlili.

### IV. Nazorat savollari:

1. Tarmoq isitgichlari nima maqsadda qo'llaniladi?
2. Tarmoq isitgichlari qanday materiallardan tayyorlanadi?
3. Tarmoq isitgichlarida issiqlik almashinish jarayoni qanday parametrlarga bog'liq?
4. Tarmoq isitgichlari IES sxemasining qaysi qismida joylashgan?
5. Tarmoq isitgichiga issiqlik tashuvchi qayerdan olinadi?

## 4-TAJRIBA ISHI

### ISSIQLIK TA'MINOTI TIZIMI QUVURLARDAGI ISSIQLIK YO'QOTILISHLARNI ANIQLASH

(virtual tajriba sifatida amalga oshiriladi)

**Ishdan maqsad:** Tajriba ishidan asosiy maqsad mintaqaviy isitish tizimlarining quvurlarini issiqlik izolatsiyasi orqali haqiqiy issiqlik yo'qotishlarini aniqlashdan iborat.

**Tayanch iboralar:** Issiqlik, issiqlik ta'minoti, issiqlik tarmoqlari, quvurlar, armaturalar, issiqlik yo'qotilishi, issiqlik manbai, issiqlik quvurlari.

**Kerakli jihozlar:** kompyuter qurilmasi, proektor va boshqa jihozlar.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta'minoti va havoni maromlash tizimlari» fani bo'yicha tajriba ishlariga uslubiy ko'rsatmalar, A.U. Alimboyev, R.P. Boboxodjaev va boshqalar, Toshkent 1997 y.
2. "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tarmoqlari" fanidan o'quv qo'llanma, B.X.Yunusov, M.Azimova, "Voriz", 2014 y.

3. [www.uzenergy.uz](http://www.uzenergy.uz)

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

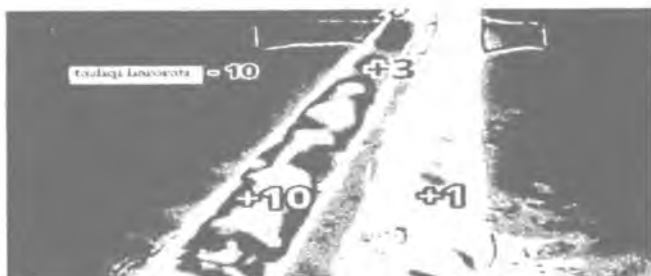
### **I. Ma'lumotlar**

Issiqlik yo'qotishlarni hisoblash umumiy energiya manbasiga ulangan barcha issiqlik tarmoqlari uchun amalga oshiriladi. Tarmoqning ba'zi alohida bo'limlarida issiqlik energiyasining haqiqiy yo'qotishlarni hisoblash amalga oshirilmaydi.

Issiqlik energiyasini yo'qotish hisob-kitoblari issiqlik energiyasini iste'molchilar uchun va issiqlik energiyasi manbalari uchun sertifikatlangan issiqlik o'lchash asboblari mavjudligini talab qiladi. Hisoblagich qurilmalari bo'lgan iste'molchilar soni ushbu issiqlik tarmog'i iste'molchilarining umumiy sonidan kamida 20% bo'lishi kerak. Haqiqiy issiqlik yo'qotish hisoblash harorat o'lchov asboblari amalga oshiriladi.

Haqiqiy issiqlik yo'qotishlarni hisoblash, issiqlik izolatsiyasi loyiha standartlariga muvofiq o'tkaziladigan tarmoqlar uchun issiqlik energiyasining yo'qotish normalari bo'yicha aniqlanadigan (normalar dizayn va ijro hujjatlari bo'yicha aniqlanishi kerak) zararlarni standart qiymatlari yordamida amalga oshiriladi.

Me'yorlarga muvofiq, issiqlik quvurlari issiqlik izolyatsiya qilinishi kerak. Shuning uchun har qanday me'yoriy hujjatlarda bu ish uchun quvurlarning issiqlik yo'qotishini hisoblash uslublari ko'rsatilmagan (4.1-rasmda issiqlik ta'minoti tizimi ko'rinishi keltirilgan).



**4.1-rasm. Issiqlik ta'minoti tizimi ko'rinishi.**



## II. Quvurlardan issiqlik yo'qotilishini hisoblash

Quvur liniyasidan soatiga issiqlik yo'qotishlarning miqdori quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$Q = b \cdot l \cdot q \quad V_t,$$

$b$  – tayanch orqali issiqlik yo'qotilishini hisobga oladigan koeffitsiyent, metall quvurlar uchun  $b=1,5$  metalmas quvurlar uchun  $b=1,7$  ga teng.

$l$  - bu uchastka uzunligi, m;

$q$  - soatiga bir metr quvurdan issiqlik yo'qotish,  $\frac{V_t}{m}$ ,

$$q = k \cdot 3.14 \cdot (t_s - t_m)$$

$t_s$  - quvurdagi suv harorati, ° C;

$t_m$  - quvurning atrof-muhit harorati, ° C;

$k$  – chiziqli issiqlik uzatish koeffitsiyenti,  $\frac{V_t}{m^0C}$ ;

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_w}}$$

Quvurning tashqi yuzasi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$F_t = \pi D_t L,$$

Bu yerda:  $\pi$ - o'zgarmas kattalik, 3,141;

$D_t$ -quvurning tashqi diametrik, m;  $L$ -quvurning uzunligi, m.

Izolyatsiya qilingan quvur liniyalari bo'yicha issiqlik yo'qotishlarni hisoblash amaldagi me'yoriy hujjatlarda ko'rsatilgan tartibda amalga oshirilishi kerak. Bu holatning tavsiflovchi xususiyati shundaki, issiqlik oqimi asosan issiqlik izolyatsiyasining issiqlik qarshiligi bilan aniqlanadi. Shu bilan birga, qopqoq qatlamining tashqi yuzasida issiqlik uzatish koeffitsiyenti issiqlik yo'qotishlarining qiymatiga juda kam ta'sir qiladi va shuning uchun o'rtacha qiymatlardan olinishi mumkin.

## Quvurdagi issiqlik yo'qotilishini hisoblash jadvali

Parameter	Belgisi	Qiymat
Ouvurning tashqi diametri	$d$ [mm] =	30
Ouvurning uzunligi	$L$ [m] =	10
Ouvur ichidagi suvning harorati	$t_{ich}$ [°C] =	2
Tashqi muhit harorati	$t_m$ [°C] =	-30
Koeffitsiyent	$k \left[ \frac{Wt}{m^{\circ}C} \right] =$	1,2
Izolyatsion materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti	$\lambda \left[ \frac{Wt}{m^{\circ}C} \right] =$	0,04
Izolyatsion materialning qalinligi	$D$ [mm] =	30
Quvurdagi issiqlik yo'qotilishi	$Q$ [Wt] =	87,80
1 m quvurdagi issiqlik yo'qotilishi	$Q \frac{Wt}{m} =$	8,78

### III. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Tajriba jadvali.
5. Olingan natijalarning tahlili.

### V. Nazorat savollari

1. Issiqlik tarmoqlari konstruksiyalarining qanday turlari bor?
2. Issiqlik yo'qotilishga sabab bo'luvchi omillar?
3. Issiqlik yo'qotilishini kamaytirish yo'llari?
4. Quvur tarmog'ida yo'qotilgan issiqlikni hisoblash ifodalari?

## 5-TAJRIBA ISHI

### IKKI QUVURLI YOPIQ ISSIQLIK TA'MINOTI TIZIMIDA BOSIMNING PYEZOMETRIK GRAFIGINI QURISH

**Ishdan maqsad:** Pyezometrik grafik tarmoqlarning sistemalarini va abonentlarini ulash sxemalarini, gidravlik rejimlarni ishlab chiqish va avtomatika sistemalarini tanlash uchun zarur. Bu ishda

tarmoq bo‘ylab bosimning umumiy taqsimlanishiga ayrim jihoz va uskunalarning (iste‘molchilarni uzib qo‘yishlar) ta‘siri aniqlanadi.

**Tayanch iboralar:** Issiqlik, issiqlik ta‘minoti, issiqlik tarmoqlari, quvurlar, armaturalar, bosim, bosim yo‘qotilishi, pyezometrik grafik.

**Kerakli jihozlar:** Tajriba qurilmasi, bosim o‘lchash asboblari.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta‘minoti va havoni maromlash tizimlari» fani bo‘yicha tajriba ishlariga uslubiy ko‘rsatmalar, A.U. Alimboyev, R.P. Boboxodjayev va boshqalar, Toshkent 1997 y.

2. “Issiqlik ta‘minoti va issiqlik tarmoqlari” fanidan o‘quv qo‘llanma, B.X. Yunusov, M. Azimova, “Voris”, 2014 y.

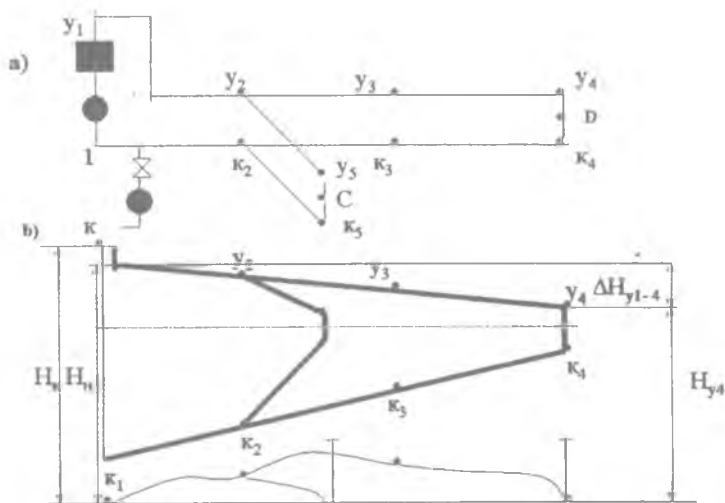
3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

### **I. Ma‘lumotlar**

Issiqlik tarmoqlarini loyihalash va ularni ishlatishda pyezometrik grafikdan keng foydalaniladi (5.1-rasm). Bu grafikda iste‘molchilarning joylashishi, binolarning balandliklari, tarmoqdagi siquv (bosim) ning qiymati va quvur o‘tkazilgan yer yuzasining tuzilishi (past – balandligi) ma‘lum bir miqyosda ko‘rsatiladi. Bu grafikdan tarmoqning har bir nuqtasidagi siquvning qiymati oson aniqlanadi.

Agar quvur o‘qining hisoblash tekisligiga nisbatan joylashish balandligi  $z_3$  ga teng bo‘lsa, uzatish quvurining 3 – nuqtasidagi pyezometrik siquv  $H_{y3} - z_3$  ga qaytish quvurdagisi esa,  $H_{k3} - z_3$  ga teng bo‘ladi. Issiqlik tarmogining 3 – nuqtasidagi berilgan ixtiyoriy siquv uzatish va qaytish quvurlarida qayd etilgan pyezometrik siquvlar farqiga yoki to‘la siquvlar farqiga teng:  $H_3 = H_{y3} - H_{k3}$  uzatish quvurida siquv (bosim) ning kamayishi  $\delta H_{y1-4} = H_{y1} - H_{y4}$  qaytish quvurida siquv (bosim) ning kamayishi esa,  $\delta H_{k1-4} = H_{k1} - H_{k4}$ .



5.1-rasm. Ikki quvurli issiqlik tarmog‘ining tasviri (a) va pezometrik grafigi (b)

bu yerda:

$y_1 - y_4$  - tarmoqning uzatish quvuridagi siquvlar grafigi;

$k_1 - k_4$  - tarmoqning qaytish quvuridagi siquvlar grafigi;

$H_{k1}$  - issiqlik tarmog‘ining qaytish quvuridagi to‘la siquv;

$H_n$  - tarmoq nasosining siquvi;

$H_{st}$  - statik siquv;

$H_{y1}$  - issiqlik tarmog‘ining uzatish quvuridagi to‘la siquv;

$H_1$  - issiqlik manbai kollektorlaridagi tarmoq suvining siquvi;

$H_{y3}$  - uzatish quvurining 3 nuqtasidagi to‘la siquv;

$H_{k3}$  - qaytish quvurining 3 nuqtasidagi to‘la siquv;

Suvli issiqlik tarmog‘ining ishonchli ishlashi uchun quyidagi talablar bajarilishi lozim:

1) issiqlik tarmog‘ining turli jihozlarida va iste‘molchining issiqlik qurilmalaridagi bosim belgilanganidan oshib ketmasligi. Issiqlik tarmog‘ining po‘lat quvurlari va armaturasidagi belgilangan ortiqcha bosimning qiymati odatda 1,6 – 2,5 MPa ni tashkil qiladi;

2) tashqaridan havo surilmasligi uchun issiqlik tarmog'ining barcha elementlarida ortiqcha bosimni ta'minlash. Bu talab bajarilmagan taqdirda jihozlarning zanglashi (korroziyasi) va suvning sirkulyatsiyasi buzilishi mumkin. Ortiqcha bosimning minimal qiymati sifatida 0,05 MPa (5 mm suv ustini) qabul qilinadi;

3) issiqlik tarmog'ida suvning qaynab ketmasligini ta'minlash. Buning uchun issiqlik ta'minoti tizimining barcha nuqtalarida ma'lum haroratda suv bug'uning to'yinish bosimidan yuqori bosimni saqlash lozim.

## II. Vazifa

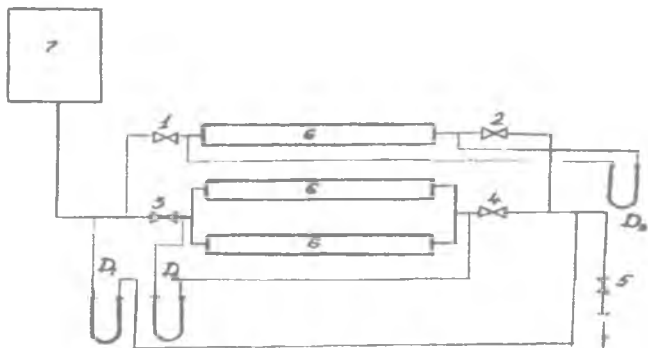
Berilgan gidravlik rejimlarda va quyida keltirilgan hollarda ikki quvurli suv tarmog'i modelining pyezometrik grafifi tuzilsin:

A) bitta iste'molchi ulanganda

B) bir guruh iste'molchilar ulanganda

## III. Tajriba qurilmasining tavsifi

Suv tarmog'ining modeli uchta iste'molchi ulangan yopiq konturli sistemadan iborat (5.2-rasm)



5.2-rasm tajriba bajarish qurilmasi

## IV. Tajribani o'tkazish tartibi.

Sistemaning suvga to'lganligi va manometrlar ichidagi suyuqlikning nol holati tekshirilsin va ular ishga tushirilsin.

Iste'molchilar oldida o'rnatilgan 1,2 va 3,4 jo'mraklar ochilsin. Sinov jadvali tuzilsin. Tajriba qurilmasining ishga tayyorligi o'qituvchi tomonidan tekshirilgandan keyin u ishga tushiriladi.

### **Birinchi rejim.**

Asta – sekin 1 – jo'mrak ochiladi (to'la ochilgunga qadar). Shu bilan bir vaqtda manometrlardagi bosimlar farqi kuzatib boriladi. Barcha manometrlarning ko'rsatishi hisoblanib, sinov jadvaliga yoziladi.

### **Ikkinchi rejim**

Iste'molchilar guruhi ulanadi. 1,2,3,4 jo'mraklar ochiladi. Manometrlarning ko'rsatishi jadvalga yozib olinadi, shundan keyin 1,2 dan boshqa iste'molchilar yopib qo'yiladi.

## **V. Tajriba natijalariga ishlov berish**

1. Bajarilgan o'lchashlar asosida suv sarfining bosimlar farqiga bog'liqligini belgilovchi grafikdan suvning sarfi aniqlanadi.

2. Tarmoqning turli nuqtalaridagi bosimlar farqi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P = h \cdot \gamma_{\text{suv}} ;$$

bunda  $\gamma_{\text{suv}}$  – suvning solishtirma og'irligi,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,

$h$  – manometrdagi suv ustunlarining farqi, m.

3. Shartli nol balandligidan (tajriba xonaning poli) boshlab sanaladigan qaytish magistralining A nuqtasidagi to'liq nabori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$H_a = H_b + H_g, \text{ m};$$

bunda  $H_b$  – suvning yuqori sathidan quvurning «A» nuqtadagi o'qigacha tik yo'nalishda olingan masofa, m.  $H_g$  – «A» nuqtasining geodezik balandligi, m.

Shartli nol balandligiga nisbatan to'g'ri magistralning «B» nuqtasidagi to'liq nabori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$H_b = H_a + \Delta H_n, \text{ m};$$

bunda  $\Delta H_n$  – napor, m

$$\Delta H_n = \frac{\Delta P_n}{\gamma}, \text{ m};$$

bunda:  $\Delta P_n$  – bosimli quvur va qaytish quvuri orasidagi bosimlar farqi,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ,  $\Upsilon$  - suvning solishtirma og'irligi ( $\Upsilon = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ).

4. P'yezometrik grafik tuziladi. Buning uchun o'lchash nuqtalari ko'rsatilgan holda uzatuvchi va qaytish magistrallarining yon ko'rinish chizmasi chiziladi. Nuqtalar orasidagi masofa qurilma sxemasida ko'rsatiladi. Quvurlarning pol sathiga nisbatan o'tish balandligi ( $H_g$ ) o'lchanadi.

Issiqlik tarmog'i uzatuvchi va qaytish quvurlarining ayrim qismlaridagi bosim kamayishlari turli qiymatga ega deb qabul qilinadi. P'yezometrik grafikni tuzish uchun ordinata o'qiga  $H_n$  qiymati qo'yiladi, u ikkiga bo'linadi va hosil qilingan nuqta orqali gorizontaal chiziq – grafikning bosimlar farqini o'tkazilgan o'qqa nisbatan simmetrik holda qo'yib chiqiladi.

Uzatuvchi magistraldagi naporlarni xarakterlovchi bu nuqtalar to'g'ri chiziq bilan birlashtiriladi. Qaytish magistralining p'yezometrik chizig'i shunga o'xshash tuziladi.

## VI. Ayrim ishlash tartiblari xususida ko'rsatmalar

Qisman yopilgan jo'mraklarda (3,4 rejimlar) napor darajasining kamayishi quyidagicha topiladi:

1. Jo'mrak to'la ochiq bo'lgan holatda magistralning berilgan qismida bosimning kamayishi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P_o = (h_1 - h_2)\Upsilon_{\text{suv}}$$

2. Jo'mrak to'la ochiq bo'lganda uning o'zida bosimning yo'qotilishi aniqlanadi:

$$\Delta P_{\text{...}} = \varepsilon \frac{V^2}{156000 d^4}$$

bunda  $\varepsilon = 9$

$d=0,03$  m – quvurning ichki diametri.

$h_1$  – magistralning jo‘mrakli qismi boshlanishida o‘rnatilgan manometr – ichidigi suyuqlikning balandliklari farqi;

$h_2$  – magistralning jo‘mrakli qismi oxirida o‘rnatilgan manometr ichidagi suyuqlik balandliklari farqi;

$\Upsilon_{\text{suv}}$  – suvning solishtirma og‘irligi,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ;

$V_0$  – jo‘mrak to‘la ochiq bo‘lgan holatda magistralning berilgan qismidan o‘tgan suvning sarfi,  $\frac{\text{m}^3}{\text{soat}}$ ;

3. Jo‘mrak to‘la ochiq bo‘lgan holatda magistralning berilgan qismidagi quvurlarning qarshiligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$S = \frac{\Delta P_o - \Delta P_{j,o}}{V_o^2}$$

4. Jo‘mrak qisman yopiq bo‘lgan holatda esa, magistralning berilgan qismida bosimning yo‘qotilishi  $\Delta P_{q,yo}$  differensial manometrlarning ko‘rsatishidan aniqlanadi.

5. Qisman yopilgan jo‘mrakning o‘zida bosimning yo‘qotilishi:

$$\Delta P_j = \Delta P_k - S V_{k,yo}^2$$

bunda  $V_{q,yo}$  – jo‘mrak qisman yopiq bo‘lgan holatda magistralning berilgan qismidan o‘tgan suvning sarfi,  $\frac{\text{m}^3}{\text{soat}}$ .

Jo‘mraklarni qisman yopib o‘tkaziladigan tajribalar uchun p‘yezometrik grafikning simmetriya o‘qi magistralning jo‘mrak o‘rnatilgan yeridan to tarmoqning oxirigacha jo‘mrak qisman yopilganda naporning yo‘qolishi miqdoriga teng qiymatga siljiydi.

Ish natijalari asosida ikkita pyezometrik grafik tuziladi:

1. Bitta iste‘molchisi bo‘lgan tarmoqning hamma rejimlari uchun pyezometrik grafik (1,3,4 rejimlar).

2. Iste‘molchilar guruhi ulangan tarmoq uchun pyezometrik grafik.



Ikki grafik o'zaro taqqoslanadi.

## VII. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Tajriba jadvali.
4. Olingan natijalarning tahlili.

## VIII. Nazorat savollari

1. Ikki quvurli ta'minot tizimi nima maqsadda qo'llaniladi?
2. Bir va ikki quvurli ta'minot tizimida bosim yo'qotilishi qanday?
3. Pyezometrik grafikga ta'rif bering.
4. Pyezometrik grafik qanday quriladi?

## 6-TAJRIBA ISHI

### SUVLI ISSIQLIK TARMOG'INING KO'RSATKICHLARINI ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** Suvli issiqlik tarmog'ining ko'rsatkichlarini tajriba ishlarini amalga oshirish orqali aniqlash va olingan natijalarni tahlil qilib o'rganish.

**Tayanch iboralar:** Issiqlik, suvli issiqlik ta'minoti tizimi, issiqlik tarmoqlari, quvurlar, armaturalar, issiqlik ko'rsatkichlari.

**Kerakli jihozlar:** Tajriba qurilmasi, bosim va harorat o'lchash asboblari.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta'minoti va havoni maromlash tizimlari» Fani bo'yicha tajriba ishlariga uslubiy ko'rsatmalar, A.U. Alimboyev, R.P. Boboxodjeyev va boshqalar, Toshkent 1997 y.

2. "Issiqlik ta'minoti va issiqlik tarmoqlari" fanidan o'quv qo'llanma, B.X.Yunusov, M.Azimova, "Vorisi", 2014 y.

3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

### **I. Ma'lumotlar**

Suvli tizimlarning ikki turi qo'llaniladi: yopiq va ochiq tizimlar. Yopiq tizimlarda issiqlik tarmog'idagi suvdan faqat issiqlikni tashuvchi muhit sifatida foydalaniladi va u issiqlik tarmog'idan chetga olinmaydi.

1892 yili akad. L. A. Melentev va boshqalar tomonidan issiqlik ta'minotining bir quvuri tizimi ishlab chiqildi va amalda qo'llash uchun taklif qilindi.

Suvli issiqlik ta'minoti tizimlari quvurlarning soni bo'yicha bir, ikki, uch, to'rt va ko'p quvurli bo'lib, bu quvurlar ichida issiqlik tashuvchisi sifatida suv xizmat qiladi.

Issiqlik tarmoqlarining qarshiligi kvadrat qonuniyatiga bo'ysunadi. Shuning uchun issiqlik tarmog'ining xarakteristikasi quyidagi tenglama bilan ifodalanuvchi kvadratik parabola bilan ko'rsatilishi mumkin.

$$\Delta P = SV^2$$

bunda:  $\Delta P$  – tarmoqda bosim yo'qotilishi, Pa,

$V$  – tarmoqda suvning sarfi,  $\frac{m^3}{soat}$ ;

$S$  – tarmoq qarshiligi, Pa.

Ish natijasida tarmoq xarakteristikasining amaliy qiymatlari o'zlashtirilishi lozim. Bundan tashqari issiqlik tarmog'i xarakteristikasini belgilovchi asosiy parametr bo'lgan  $S$ , qarshiligiga ta'sir qiluvchi turli faktorlar (tarmoqning shoxobchalanish darajasi, mahalliy qarshiliklar miqdori, quvurlar diametri va hokazo) aniqlanishi kerak (6.1 va 6.2-rasmlarda suvli issiqlik tarmog'ining sxemasi va tajriba qurilmasi rasmi keltirilgan).

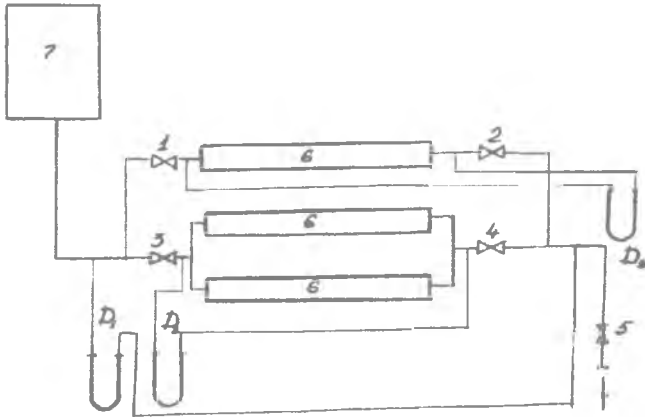
## II. Vazifa

1. Bir va bir nechta iste'molchilar ulangan holdagi suvli issiqlik tarmog'ining xarakteristikalari olinsin va o'zaro taqqoslansin.

Tarmoq xarakteristikasining ulangan iste'molchilarning soni qanday ta'sir qilishi aniqlansin.

2. Analitik usulda ( $P$  ning  $V$  ga bog'liqligi, ya'ni ( $P=f(V)$ ) funksiyasining ko'rinishi aniqlansin.

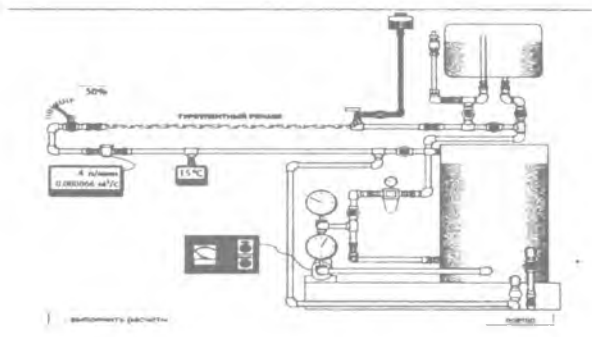
3. Bajarilgan ish bo'yicha hisobot tayyorlansin.



6.1-rasm. Suvli issiqlik tarmog'ining sxemasi

## III. Tajriba qurilmasining tavsifi.

Suvli issiqlik tarmog'ining xarakteristikasini olishga mo'ljallangan tajriba qurilmasi (6.1-rasm) uchta iste'molchisi (6) bo'lgan shaxoblangan tarmoqdan, turli armatura va o'lchov asboblardan iborat. Iste'molchilar uch qavatli imoratning har qavatida joylashgan isitish radiatorlari ko'rinishida qilingan. Tarmoqdagi suvning turli rejimlariga mos kelgan sarfi, bak (7) yordamida o'lchanadi. Tarmoqda bosimning kamayishi ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ) manometrlar bilan o'lchanadi.



6.2-rasm. Tajriba qurilmasining tuzilish chizmasi

#### IV. Tajribani o'tkazish tartibi

1. Sistema suv bilan to'lganligi tekshiriladi.
2. Hamma jo'mraklar ochiladi.
3. Manometrlarning nulb holati tekshiriladi.
4. Kuzatish natijalarini yozib borish uchun 6.1 - jadval tuziladi.

6.1-jadval

O'lchash №	h, mm.suv. ust.	G, $\frac{kg}{soat}$	V, $\frac{m^3}{soat}$	$\Delta P$ , Pa	lgV	lg $\Delta P$	$\Delta P$ hisob.
1	2	3	4	5	6	7	8

5. Bitta iste'molchi ulangan tarmoq xarakteristikasini olish uchun boshqa iste'molchilarni yopib qo'yish kerak. Buning uchun yetkazib beruvchi va qaytaruvchi quvurlardagi jo'mraklar yopib qo'yiladi. Faqat 2,4 jo'mraklar ochiladi, qolganlari yopilgan bo'lishi kerak.

6. D<sub>2</sub> manometrining ish jo'mraklari ochiladi.

7. Asta – sekin 1 – jo‘mrak ochiladi. Suvning ma‘lum sarfi o‘rnatiladi.  $D_1$  ning ko‘rsatishi bo‘yicha tarmoqda bosimning kamayishi qayd qilinadi. Kamida yetti marta o‘lchash o‘tkazish tavsiya etiladi.  $D_1$  manometridan olinadigan  $h$  ning qiymati sinovlar jadvalining 2 katagiga yoziladi.

8. Bir nechta iste‘molchi ulangan tarmoqning harakteristikasini olish uchun 1 jo‘mrak yopiq bo‘lgan holatda qo‘shimcha iste‘molchilar ulanadi. Ishning bundan keyingi davom etish tartibi xuddi bir iste‘molchi ulangan holatidekdir.

### V. Tajriba natijalariga ishlov berish tartibi

1. Birlamchi o‘lchashlar asosida tarmoqdagi suvning sarfi va unga tegishli bo‘lgan bosim kamayishlari aniqlanadi.

2. Turli o‘lchov birliklarida olingan kattaliklarni o‘zaro muvofiqlashtirish grafikdan topilgan suvning sarfi ( $\frac{kg}{soat}$ ) sinovlar jadvalining 3 chi katagiga kiritiladi.

3. Har bir ish rejimi uchun tarmoqdagi suvning hajmi sarfi  $V = \frac{G}{\rho}$ , ( $\rho = 999,7 \frac{kg}{m^3}$   $t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ),  $\frac{m^3}{soat}$ , formulasidan aniqlanadi va sinovlar jadvalining 4 chi katagiga yoziladi.

4. Tekshirilayotgan tarmoqda bosim yo‘qotilishi formulasidan aniqlanadi.

$$\Delta P = h_{tar} \cdot \gamma_{suv}, \quad \frac{kg}{m^2}$$

bunda  $h_{tar}$  – manometrdan bevosita o‘lchab olingan tarmoqdagi bosimning yo‘qotilgan qiymati, mm, suv. ust.

$\gamma_{suv}$  – manometrdagi suvning solishtirma og‘irligi,  $\frac{g}{sm^3}$ .

Yuqoridagi  $\gamma_{suv}$  ning qiymatlari manometrdagi suvning haroratiga qarab ma‘lumotnoma jadvallaridan olinadi.

$\Delta P$  ni hisoblash natijalari sinovlar jadvalining 8 chi katagiga yoziladi.

5. Tajriba nuqtalari ( $P=f(V)$ ) funksiyasining grafigiga qo'yib chiqiladi. Nuqtalarni qo'yib chiqish sinovlar jadvalining 4 va 5 kataklarida berilganlar asosida bajariladi.

Bitta va bir nechta iste'molchilari bo'lgan tarmoqqa tegishli tajriba natijalari grafikka turli belgilar bilan qo'yiladi.

6. Analitik yo'l bilan ( $P$  ning  $V$  ga bog'liqligi xarakteri, ya'ni ( $P=f(V)$ ) funksiyasi aniqlanadi. Shu maqsadda sinovlar jadvalida keltirilgan  $V$  va  $\Delta P$  barcha qiymatlarining logarifmlari topiladi va 6,7 kataklarga yozib qo'yiladi. Logarifmik koordinatalarda  $\Delta P=f(V)$  funksiyasining grafigi tuziladi.

Buning natijasida ordinata o'qida «a» kesmasini ajratuvchi va absissa o'qi bilan  $\alpha$  burchagi hosil qiluvchi to'g'ri chiziqlar olinadi. Olingan chiziqlarning har bir nuqtasi quyidagi tenglamani qanoatlantirishi kerak:

$$\lg \Delta P = \alpha + \operatorname{tg} \alpha \cdot \lg V$$

«a» kattaligi ham musbat, ham manfiy qiymatga ega bo'lishi mumkin,  $\alpha = SV$ ;  $\operatorname{tg} \alpha = k$  deb belgilab, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\lg \Delta P = \lg S + k \lg V.$$

Buni potensirlash natijasida  $\Delta P = SV^k$  tenglamasi topiladi va uning grafigi tuziladi.  $\Delta P$  ning qiymatlari esa jadvalning 8 katagiga kiritiladi.

## VI. Ish bo'yicha hisobot

Ish bo'yicha hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tasnifi.
2. Moslamaning prinsipial sxemasi.
3. Sinovlar jadvali.
4. Ishlov berilgan tajriba natijalari.
5. Tarmoqqa bitta va bir nechta iste'molchilarni ulangandagi natijalar tahlili.

## 7 - TAJRIBA ISHI QUVUR ARMATURASINING GIDRAVLIK QARSHILIGINI ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** Ishni o‘tkazish natijasida issiqlik tarmog‘i armaturalarining gidravlik qarshiligini amaliy tadqiq qilish metodikasi o‘zlashtirilishi kerak.

Tarmoqdagi suv oqimini ish rejimini virtual shaklida o‘rganish.

**Tayanch iboralar:** Issiqlik, suvli issiqlik ta‘minoti tizimi, issiqlik tarmoqlari, quvurlar, armaturalar, issiqlik ko‘rsatkichlari, gidravlik qarshilik.

**Kerakli jihozlar:** Tajriba qurilmasi, bosim va harorat o‘lchash asboblari.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. «Issiqlik ta‘minoti va havoni maromlash tizimlari» Fani bo‘yicha tajriba ishlariga uslubiy ko‘rsatmalar, A.U., Alimboyev R.P. Boboxodjayev va boshqalar, Toshkent 1997 y.

2. “Issiqlik ta‘minoti va issiqlik tarmoqlari” fanidan o‘quv qo‘llanma, B.X.Yunusov, M.Azimova, “Voris”, 2014 y.

3. [www.zivonet.uz](http://www.zivonet.uz)

4. [www.rosteplo](http://www.rosteplo)

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

### I. Ma‘lumotlar

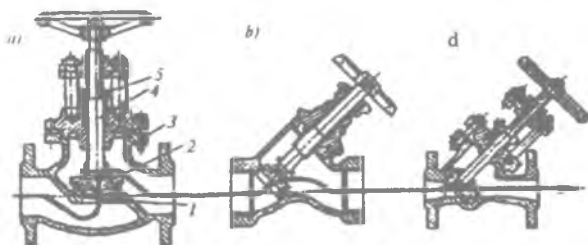
Issiqlik tarmoqlarida gaz va elektr payvandlash usuli bilan ulanadigan po‘lat quvurlar qo‘llaniladi. Po‘lat quvurlardan, asosan, elektr payvandli to‘g‘ri va spiralsimon chokli va choksiz, issiqlikka va sovuqlikka deformatsiyalanib 3, 4, 5, 10, 20 markali va past legirlangan po‘latdan yasalgan quvurlardan foydalaniladi. Elektr payvandli quvurlar shartli diametri 1400 mm gacha, choksizligi esa 400 mm gacha chiqariladi. Issiq suv ta‘minoti tarmoqlarida,

shuningdek, suv gaz o'tkazuvchan po'lat quvurlar qo'llanilishi mumkin.

Issiqlik tarmoqlarida qo'llaniladigan armatura vazifasiga ko'ra berkitish, rostlash, saqlash, drossellash (bosimni kamaytirish), kondensatni ajratish va nazorat o'lchash turlarga bo'linadi.

Biriktirish armaturalari asosiy armaturaga kiradi, chunki ular issiqlik tarmog'ida keng ishlatiladi. Qolgan armaturalar asosan issiqlik punktlarida, nasos va drossel stansiyalarida o'rnatiladi.

Biriktirish armaturalarning asosiy turlariga ventil va zulfinlar (zadvijkalar) (7.1-rasm) kiradi. Zulfinlar, odatda, suvli tarmoqlarda, ventillar esa bug'li tarmoqlarda qo'llaniladi. Ular po'lat va cho'yandan flanesli va muftali ulash uchlari bilan shuningdek, bevosita quvurlarga payvandlash uchlari bilan turli xil shartli diametriga ega bo'lgan holda ishlab chiqariladi.



7.1-rasm. Ventillar:

a—oddiy; b - «Kosva» turdagi; d - to'g'ri oqimli; 1—egar; 2— klapan; 3—korpus; 4—shpindel; 5—salnikli zichlagich.

## II. Vazifa

1. Armaturaning ochilish darajasiga uning gidravlik qarshiligi  $S_a$  va mahalliy qarshilik koeffitsiyentining  $S_m$  bog'liqligi amaliy yo'l bilan aniqlansin.

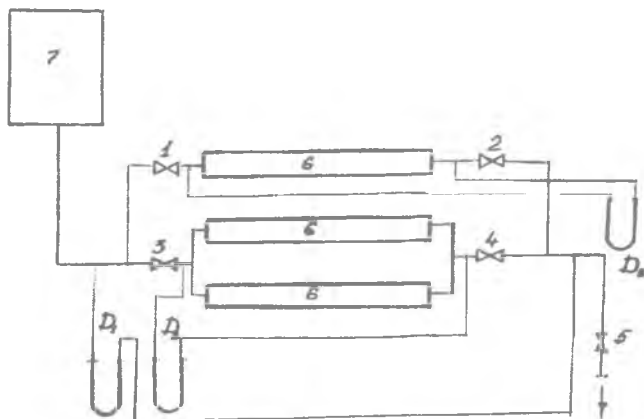
2.  $S_m = f(P)$  va  $S_a = \varphi(P)$  grafiklari tuzilsin. Olingan grafiklar adabiyotda berilganlar bilan taqqoslansin.

3. Suvning sarfining o'zgarishi armaturaning ochilish darajasiga bog'liqligi aniqlansin va  $V = f(P)$  grafigi tuzilsin.



### III. Tajriba qurilmasining tavsifi

Qurilmaning prinsial sxemasi 7.2 – rasmda keltirilgan. Ishlovchi muhit bo‘lib suv xizmat qiladi. Suv bak-mernik orqali sinalayotgan A armaturaga keladi. Tekshirilayotgan armaturada bosimning yo‘qotilishi quvurlarga ikkita  $D_2$  va  $D_3$  manometrlarini ulash yo‘li bilan o‘lchanadi. Sistemada bosim yo‘qotilishi  $D_1$  manometri bilan aniqlanadi.



7.2-rasm. Tajriba qurilmasining chizmasi.

### IV. Tajribani o‘tkazish tartibi

1. Sistemaning suv bilan to‘lganligi tekshiriladi.
2. Jo‘mrakning «ochiq» holatidan to «yopiq» holatigacha bo‘lgan aylanish soni aniqlanadi.
3. 2 – jo‘mraklar yopiq bo‘lishi kerak.
4. Manometrlar tarmoqqa ulanadi va ish suyuqligining nul holati tekshiriladi.

5. Tajribaning o‘tkazish paytida 3 jo‘mragining turli ochilish darajalarini o‘zgaras saqlangan holda uni asta – sekin yopib boriladi. Kamida 8 – 10 marta o‘lchashlar o‘tkazish tavsiya etiladi, masalan, jo‘mrakning ochilishi 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1, 5, 3, 4, 6 aylanishga mos bo‘lganda, va shuningdek uning to‘la ochiq bo‘lgan holatida. Keyin tajribani teskari tartibda tekshirib ko‘riladi; shular

bilan bir vaqtda manometrlarning ko'rsatishi kuzatib boriladi va u qiymatlarni sinash jadvalining 4,5,7,8,11,12 kataklariga yozib boriladi.

## V. Tajriba natijalariga ishlov berish

1. «A» jumragida bosimning yo'qotilishi  $h_m$  quyidagi aniqlanadi:

$D_2$  manometrining ko'rsatishi bo'yicha quyidagicha kattalikni topish mumkin:

$$\Delta P_2 = h_1 + h_m = H_2 \gamma_{\text{suv}}$$

shuningdek,  $D_3$  manometrining ko'rsatishi bo'yicha esa,

$$\Delta P_3 = \alpha h_1 + h_m = H_3 \gamma_{\text{suv}}; \text{ aniqlash mumkin.}$$

Bu ikki tenglamani birgalikda yechib, quyidagini topamiz:

$$h_m = \frac{(H_3 - \alpha H_2) \gamma_c}{1 - \alpha}$$

bunda:  $H_3$  va  $H_2$  –  $D_3$  va  $D_2$  manometrlari ko'rsatishining o'rtacha qiymatlari, mm. sm. ust.

$\gamma_{\text{tar}}$  -  $12 \div 16^\circ\text{C}$  haroratidagi suvning solishtirma og'irligi,

$h_1$  – quvurning  $L$  uzunlikdagi qismida bosimning yo'qotilishi  
 $\alpha = \frac{l}{L}$  bu yerda  $l$  va  $L$  ning qiymatlari sxemadan olinadi.

1. Shundan so'ng  $h_m$  ning hisoblab topilgan qiymatlari sinov jadvalining 10 – katagiga yoziladi.

2. Suvning sarfi  $G_{\text{suv}} \frac{\text{kg}}{\text{soat}}$  bak-mernik ko'rsatishi bo'yicha muvofiqlashtirish grafigi yordamida aniqlanadi va jadvalning 18 katagiga yoziladi.

3.  $S_m$  koeffitsiyenti quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h_m = S \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma_c$$

bundan,

$$S_m = \frac{2gh_m}{\gamma_c \cdot w^2}$$

bunda:  $h$  – bosimning mahalliy qarshilikda yo‘qotilishi, Pa yoki mm.suv.ust.

$\omega$  - suyuqlikning harakat tezligi,  $\frac{m}{sek}$ .

$g$  – og‘irlik kuchining tezlanishi,  $\frac{m}{sek^2}$ ,

$\gamma_{suv}$  – suvning solishtirma og‘irligi,  $\frac{kg}{m^3}$ .

Oqimning ajralmasligi tenglamasidagi tezlikni uning sarfi orqali ifodalaymiz:

$$\omega = \frac{4G}{3600 \cdot \gamma_c \cdot \Pi d^2}$$

$d = 26,4$  mm – sinalayotgan armaturaning diametri,

$G$  – suyuqlik sarfi,  $\frac{kg}{soat}$ ,

$d_q$  – quvur diametri m,  $g = 9,81 \frac{m}{sek^2}$  qiymatini kiritib uzil-kesil quyidagini olamiz:

$$S_m = \frac{1,565 \cdot 10^8 \cdot h_m \cdot d^4 \cdot \gamma_c}{G^2}$$

Yuqorida keltirilgan tenglamadan topilgan  $S_m$  ning qiymati jadvalning 20 – katagida yoziladi.

6. Armaturaning gidravlik qarshiligini  $S_a$  quyidagi ifodadan topiladi:

$$S_a = \frac{h_m}{V^2}$$

bunda  $V$  suvning hajmiy sarfi,  $\frac{m^3}{soat}$

Qurilmaning qarshiligi:

$$S_s = \frac{h_s}{V^2}$$

olingan qiymatlar asosida jo‘mrakning ochilish darajasiga qarab suv sarfining o‘zgarishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$V^1 = \frac{\sqrt{V}}{V} \sqrt{\frac{S_k / S_a^1 + 1}{S_k / S_a^1 + S_k / S_a}}$$

bunda  $V^1$ ,  $S_{\text{Qur}}$  sinalayotgan armaturaning butunlay ochiq holatiga mos keluvchi suvning sarfi qurilmaning qarshiligi.

$S_a^1$  - armatura butunlay ochiq paytdagi qarshiligi,

$S_a$  – armatura qisman ochiq paytdagi qarshiligi

Hisoblab topilgan  $h_{\text{Qur}}$ ,  $V^1$  va  $V$  larning qiymatlari jadvalning 17,19 va 32 kataklariga yozilib, quyidagi grafiklar tuziladi:

a)  $S_m$  qarshilik koeffitsientining armatura ochilish darajasiga bog‘liqligi;

b)  $S_a$  qarshiligining armatura ochilish darajasiga bog‘liqligi;

d) Suv sarfi  $V$  ning armatura ochilish darajasiga bog‘liqligi.

## VI. Ish bo‘yicha hisobot

Ish bo‘yicha qilinadigan hisobotga quyidagilar kiritiladi:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Moslamanning prinsipial sxemasi.
3. Sinov jadvali.
4. Tajriba natijalarining ishlovi 7.1 jadvalga yoziladi.

7.1-jadval

Ochilish darajasi, %	$H_1$ mm sim. ust.		$H_2$ mm sim. ust.		O‘rtacha	$H_p$ mm sim. ust			$H_p$ mm sim. ust			O‘rtacha	$h_r$ , kg/m <sup>2</sup>	$G$ , kg/soat	$V=G/\rho \cdot \pi^2 / \text{soat}$	$S_a$	$S_m = b_m V^2$	$V^1$ , m <sup>3</sup> /soat		
	Tajriba		Tajriba			Tajriba			Tajriba											
	Ay/lanish onik	I	II	O‘rtacha		I	II	O‘rtacha	I	II	O‘rtacha									
		II	II																II	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	220	221

## VII. Nazorat savollari

1. Gidravlik qarshiliklar haqida nima bilasiz?
2. Mahalliy qarshiliklarga nimalar kiradi?

3. Quvur armaturasining gidravlik qarshiligi nimalarga bog'liq.

## 8 - LABORATORIYA ISHI

### II- SIMON KOMPENSATOR HISOBI

**Ishning maqsadi:** II- simon kompensator hisob uslubini o'rganish.

#### I. Vazifasi:

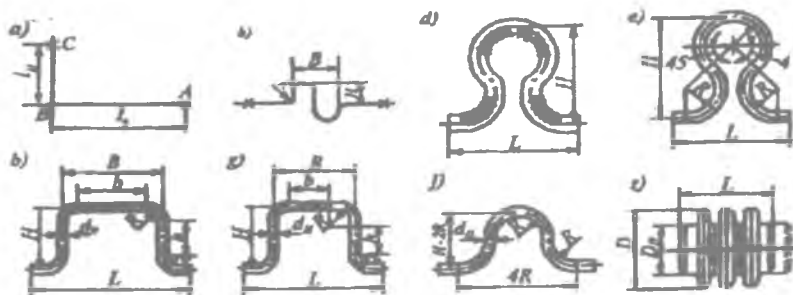
1-Berilgan II- simon kompensator o'lchamlarini o'lchash (o'lchamli eskiz).

2-II- simon kompensatorni montaj sxemasini qurish.

3-Xulosa qilib, hisobotni rasmiylashtirish.

#### II. Ma'lumotlar

Tarmoq quvurlari issiqlik uzatishi natijasida joyidan siljib ketmasligi uchun qo'zg'almas tayanchlardan foydalaniladi. Ammo qo'zg'almas tayanchlar orasida quvurlarni issiqlik uzatishini qabul qiladigan qurilmalar bo'lmasa, quvurlar katta kuchlanishlar ostida buzilishi mumkin. Quvurlarning issiqlik uzatishini kompensatsiyalash (qoidasi) uchun turli xil qurilmalardan foydalaniladi (8.1-rasm).



8.1-rasm . Kompensator qurilmalarning turlari:

Ularni ishlash prinsipi bo'yicha ikki guruhga bo'lish mumkin:  
1) radial yoki egiluvchan qurilmalar, ya'ni quvurlarning issiqlikdan uzayishini egilish yoki burilish (fazoviy) yo'li bilan qabul qilnadigan; 2) o'qli sirg'anishli va elastik turdagi qurilmalar, ya'ni

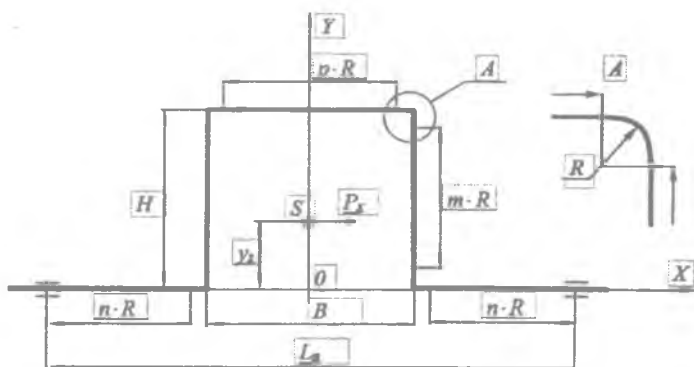
issiqlik uzayishini quvurning teleskopik siljishi orqali qabul qilindigan.

a—tabiiy kompensatsiya; b-S-simon kompensator; v-uzaytirilgan P-simon kompensator; g-shunga o'xshash teng tomonli ( $v=h$ ); d—buklamali lirasimon kompensator; e-shunga o'xshash silliq egilgan; j-w-simon; z-linzali kompensator.

Tabiiy kompensatsiya maxsus qurilmalarni o'rnatishni talab qilmaydi, shuning uchun undan birinchi navbatda foydalanish lozim. Radial kompensatorlar turli xil shakldagi issiqlik tarmoqlarda o'qli va radial kucnlanishlarni bartaraf etish uchun o'rnatiladi. O'qli kompensatorlar tarmoqning to'g'ri chiziqli qismlariga o'rnatiladi.

### III.Dastlabki ma'lumot

II- simon kompensatorning sxemasi 8.2 – rasmda keltirilgan.



8.2 - rasm. II- simon kompensatorning asosiy ko'rsatkichlari

- quvurning tashqi diametri  $D_{tash}$ , m;
- kompensatorning chiqishi  $H$ , m;
- normal elastiklik moduli  $E$ , Pa;
- kompensatorning eni  $B$ , m;
- quvur devorchaning qalinligi  $\delta$ , m;
- issiqlik tashuvchining harorati  $t$ , °C;

- qaytarish bo'limning burchagi  $\alpha$ , grad;
- qo'zg'olmas tayanchlar orasidagi masofa  $L_n$ , m;
- ruxsat etilgan kuchlanish  $\sigma_k$ , Pa.

#### IV. II- simon kompensatorni hisoblash uslubiyati

1 Egilish radiusi aniqlanadi  $R$ , m,

$$R = 1,5D_{\text{tash}}$$

2  $m, n, p$  koeffitsiyentlar aniqlanadi

$$m = \frac{H - 2R}{R}$$

$$n = \frac{L_n - 2R - B}{2R}$$

$$p = \frac{B - 2R}{R}$$

3 Quvur ko'ndalang kesimining radiusi aniqlanadi (quvur devorchasining o'rtasida)

$$r_{\text{qp}} = \frac{D_n - \delta}{2}$$

4  $h$  parametri aniqlanadi

$$h = \frac{(1 + ctg\alpha)\delta}{r_{\text{qp}}}$$

5 Karman nazariyasiga asosan egilgan quvurlardagi bir miqdorli momentlar ta'sirida egilish kuchlanishi, to'g'ri uchastkalariga nisbatan bir necha marta katta bo'ladi. Shuning uchun hisoblarga,  $h$  parametr ga bog'liq bo'lgan, korektsiyesion koeffitsienti  $m_2$  kiritiladi. Payvandlangan qaytarish bo'limlar uchun:

$$m_2 = \frac{0,9}{h^{0,67}}$$

6 Payvand choklar uchun Karman koeffitsiyenti

$$k = \frac{h^{5/6}}{1,52}$$

7 Quvurning ichki diametric aniqlanadi

$$D_n = D_n - 2\delta$$

8  $\Pi$ - simon kompensatorning kompensatsion qobiliyati aniqlanadi

$$\Delta l_k = L_n t 10^{-5}$$

9 Kompensator o'qining keltirilgan uzunligi aniqlanadi

$$L_p = 2n + 2m + p + \left(\frac{6,28}{k}\right) \cdot R$$

10 Elastikli markazning koordinatalari aniqlanadi.  $\Pi$ - simon kompensator simmetrik bo'lganligi uchun, elastiklikli markazi (rasmda  $S$  nuqta)  $Y$  o'qida joylashgan, yani  $x_c = 0$  m,  $y_c$  esa ifoda orqali aniqlanadi

$$y_c = \left[ \frac{6,28}{k} + \frac{3,14}{k} m + m^2 + 2m + p(m+2) \right] \frac{R^2}{L_{np}}$$

12.  $x_c$  o'qqa nisbatan kompensator o'qini elastikli chizig'ining inersiya momenti aniqlanadi.

$$I_{xc} = \left[ \frac{9,42}{k} + \frac{10,28m}{k} + \frac{3,14m^2}{k} + 0,67m^2 + 2m^2 + 2m + p(m+2) \right] R^3 - L_{np} y_c^2$$

12. Quvur yo'lini qo'ndalang kesimining inersiya moment aniqlanadi

$$j = \frac{\pi(D_n^4 - D_n^4)}{64}$$

13. Kompensatorni elastic qaytarishining kuchi aniqlanadi

$$P_x = \frac{\Delta l E j}{I_{xc}}$$

14. Quvur yo'lini qarshilik momenti aniqlanadi

$$W = \frac{\pi(D_n^4 - D_n^4)}{32D_n}$$

15. Kompensatorni yuqori qismida (to'g'ri chizikli uchastkada egilishning boshida) ta'sir etuvchi maksimal egilishni moment aniqlanadi



$$M_{max} = P_x(H - y_s)$$

16. Kompensatorning egilgan uchastkalardagi egilish kuchlanishi aniqlanadi

$$\sigma = \frac{M_{max} m_1}{W}$$

17. Aniqlangan egilish kuchlanishi  $\sigma$  hisobiy kuchlanish  $\sigma_k$  bilan solishtiriladi. Quyidagi shart bajarilishi kerak

$$\sigma_k \geq \sigma$$

Aniqlangan hisob natijalari bo'yicha П- simon kompensatorni parametrlari yig'ma jadvalga tushiriladi. Natijalarni tahlili bajarilib, xulosa chiqariladi va hisobot rasmiylashtiriladi.

#### V. Nazorat savollari

1. Kompensatorlarning vazifasi nima?
2. Qo'zg'almas tayanchlardan foydalanishdan maqsad nima?
3. Kompensatorlarning qanday turlari bor?

**Правила техники безопасности необходимые знать студентам при выполнении лабораторных работ.**

Студенты при выполнении лабораторных работ необходимо знать правила техники безопасности. При выполнении лабораторных используются электроприборы поэтому необходимо соблюдать соответствующие правила техбезопасности при работе с электроприборами. Как известно, напряжение 40-42 В небезопасно, т.к. при этом через человека проходит ток силой до 0,1-0,3 А. Поэтому, соприкосновение с

током силой в 50 мА вызывает ранение, а в 100 мА приводит к смертельному исходу.

Следовательно при выполнении лабораторных работ студенты должны соблюдать следующие правила технической безопасности:

1) Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы необходимо подробно ознакомиться с ней.

2) Сбор заданной схемы и её звеньев выполняется с отключенным выключателем.

3) При сборе основной схемы нельзя использовать оборванные провода, а также неисправные приборы.

4) После сбора заданной схемы, необходимо проверить расточенность устанавливаемых приборов и качество выполненного их заземления.

5) При подключении к источнику электроэнергии необходимо проверить качество изоляции.

6) Если при использовании воды в лабораторной работе, необходимо проверить исправность и целостность водоподводящих шлангов.

7) При работе с электродвигателем необходимо соблюдать осторожность для предотвращения затягивания волос и одежды во вращающийся вал.

8) При самостоятельном выполнении лабораторной работы не допускается изменение основной схемы и прикасания к ней.

9) Прежде чем начать выполнение лабораторной работы необходимо, необходимо пересказать преподавателю порядок выполнения работы и получить разрешение на выполнение.

10) Если при выполнении работы произойдет обрыв проводов, неисправность приборов, а также появится неприятный запах, в первую очередь необходимо выключить схему и срочно сообщить преподавателю.

Выполнение поставленных требований техники безопасности и правильное понимание цели лабораторной работы, создаст фундамент для качественного и верного выполнения работы.

После внимательного изучения вышеуказанных правил и наставлений со стороны преподавателя студенты обязаны расписаться в журнале «Техника безопасности».

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 1 ОСНОВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**Цель работы:** Целью работы является ознакомление с тепловыми потерями на теплопроводе и с порядком расчета тепловых потерь.

**Опорные слова:** теплота, теплоснабжение, тепловые сети, расчетный участок, тепловой расчет, тепловые потери, изоляция трубопроводов.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

**Продолжительность работы – 2 часа.**

### **I. Тепловой расчет участка**

Произвести тепловой расчет участка сети. Материал изоляции - минеральная вата, температура воды в теплопроводе  $t_{\text{вод}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Исходные данные для расчета взять из табл. 1

## Исходные данные теплотрассы

Последняя цифра шифра	$h$ - глубина заложения теплопровода, м	Предпоследняя цифра шифра	$t_{\text{окр.ср.}}$ °С	$A$ - толщина изоляции, мм
0	0,5	0	-10	40
1	0,6	1	-15	45
2	0,7	2	-20	47
3	0,8	3	-25	49
4	0,9	4	-30	51
5	1,0	5	-35	53
6	1,1	6	-30	55
7	1,2	7	-20	56
8	1,3	8	-15	43
9	1,4	9	-25	42

## II. Информации

Преодолевая расстояние между котельной и потребителем, теплоноситель теряет часть энергии в результате теплообмена с окружающей средой. Для уменьшения тепловых потерь трубопровод покрывают слоем теплоизоляции. Материал теплоизоляции должен иметь малую теплопроводность и гигроскопичность. В большинстве случаев теплопровод прокладывают на некоторой глубине от поверхности земли (рис. 1.1). Благодаря этому создается дополнительная теплоизоляция грунтом.

Удельные тепловые потери  $q_{\text{ср}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$ ,

$$q = \frac{t_{\text{вод}} - t_{\text{окр.ср.}}}{R}$$

где

$t_{\text{вод}}$  – температура теплоносителя, °С;

$t_{\text{окр.ср.}}$  – температура окружающей среды, °С;

$R$  – термическое сопротивление,  $\frac{м \cdot ^\circ C}{Вт}$ ;

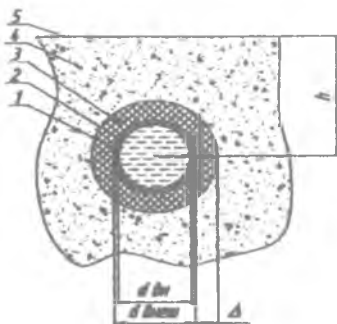


Рис.1.1. Схема прокладки трубопровода.

В имеющейся ситуации термическое сопротивление  $R$  состоит из сопротивления теплоотдачи на внутренней поверхности теплопровода  $R_1$ , сопротивлений материала трубы  $R_2$ , изоляции  $R_3$ , грунта  $R_4$ , сопротивления поверхности грунта  $R_5$ . На практике из-за малости сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  ими пренебрегают, поэтому суммарное термическое сопротивление можно представить в виде

$$R = R_3 + R_4 + R_5$$

где

$$R_3 = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_{нар} + 2\Delta}{d_{нар}} \text{ сопротивление изоляции;}$$

$\lambda$  – теплопроводность изоляции (для минеральной ваты

$$\lambda = 0,045 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C};$$

$$R_4 = \frac{1}{2\pi\lambda_{гр}} \ln \left[ 2 \frac{\lambda}{d_{нар} + 2\Delta} + \sqrt{\frac{4\lambda^2}{(d_{нар} + 2\Delta)^2}} \right] \frac{d_{нар} + 2\Delta}{d_{нар}}$$

- сопротивление грунта;

$\lambda_{гр}$  – теплопроводность грунта (принять равной  $\lambda_{гр} = 2 \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$ ).

Сопротивление поверхности  $R_5$  учитывают в случае малой глубины залегания  $\frac{h}{[d_{мин} + 2\Delta]} < 2$  с помощью дополнительной фиктивной глубины залегания  $h$ , определяемой по формуле:

$$h = h + h_{\phi} = h + \frac{\lambda_{\phi}}{\alpha},$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи (принять равным  $50 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ ).

После нахождения  $q_e$  определяют тепловые потери на всём участке трубопровода

$$\Phi = q_e \cdot l$$

Падение температуры теплоносителя составит

$$\tau_1 = \tau_{взд} - \frac{\Phi}{Q \cdot c}$$

где  $c$  – коэффициент теплоотдачи, (для воды принять  $c = 4190 \frac{Вт}{кг \cdot ^\circ C}$ ).

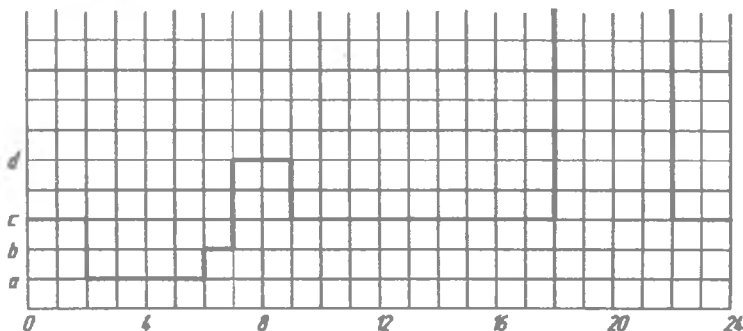


Рис.1.2. График суточного потребления горячей воды (задание)

### III. Расчёт дифференциального графика потребления горячей воды

Рассчитать необходимую ёмкость аккумулятора горячей воды графическим методом исходя из заданного графика суточного потребления горячей воды (рис. 1.2). Исходные данные для расчёта взять из табл. 1,2.

Таблица 1.2.

Исходные данные

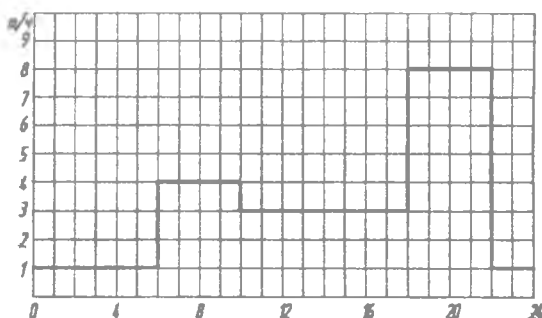
Последняя цифра шифра	Потребления <i>a</i> и <i>b</i> , т/ч		Предпоследняя цифра шифра	Потребления «с», «d» и «e», т/ч		
	<i>A</i>	<i>b</i>		<i>c</i>	<i>D</i>	<i>e</i>
0	1	2	0	2	5	10
1	2	2	1	3	4	9
2	1,5	2	2	4	6	8
3	1,5	3	3	4	4	9
4	2	3	4	3	5	10
5	2,5	3	5	2	6	8,5
6	3	1	6	3	6	9,5
7	1	1	7	3	4	10,5
8	2	1	8	4	4	11
9	3	2	9	4	5	11,5

### IV. Методические указания к выполнению задания

Как видно из графика суточного расхода, потребление горячей воды неравномерно в течение суток. Зачастую бывает выгодна ситуация, когда подача горячей воды должна быть постоянной. Аккумулятор горячей воды работает следующим образом: в периоды малого водо- потребления излишек горячей воды поступает в аккумулятор, а в периоды большого водопотребления накопленная горячая вода компенсирует недостаток сетевого расхода. Таким образом, расход горячей воды в сети постоянен.

*Пример 1.* Произвести расчёт необходимой ёмкости аккумулятора горячей воды графическим методом, исходя из

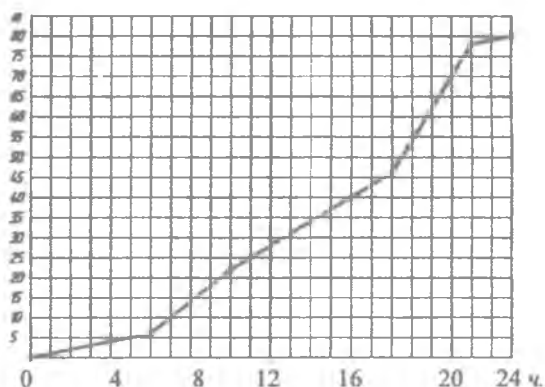
заданного графика суточного потребления горячей воды (рис. 1.3).



**Рис. 1.3. График суточного потребления горячей воды (пример расчета)**

Водопотребление в различные периоды суток составляет: к 6 часам утра:  $M = 1 \frac{m}{ч} \cdot 6 ч = 6 т$ , к 10 часам утра:  $M = 6 т + 4 \frac{m}{ч} \cdot 4 ч = 22 т$ , к 18 часам:  $M = 22 т + 3 \frac{m}{ч} \cdot 8 ч = 46 т$ , к 22 часам:  $M = 46 т + 8 \frac{m}{ч} \cdot 4 ч = 78 т$ , к концу суток:  $M = 78 т + 1 \frac{m}{ч} \cdot 2 ч = 80 т$ .

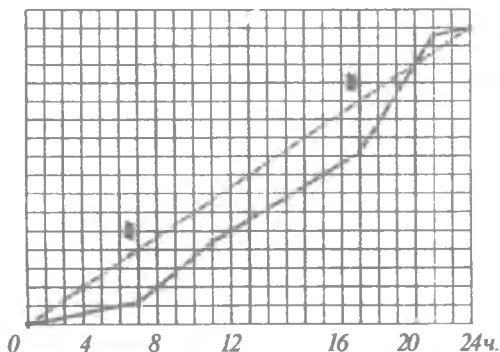
Потребление воды нарастающим итогом (интегрированный график) представлен на рис.1.4.



**Рис. 1.4. Динамика потребления горячей воды в течение суток (пример расчета)**



Строим график среднего расхода (рис. 1.5).



*Рис. 1.5. Сопоставление графиков среднего (пунктирная линия) и реального (сплошная линия) расходов*

Из рис. 1.5. видно, что максимальная разница между линией среднего расхода и линией реального расхода составляет 14 т в моменты времени 6.00 и 18.00. Принимаем величину аккумулятора, равной 14 т.

В отчёте следует отразить итоговые результаты, провести анализ, сделать общие выводы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ И КПД ЭЛЕВАТОРА (СТРУЙНОГО НАСОСА)

**Цель работы:** Целью работы является ознакомление с конструкцией элеватора, начертить эскиз узла установки элеватора, определить коэффициент смешения элеватора.

**Опорные слова:** теплота, теплоснабжение, тепловые сети, элеватор, насос, струйный насос, групповой тепловой пункт, коэффициент смешения, КПД элеватора, инъекция.

**Необходимое оборудование:** Опытная установка для проведения лабораторной работы, термометры для измерения температуры, приборы для измерения давления, ратометр.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

**Продолжительность работы – 4 часа.**

## **I. Информации**

### **Характеристика элеватора.**

В настоящее время в системах централизованного теплоснабжения широко используются групповые тепловые пункты (ГТП). Тепловые установки жилых и общественных зданий к тепловым сетям присоединяются с помощью тепловых пунктов. Использование ГТП уменьшает расходы на теплоснабжение и упрощает обслуживание сетей. Кроме этого уменьшаются шумовые помехи в жилых зданиях т.к. насосы устанавливаются в ГТП, которые находятся на расстоянии от жилых зданий.

Наряду с этим использование тепловых пунктов имеет свои недостатки. Например, вместо принимаемых обычно двухтрубных систем, рекомендуется принятие трех, четырех и многотрубных систем.

При присоединении отопительных систем к тепловым сетям применяется элеватор (рис.2.1.).

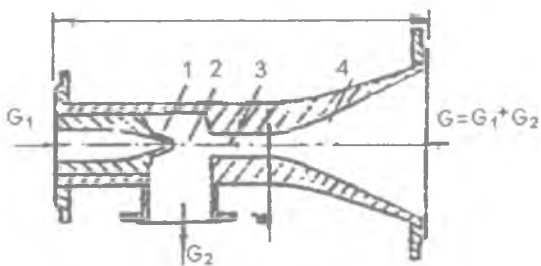


**Рис.2.1. Схема водоструйного элеватора.**

Схема присоединения систем отопления через элеватор была предложена в 1929 году проф. В.М.Чаплиным. Вода из подающего трубопровода пройдя через регулятор расхода 8 поступает в элеватор 12. В свое время вода, из обратного трубопровода отопительных установок нагнетается в элеватор. Смешанная в элеваторе вода подается в систему отопления.

## II. Принцип работы элеватора.

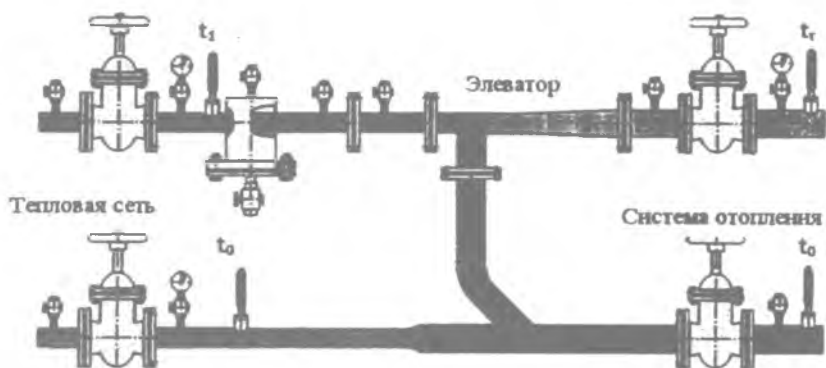
Для хорошей работы элеватора разность давлений в подающем и обратном трубопроводах должна быть повышенной (рис.2.2).



**Рис.2.2. Конструкция элеватора.**

*1-сопло; 2- приемная камера; 3-смесительная камера; 4-диффузор.*

Чем больше разность давлений в подающем и обратном трубопроводах, тем больше будет скорость выхода воды из сопла и больше коэффициент инжекции (смешения). Коэффициентом инжекции называется отношение количества воды нагнетаемой в элеватор ( $G_2$ ) к количеству воды проходящей через элеватор ( $G_1$ ). Для того чтобы коэффициент инжекции соответствовал требуемой величине 1,5-2,5, разность давлений в подающем и обратном трубопроводах должна быть 0,8-1,5 ат. Обычно элеватор работает при постоянном коэффициенте инжекции (рис.2.3.).



*Рис.2.3 Схема элеваторного узла.*

Преимуществом элеватора является простота и надежность. Работа элеватора зависит от расхода и параметров воды (особенно давления) подаваемой от источника теплоты. При выходе из строя основного насоса, останавливается циркуляция воды и начинает свою работу элеватор. Это является основным недостатком элеватора. Для предотвращения этого недостатка, для подачи воды устанавливается циркуляционный насос, который улучшает смешения воды. Самым лучшим вариантом является установка элеватора вместе с насосом. При этом

эlevator работает постоянно, а насос включается по необходимости.

### III. Расчет полученных опытных результатов

Коэффициент смешения называется отношение массы  $G_0$  смешанного охлажденного водяного потока к массе  $G_1$  высокотемпературного потока воды,

$$U = \frac{G_0}{G_1} = \frac{G_0 - G_1}{G_1} = \frac{G_0}{G_1} - 1 = \frac{t_1 - t_0}{t_r - t_0} - 1$$

$$U = \frac{t_1 - t_r}{t_r - t_0}$$

где  $U$  – коэффициент смешения;

$G_0$  – масса воды из элеватора поступающей в систему отопления;

$G_1$  – масса воды поступающей в элеватор из подающего трубопровода тепловой сети;

$t_1$  – температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_r$  – температура воды поступающей в систему отопления,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  – температура воды поступающей из системы отопления,  $^{\circ}\text{C}$ .

Коэффициент смешения  $U$  и приведенный расход воды  $G_{\text{пр}} \frac{m}{ч}$ , определяется по специальным номограммам.

Приведенный расход воды определяется по следующему выражению:

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{см}}}{10\sqrt{\Delta P_{\text{смс}}}}$$

где  $G_{\text{см}}$  – количество воды циркулирующей в системе отопления (смесь),  $\frac{кг}{ч}$ ;

$$G_{см} = G_0 + G_1$$

$\Delta P_{сис}$  – гидравлическое сопротивление системы отопления, принимается по разности показателей манометров на входе и выходе из элеватора, Pa.

Давление в сети перед элеватором, определяющее нормальную его работу определяется :

$$H = 1,4\Delta P_{сис} (1-\alpha)^2$$

Коэффициент полезного действия элеватора:

$$\eta = \frac{G_0 \Delta P_{ix}}{G_1 (H - \Delta P_{ix})} 100\%$$

Полученные опытные результаты сводятся в таблицу 1.

Таблица 1

№	Температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети, $t_1$ °C;	Температура воды поступающей в систему отопления, $t_r$ , °C;	Температура воды поступающей из системы отопления, $t_o$ , °C;	Коэффициент смешения, $\beta$	Коэффициент полезного действия $\eta$ , %
1					
2					
3					
4					
5					

#### IV. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы элеватора.

#### V. Контрольные вопросы:

1. Классификация систем теплоснабжения?
2. Разновидности теплопотребления?
3. В чем особенность групповых тепловых пунктов?

4. В чем назначение элеватора?
5. В чем преимущества и недостатки элеватора?
6. От чего зависит коэффициент смешения элеватора?
7. Как определяется КПД струйного насоса?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 3**

### **ИСПЫТАНИЕ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ**

(Виртуальная лабораторная работа)

**Цель работы:** Ознакомление с конструкцией водяного подогревателя и принципа его работы.

**Опорные слова:** теплота, теплоснабжение, тепловые сети, сетевой подогреватель, подогреватель низкого давления, ТЭС, турбинный конденсат, водяная камера.

**Необходимое оборудование:** компьютер, проектор и другое оборудование.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

**Продолжительность работы – 2 часа.**

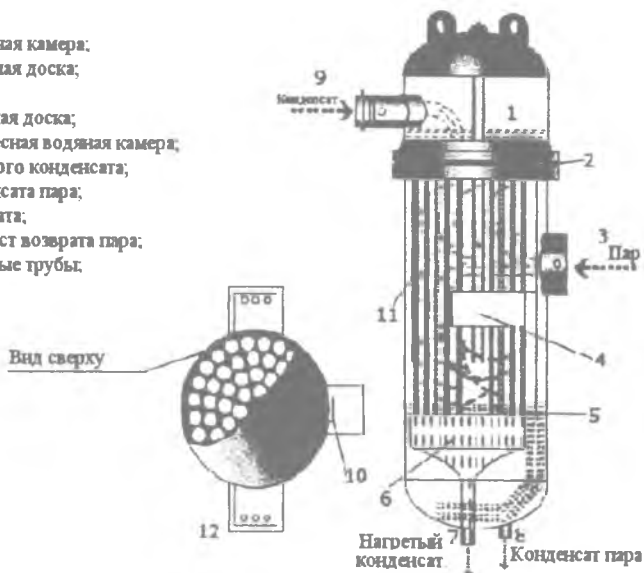
#### **I. Информации**

В цикле станции широко используются вертикальные подогреватели.

Подогреватели низкого давления предназначены для подогрева конденсата за счет пара низкого давления отобранного из турбины. В подогревателях низкого давления (ПНД) для поверхности нагрева используют стальные трубы,

изготовленные из коррозиестойчивой стали. Концы труб закрепляются плотно в трубную доску. Стенки труб имеют тонкую толщину 0,75-1,0 мм. Подогреваемый конденсат подается в камеру (1) рис.3.1 с оградительной стенкой, а затем поступает в трубы. Пройдя по трубам и нагревшись, Подогреваемый конденсат поступает в другую камеру (6) и через выходной патрубок (7) выходит из подогревателя.

- 1-верхняя водяная камера;
- 2-верхняя трубная доска;
- 3-подача пара;
- 5-нижняя трубная доска;
- 6-нижняя подвесная водяная камера;
- 7-выход нагретого конденсата;
- 8-выход конденсата пара;
- 9-вход конденсата;
- 10-отбойный лист возврата пара;
- 11-нагревательные трубы;
- 12-опора.



*Рис. 3.1* Схема подогревателя низкого давления.

Система труб соединена с камерой, через трубную доску (2) которая располагается в месте фланцевого соединения камеры и сварного корпуса подогревателя. Система труб плотно закрепляется и для качественного обогрева пар подается через поперечно расположенный патрубок (3). Для создания медленного прогрева по ходу движения пара установлены перегородки (4)



Пар, поступающий в подогреватель ударяется о перегородку и равномерно распространяется по подогревателю.

Конденсат, протекая через трубы, собирается в нижней камере (6) и через выходной патрубок (7) выходит из подогревателя. Для того чтобы на выходе из подогревателя был конденсат, а не пар в нижней его части при помощи регулятора постоянно сохраняется определенное количество воды. На подогретый конденсат выходящем патрубке устанавливается электронный регулятор, который контролирует состояние и степень нагретости поверхностей нагрева подогревателя.

В подогреватель низкого давления (ПНД) для подогрева конденсата поступает пар низкого давления из турбины. Маркируются подогреватели следующим образом: ПНД-400-26-0,7 и ПНД-200-16-0,7. ПНД – подогреватель низкого давления, первая цифра поверхность нагрева ( $m^2$ ), вторая давление нагреваемой воды, третья максимальное давление пара.

## II. Расчет подогревателя низкого давления.

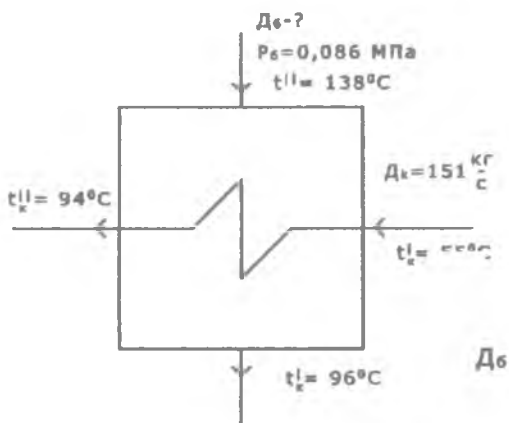


Рис.3.2 Расчетная схема подогревателя низкого давления.

На рис.3.2 показан подогреватель ПНД устанавливаемый на пути движения основного турбинного конденсата.

Из уравнения теплового баланса ПНД определяется количество пара необходимого для нагрева турбинного:

$$D = \frac{D_k(h_k'' - h_k')}{(h'' - h_k)\eta_n} = \frac{151(398 - 235)}{(2760 - 402)0,98} = 10,65 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

где  $D_n$  – расход пара подаваемого в ПНД, ( $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ );

$h_k'$  и  $h_k''$  – энтальпия подогреваемого конденсата на входе и выходе,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ;

$h''$ ,  $h_k''$  – энтальпия пара отбираемого из турбины пара на входе и выходе, для подогрева конденсата в ПНД,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ;

$\eta_n$  – КПД теплообменного аппарата (КПД = 0,98).

### Отчет по работе состоит из:

1. Краткая характеристика работы.
2. Принципиальная схема установки.
3. Таблица испытаний.
4. Обработка результатов опыта.

Таблица 1

Номер опыта, №	$D_k$	$t'$	$h'$	$t_k$	$h_k$	$t_k$	$h_k$	$t_k$	$h_k$	$D_b$
	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$
1	151	138	2760	96	402	55	235	94	398	10,65
2	170	120	2760	96	402	55	235	94	398	11,9
3	195	138	2760	96	402	55	235	94	398	13,75
4	208	138	2760	96	402	55	235	94	398	14,75

### **Контрольные вопросы:**

1. Цель и назначение сетевого подогревателя?
2. Из чего изготавливаются сетевые подогреватели?
3. Какие параметры характеризуют процесс протекающий в сетевых подогревателях?
4. Типы подогревателей устанавливаемых в цикле станции?
5. За счет какого тепла протекает процесс в подогревателях низкого давления?
6. Где устанавливается подогреватель низкого давления?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (Виртуальная лабораторная работа)**

**Цель работы:** основной целью лабораторной работы является определение теплотерь в изолированных трубах систем отопления.

**Опорные слова:** тепловые потери, арматура, трубопроводы, источник тепла, тепловые сети, изоляция труб.

**Необходимое оборудование:** компьютер, проектор и другое оборудование.

**Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:**

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

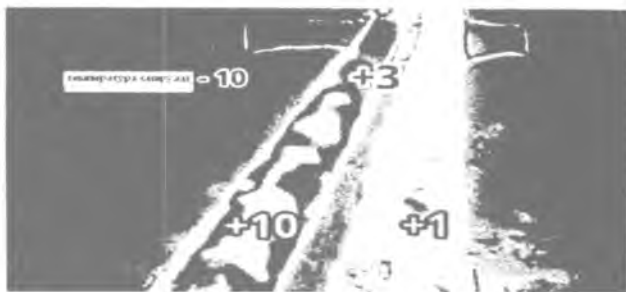
2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

**Продолжительность работы – 2 часа.**

## I. Информации

Расчет тепловых определяется для всех тепловых сетей присоединенных к общему источнику энергии. Только в некоторых отдельно взятых частях теплосети не определяются действительные потери энергии.

Для проведения расчетов по определению теплопотерь для теплопотребителей и для источников теплоты, необходимо наличие сертификатных измерительных приборов.



*Рис.4.1. Система изолированных трубопроводов*

Наличие расчетных приборов должно быть не менее 20% от общего количества теплопотребителей. Действительные тепловые потери определяются с помощью термоизмерительных приборов. На рис.4.1. показан система изолированных трубопроводов.

Определение действительных тепловых потерь должны соответствовать проектным стандартам тепловой изоляции и определяться согласно нормам потерь тепловой энергии (нормы определяются по требованиям дизайна и исполнительным документам), с учетом стандартных значений приносимого убытка.

Согласно нормативам теплотрубопроводы должны покрываться изоляционным слоем. Поэтому во всех нормативных документах для выполнения этих работ методы расчета тепловых потерь не предлагаются.

## II. Расчет тепловых потерь в трубопроводах

Количество линейных тепловых потерь в течении часа определяются по формуле:

$$Q = b \cdot l \cdot q \quad \text{Вт,}$$

$b$  – коэффициент учитывающий тепловые потери через опору, для металлических труб  $b=1,5$  неметаллических труб  $b=1,7$ .

$l$  – длина участка, м;

$q$  – теплопотеря с 1м трубы за 1 час,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}}$ .

$$q = k \cdot 3.14 \cdot (t_{\text{в}} - t_{0,\text{ср}})$$

$t_{\text{в}}$  – температура воды в трубе, °C;

$t_{0,\text{ср}}$  – температура среды окружающей трубу, °C;

$k$  – линейный коэффициент передачи тепла,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ ;

$$k = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \frac{\delta_{\text{м}}}{\lambda_{\text{м}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right)}$$

Площадь внешней поверхности трубы определяется по формуле:

$$F_{\text{нар}} = \pi D_{\text{нар}} L,$$

где  $\pi = 3,141$ ;

$D_{\text{нар}}$  – наружный диаметр трубы, м;  $L$  – длина трубы, м.

При определении тепловых потерь в изолированных трубопроводах расчеты ведутся согласно порядка приведенного в нормативных документах.

Эта особенность характеризуется тем, что тепловой поток в основном определяется тепловым сопротивлением тепловой изоляции. Вместе с тем коэффициент теплопередачи слоя внешней поверхности покрытия мало влияет на величину

коэффициента теплопотерь и поэтому его можно принимать по средним значениям.

### Отчет по проделанной работе

1. Краткая характеристика работы.
2. Принципиальная схема установки.
3. Таблица испытаний.
4. Обработка результатов опыта.

#### Таблица для расчета тепловых потерь в трубопроводе

Параметр	Обозначение	Значение
Наружный диаметр трубы	$d$ [мм] =	30
Длина трубы	$L$ [м] =	10
Температура воды внутри трубы	$t_{\text{вн}} [^{\circ}\text{C}] =$	2
Температура наружной среды	$t_{\text{ок.ср}} [^{\circ}\text{C}] =$	-30
Коэффициент	$k = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$	1,2
Теплопроводность изоляционного материала.	$\lambda = \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	0,04
Толщина изоляционного материала	$D$ [мм] =	30
Теплопотери в трубе	$Q$ [Вт] =	87,80
Теплопотери 1 м трубы	$Q \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}} \right] =$	8,78

#### Контрольные вопросы:

1. Какие материалы используются для тепловой изоляции?
2. В чем причина образования теплопотерь?
3. Как можно уменьшить величину теплопотерь?
4. Расчетные формулы для определения тепловых потерь?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 5**

### **ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ДАВЛЕНИЯ (ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОГО ГРАФИКА) ВОДЯНОЙ ДВУХТРУБНОЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ**

**Цель работы:** Пьезометрический график необходим для выбора схемы присоединения абонентов, разработки гидравлического режима системы и выбора системы автоматики для сети.

В этой работе определяется влияние оборудования и присоединения количества потребителей на распределение давления в сети.

**Опорные слова:** тепловые сети, трубопровод, арматура, гидравлические потери, давления, пьезометрический график.

**Необходимое оборудование:** опытная установка, приборы для измерения давления.

**Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:**

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

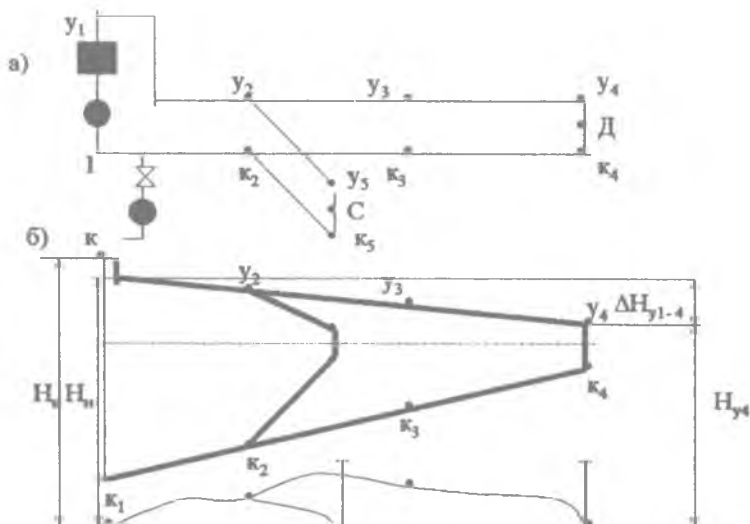
3. [www.zivonet.uz](http://www.zivonet.uz)

**Продолжительность работы – 2 часа.**

#### **I. Информации**

При проектировании и эксплуатации тепловых сетей широко используется пьезометрический график. (рис.5.1). На графике в определенном масштабе отмечают: расположение потребителей, высота зданий, значения напоров на участках

теплосети и профиль теплотрассы; на графике можно определить напор в любой точке теплотрассы.



**Рис.5.1 Расчетная схема (а) и пьезометрический график (б) двухтрубной водяной системы теплотрассы.**

Если расстояние оси трубы в точке 3, находится на расстоянии  $z_3$  от расчетной плоскости, то пьезометрический напор в подающей трубе  $N_{y3-z_3}$ , а в обратной трубе будет равен  $N_{k3-z}$ . Разность давлений в точке 3 между подающим и обратным напорами, составляет полный напор:  $N_3 = N_{y3-z_3} - N_{k3-z}$ , понижение давления в подающем трубопроводе  $\delta N_{y1-4} = N_{y1} - N_{y4}$ ; а понижение давления в обратном трубопроводе равно  $\delta N_{k1-4} = N_{k1} - N_{k4}$ .

$y_1 - y_4$  - график напоров в подающем трубопроводе теплотрассы;

$k_1 - k_4$  - график напоров в обратном трубопроводе теплотрассы;



$H_{к1}$  – полный напор в обратном трубопроводе тепловой сети;

$H_n$  – напор в сетевом насосе;

$H_{ст}$  – статический напор;

$H_{y1}$  полный напор в подающем трубопроводе тепловой сети;

$H_1$  – напор сетевой воды в коллекторе теплового источника;

$H_{y3}$  – полный напор в точке 3 подающего трубопровода ;

$H_{к3}$  – полный напор в точке 3 обратного трубопровода;

Для обеспечения надежной работы водяной тепловой сети должны быть соблюдены следующие условия:

1) давление в различных оборудованных тепловой сети и в установках потребителя не должны превышать допустимой величины. Для стальных труб и арматуры теплопровода величина избыточного давления составляет обычно в пределах 1,6–2,5 МПа;

2) для предотвращения подсоса воздуха, в различных частях сети должно сохраняться избыточное давление. В противном случае может произойти коррозия оборудования и нарушение циркуляции воды в сети. Минимальное значение избыточного давления составляет 0,05 МПа (5 мм вод.ст.);

3) обеспечить не вскипание воды в теплопроводах сети. Поэтому во всех точках системы теплоснабжения должно сохраняться давление выше давления насыщения воды соответствующей температуры.

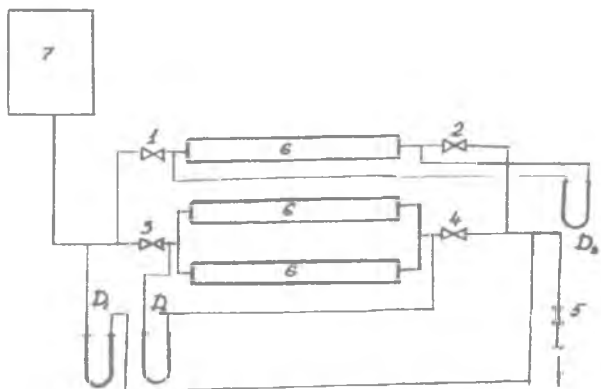
## II. Задача

Построить пьезометрический график для двухтрубной водяной сети при данном режиме и предложенной модели сети:

А) при присоединении одного потребителя;

Б) при присоединении нескольких потребителей;

(Рис.5.1).



*Рис.5.2 Схема опытной установки*

### **III. Описание установки.**

Модель представляет собой водяную закрытую систему к которой подключены три потребителя (Рис.5.2). в закрытом контуре установленные вентили предназначены для создания различных режимов.

Расход воды циркулирующей в системе определяется баком-мерником. В различных точках системы давление в сети измеряется манометрами.

### **IV. Порядок проведения работы.**

Проверятся наполненность системы водой и состояние нуля у манометров.

Открываются вентили 1,2 и 3,4 установленные перед потребителями. Составляется расчетная таблица. После проверки преподавателем готовности установки начинается испытание

#### **Первый режим.**

Медленно открывается вентиль 1 (до полного открытия). В это же время наблюдается изменение разности давлений. Показания манометров обрабатываются и заносятся в расчетную таблицу.

## Второй режим.

Присоединяются несколько потребителей и открываются вентили 1,2,3,4. Показания манометров сносятся в таблицу и отключаются все потребители кроме 1,2.

### V. Обработка полученных результатов

1. Определяется расход воды по графику зависимости расхода воды от разности давлений.

2. Определяется разность давлений в различных точках системы:

$$\Delta P = h \cdot \gamma_{\text{вода}} ;$$

где  $\gamma_{\text{вод}}$  – удельный вес воды,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$h$  – разность давлений в ртутном манометре, м.

3. Полный напор точки А обратного трубопровода, определяется от нулевой отметки (отметка пола лабораторной):

$$H_a = H_b + H_r, \text{ м}$$

где  $H_b$  – вертикальное расстояние от верхнего уровня до точки «А», м.

$H_r$  – геодезическая высота точки «А», м.

Полный напор точки «Б» подающего трубопровода, определяется от нулевой отметки:

$$H_n = H_a + \Delta H_n, \text{ м}$$

где  $\Delta H_n$  – напор, м

$$\Delta H_n = \frac{\Delta P_n}{\gamma}, \text{ м}$$

где:  $\Delta P_n$  – разность давлений в подающем и обратном трубопроводе,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ ;

$\gamma$  – удельный вес воды ( $\gamma = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ).

4. Для построения пьезометрического графика строится поперечный разрез подающего и обратного трубопроводов с

указанием опытных точек. Расстояние между точками соответствует расчетной схеме. Отмечается высота  $H_r$  от нулевой отметки.

Отмечаются точки подающего и обратного трубопроводов с соответствующими значениями давлений. На оси ординат отмечается высота  $H_n$  и через середину этой высоты проводится горизонтальная линия. Отмеченные точки давлений на подающем и обратном трубопроводах соединяются между собой прямой линией.

## VI. Отдельные примечания при выполнении работы

Степень понижения напора при частичном закрытом вентиле (режимы 3,4) определяется следующим образом:

1. Потеря давления на определенном участке сети при полном открытии вентиля определяется:

$$\Delta P_o = (h_1 - h_2) \gamma_{\text{вода}}$$

2. Потеря давления в вентиле при полном открытии вентиля определяется:

$$\Delta P_{\text{в.в.}} = \epsilon \frac{V_o^2}{156000 \cdot d^4}$$

где  $\epsilon = 9$

$d = 0,03$  м – внутренний диаметр трубы;

$h_1$  – показания манометра установленного в начале участка сети с манометром.

$h_2$  – показания манометра установленного в конце участка сети с манометром.,

$\gamma_{\text{вода}}$  – удельный вес воды,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ,

$V_o$  – расход воды при полном открытии вентиля в расчетном сечении,  $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$ .

3. Сопротивление труб в расчетном сечении при полном открытии вентиля определяется по формуле:

$$S = \frac{\Delta P_{в} - \Delta P_{с.о.}}{V_o^2}$$

4. Потеря давления  $\Delta P_{\text{час.зак}}$  в расчетном сечении при частичном закрытии вентиля определяется по показанию манометра.

5. Потеря давления в вентиле при частичном его закрытии:

$$\Delta P_{в} = \Delta P_{к} - S V_{\text{час.зак}}^2$$

где  $V_{\text{час.зак}}$  – расход воды при частичном закрытии вентиля в расчетном сечении,  $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$ .

Пьезометрический график режима при частичном закрытии вентиля смещается на величину потери давления в вентиле от симметричной оси, проведенной от места установки вентиля и до конца сети.

В результате проведенной работы строятся два пьезометрических графика:

1. При присоединении одного потребителя при всех режимах (1,2,3).
  2. При присоединении всех потребителей.
- Два графика сопоставляются.

**Отчет по работе состоит из:**

1. Краткая характеристика работы.
2. Принципиальная схема установки.
3. Таблица испытаний.
4. Обработка результатов опыта

**Контрольные вопросы:**

1. С какой целью применяются разветвленные тепловые сети?
2. В каких единицах измеряется давление? напор?
3. Для чего строится пьезометрический график?

4. Что вызывает местные потери давления?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДЯНОЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ**

**Цель работы:** на опытной установке определить показатели водяной тепловой сети и Ознакомиться с режимом работы в виртуальном варианте.

**Опорные слова:** тепловые сети, трубопровод, арматура, гидравлические потери, давлени, пьезометрический график.

**Необходимое оборудование:** опытная установка, приборы для измерения давления, компьютер, проектор.

**Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:**

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г. произвести сравнительный анализ полученных результатов.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Продолжительность работы – 2 часа.**

### **I. Информации**

Водяные системы по способу присоединения к теплосетям делятся на открытые и закрытые. В закрытых системах теплоноситель тепловых сетей используется только в качестве обогревающей среды и за пределы тепловых сетей не подается.

В 1892 году академиком Л.А.Малентевым и другими была разработана и предложена к внедрению однотрубная система теплоснабжения.

По количеству труб системы теплоснабжения делятся на одно-, двух-, трех- и многотрубные, в качестве теплоносителя в них вращается вода.

1. Сопротивление тепловой сети изменяется по квадратичной закономерности. Поэтому характеристика тепловой сети графически изображается в виде квадратичной параболы:

$$\Delta P = SV^2$$

где

$\Delta P$  – потери давления в сети, Па,

$V$  – расход воды в сети,  $\frac{м^3}{час}$ ,

$S$  – сопротивление сети, Па.

В результате выполненной работы, будут определены действительные значения характеристики. Кроме этого, должны определиться различные (степень разветвленности сети, значение местных сопротивлений, диаметр труб и др.) Факторы влияющие на основной параметр характеристики  $S$ .

## II. Задача работы.

1. Снять характеристику сети с одним и несколькими потребителями и сравнить результаты.

2. Определить, как влияет количество потребителей на характеристику сети.

3. Аналитическим методом определить зависимость  $P$  от  $V$  т.е. рассмотреть функцию  $P=f(V)$ .

4. Составить отчет по выполненной работе.

### III. Описание установки.

Установка, предназначенная получения характеристики сети (Рис.6.1 и 6.2) состоит из разветвленной сети с тремя потребителями (6), различной арматуры и измерительных приборов. В роли потребителя приняты радиаторы отопления расположенные на три этажа. Расход воды в сети при различных режимах создается баком - мерником (7). Изменение давления в сети измеряется манометрами ( $D_1, D_2, D_3$ ).

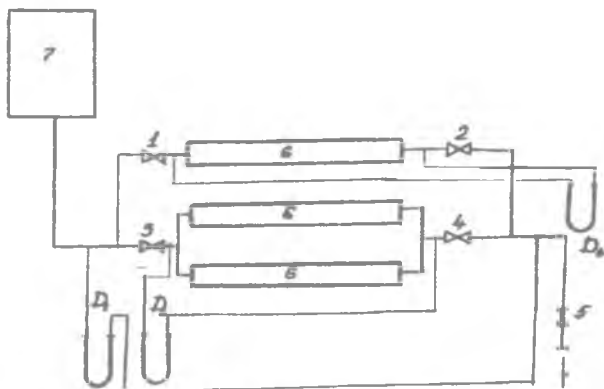


Рис.6.1 Схема лабораторной установки.

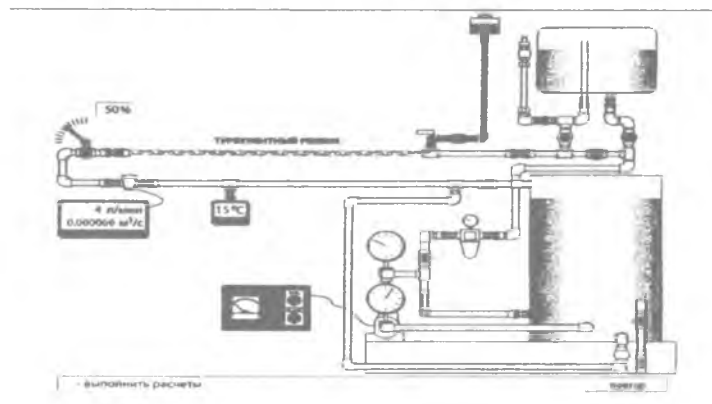


Рис.6.2 Схема лабораторной установки.



#### IV. Порядок проведения работы.

1. Проверяется наполненность системы водой.
2. Открываются все краны.
3. Проверяется состояние нуля манометров.
4. Результаты наблюдений сносятся в таблицу 6.1.
5. Для снятия характеристики с одним потребителем необходимо отключить остальных потребителей. Для этого закрываются краны на подающем и обратном трубопроводе. Т.е. остаются открытыми только 2,4 вентиля, остальные закрываются.

6. Рабочий вентиль манометра  $D_2$  открывается.

7. Медленно открывается вентиль 1. Устанавливается определенный расход воды. По показанию манометра  $D_1$  определяется потеря давления в сети. Измерения рекомендуется проводить не менее 7 раз. Показания манометра  $D_1$  записываются как значения  $h$  в таблицу, графы 1, 2.

8. Для снятия характеристики с несколькими потребителями закрывается вентиль 1 а затем подключаются остальные потребители. Последующие действия аналогичны предыдущим с одним потребителем.

#### V. Обработка полученных результатов

1. Определяются расход воды и потери давления при первом измерении.

2. Для удобства расчетов приведенных результатов измерений расход воды принятый по графику сносим в графу 3 таблицы 6.1.

3. Для каждого режима определяется объемный расход воды по формуле  $V = \frac{G}{\rho}$ , ( $\rho = 999,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ t} = 10^\circ\text{C}$ ),  $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$  и сносим в графу 4.

4. Потери давления в исследуемой сети определяются по формуле:

$$\Delta P = h_{\text{сети}} \cdot \gamma_{\text{вод.}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

где  $h_{\text{сети}}$  – потери давления взятые непосредственно по показаниям манометра мм вод.ст.

$\gamma_{\text{вод}}$  – удельный вес воды в манометре,  $\frac{2}{\text{см}^3}$ , значение которого определяется по таблицам при известной температуре воды.

Результаты расчетов  $\Delta P$  сносятся в графу 8.

5. По опытным результатам строится график функции  $P=f(V)$ . График строится по значениям граф 4 и 5 таблицы 6.1.

Графики характеристик сети с одним или несколькими потребителями вычерчиваются для сравнения разными цветом.

6. Для определения аналитическим методом зависимости  $P$  от  $V$  т.е. рассмотреть функцию  $P=f(V)$ , вычисляются логарифмы значений  $V$  и  $\Delta P$ , и записываются в графы 6,7. В логарифмических координатах строится график функции  $\Delta P=f(V)$ .

В результате проводятся прямые: через точку на отделяющую сечение «а» и прямую образующую угол  $\alpha$  с осью абсцисс. Каждая точка на этих прямых должна соответствовать выражению:

$$\lg \Delta P = \alpha + \text{tg} \alpha \cdot \lg V$$

Величина «  $\alpha$  » может как положительной так и отрицательной,  $\alpha = SV$ ; если отметить, что  $\text{tg} \alpha = k$  то получим:

$$\lg \Delta P = \lg S + k \lg V.$$

Выполнив соответствующие математические преобразования получим,  $\Delta P = SV^k$  и построим график этого выражения. Значения  $\Delta P$  сносим в графу 8 таблицы 6.1.

Таблица - 6.1.

Измерения №	$\rho h$ , мм.вод .ст.	$G$ , $\frac{кг}{час}$	$V$ , $\frac{м^3}{час}$	$\Delta P$ , Па	$lgV$	$lg\Delta P$	$\Delta P_{расч.}$
1	2	3	4	5	6	7	8

### Отчет по работе состоит из:

1. Краткая характеристика работы.
2. Принципиальная схема установки.
3. Таблица испытаний.
4. Обработка результатов опыта..
5. Анализ результатов при присоединении одного или нескольких потребителей.

### Контрольные вопросы:

- I. По какой закономерности изменяется сопротивление тепловой сети?
- II. Что называется характеристикой сети?
- III. От каких параметров зависит характеристика сети?
- IV. Как влияет на характеристику сети количество потребителей?
- V. В чем особенность аналитически определенной характеристики сети?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ АРМАТУРЫ ТРУБОПРОВОДА

**Цель работы:** Освоение методики практического определения гидравлического сопротивления арматуры трубопровода. Ознакомиться с режимом работы в виртуальном варианте.

**Опорные слова:** тепловые сети, трубопровод, арматура, гидравлические потери давления.

**Необходимое оборудование:** опытная установка, приборы для измерения давления, компьютер, проектор.

**Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:**

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Продолжительность работы – 2 часа.**

## **I. Информации**

Арматура энергетических труб по своему назначению делится на следующие группы: запорная, регулировочная, предохранительная контрольная арматура.

Согласно схеме управления запорная арматура может управляться вручную или через электропривод на месте установки или дистанционно.

Регулировочная арматура управляется вручную или через электропривод, гидропривод или через пневмопривод. Эта арматура управляется вручную или согласно полученному сервомотором импульсу дистанционно и автоматически регулируются необходимые параметры.

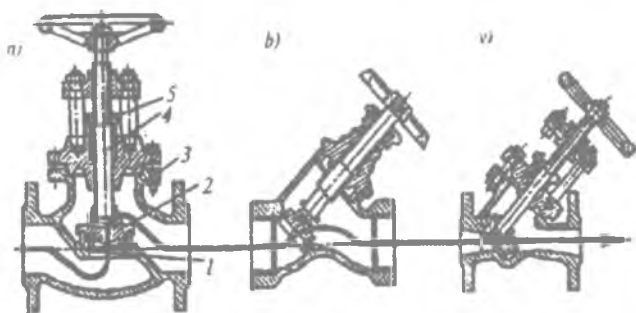
Принцип работы предохранительной арматуры – автоматический, основан на электрическом или электромагнитном, паровом или гидравлическом приводе.

Трубная арматура подбирается по условному давлению  $P_{усл}$  или по условному проходному диаметру  $D_{усл}$ .

По конструктивному принципу арматура делится на: дисковые и мембранные. При давлении не выше 1,3 МПа и температуре не выше 300 °С допускается применение литой чугунной арматуры. При повышенных параметрах корпус арматуры изготавливается из углеродистой и термоустойчивой стали или применяется специально разработанная арматура (Рис.7.1).

При пониженных и средних параметрах рабочего тела арматура крепится к трубам и оборудованию с помощью фланцев. При повышенных и критических параметрах рабочего тела рекомендуется применение сварки при установке арматуры на трубопроводах.

Для теплоизоляции арматуры используют материалы входящие в класс аустенитов и обеспечивающие жесткость, защищенность от эрозии и коррозии и повышенную прочность.



**Рис 7.1. Вентили:**

а—простая; б – тип «Косва» ; в - прямоточная; 1—седло;  
2— клапан; 3—корпус; 4—шпindelь; 5—сальниковый  
уплотнитель.

## II. Задача

1. Практическое определение значений гидравлического сопротивления  $S_a$  арматуры и коэффициента местных

сопротивлений  $S_m$  в зависимости от степени открытости арматуры.

2. Построение графиков функций  $S_m = f(P)$  и  $S_a = \varphi(P)$ . Полученные графики сравнить с графиками приведенными в специальной литературе.

3. Определение зависимости изменения расхода воды от степени открытости арматуры и построение графика функции  $V = f(P)$ .

### 1. Описание установки.

Принципиальная схема установки приведена на рис.7.2 и 7.3. Рабочим телом является вода. Вода, пройдя через бак – мерник подводится к испытываемой арматуре А.

Потери давления в испытываемой арматуре измеряются манометрами  $D_2$  и  $D_3$ . Потери давления в системе показывает манометр  $D_1$ .

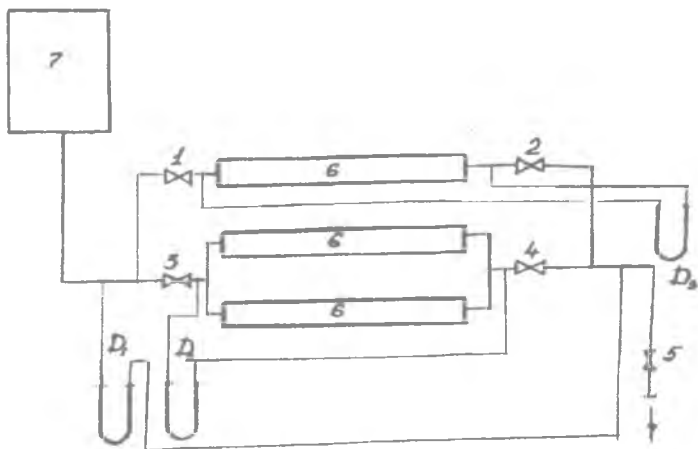
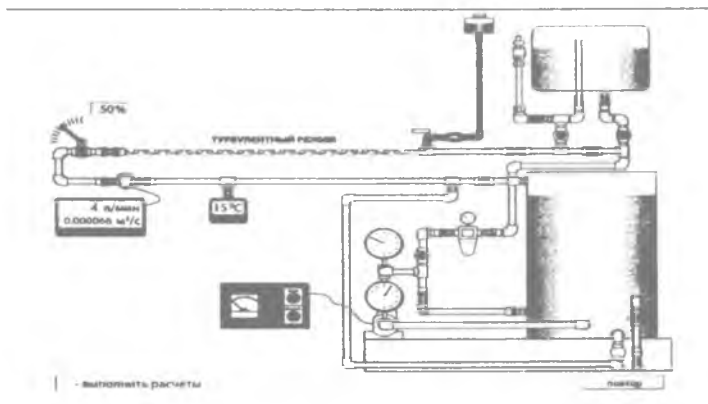


Рис.7.2 Схема лабораторной установки.



**Рис. 7.3** Схема лабораторной установки.

### III. Порядок проведения работы.

1. Проверяется наполненность системы водой.
2. Проверяется количество оборотов вентиля от «открытого» до «закрытого» положения.
3. Два вентиля должны быть закрыты.
4. Манометры подключаются к сети и проверяется их состояние нуля.

5. При испытании 3 вентиль после установления определенного режима тихонько закрывается. Испытание рекомендуется проводить 8-10 раз, например степень открытия вентиля 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1, 5, 3, 4, 6, а также при полном открытии вентиля. Затем испытание проводят в обратном порядке, при этом фиксируется и показания манометров и записываются в графы 4,5,7,8,11,12.

### IV. Обработка полученных результатов

1. Потери давления в арматуре «А»,  $h_m$  определяются следующим образом:

По показанию манометра  $D_2$  определяется величина:

$$\Delta P_2 = h_1 + h_m = H_2 \gamma_{\text{вод.}}$$

а по манометру  $D_3$ ,

$$\Delta P_3 = \alpha h_1 + h_m = H_3 \gamma_{\text{вод.}}$$

При совместном решении этих уравнений, получим:

$$h_m = \frac{(H_3 - \alpha H_2) \gamma_c}{1 - \alpha}$$

где:  $H_3$  и  $H_2$  –  $D_3$  и  $D_2$  среднее значение показателей манометров мм. вод.ст.

$\gamma_{\text{тар}}$  – удельный вес воды при температуре  $12 \div 16^\circ\text{C}$ ;

$h_1$  – потеря давления в трубе на участке длиной  $L$ ;  $\alpha = \frac{l}{L}$   
значения  $l$  и  $L$  принимаются из схемы установки.

2. Рассчитанные значения  $h_m$  заносятся в графу 10 – расчетной таблицы.

3. Расход воды  $G_{\text{вод}}$  определяется по баку – мернику и записывается в графу 18.

4. Значение коэффициента  $S_m$  определяется из следующего выражения:

$$h_m = S \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma_c$$

где

$$S_m = \frac{2gh_m}{\gamma_c \cdot w^2}$$



где  $h$  – потеря давления при местном сопротивлении, Па или мм вод.ст.

$\omega$  – скорость движения жидкости,  $\frac{м}{сек}$ .

$g$  – ускорение падения,  $\frac{м}{сек^2}$ ,

$\gamma_{вод}$  – удельный вес воды,  $\frac{кг}{м^3}$ .

Согласно уравнению неразрывности потока выразим скорость через расход воды:

$$\omega = \frac{4G}{3600 \gamma_c \cdot \Pi d^2}$$

$d = 26,4$  мм – диаметр испытываемой арматуры,

$G$  – расход воды,  $\frac{кг}{час}$ ,

$d_{тр}$  – диаметр трубы м,

5. Подставив значение  $g = 9,81 \frac{м}{сек^2}$  получим выражение

местного сопротивления арматуры:

$$S_1 = \frac{1,565 \cdot 10^4 \cdot h_1 \cdot d^4 \cdot \gamma_c}{G^2}$$

Значения  $S_m$  определенные выше записываем в графу 20.

6. Гидравлическое сопротивление арматуры  $S_a$  определяется из:

$$S_a = \frac{h_m}{V^2}$$

где  $V$  – объемный расход воды,  $\frac{м^3}{час}$

Сопротивление установки:

$$S_{\text{устан}} = \frac{h_e}{V^2}$$

6. По определенным значениям определим зависимость расхода воды от степени открытости арматуры по формуле:

$$V' = \frac{V}{V} \sqrt{\frac{S_k / S_a^1 + 1}{S_k / S_a^1 + S_k / S_a^1}}$$

где  $V'$ ,  $S_{уст}$  – расход воды и сопротивление установки при полном открытии вентиля.

$S_a^1$  – сопротивление арматуры при полном открытии вентиля,

$S_a$  – сопротивление арматуры при не полном открытии вентиля

Определенные значения  $h_{уст}$ ,  $V'$  и  $V$  записываем в графы 17,19 и 32 и строим следующие графики:

А) зависимости коэффициента сопротивления  $S_m$  от степени открытости арматуры;

Б) зависимости коэффициента сопротивления  $S_a$  от степени открытости арматуры;

В) зависимости расхода воды  $V$  от степени открытости арматуры.

#### Отчет по работе состоит из:

1. Краткая характеристика работы.
2. Принципиальная схема установки.
3. Таблица испытаний.
4. Обработка результатов опыта.

#### Контрольные вопросы:

1. Что определяет гидравлическое сопротивление?
2. Что относится к местным сопротивлениям?
3. От чего зависит гидравлическое сопротивление арматуры?
4. Какие параметры определяют гидравлическое сопротивление арматуры?

Таблица 7.1.

1	2	Н <sub>1</sub> мм рт.ст.			Н <sub>2</sub> мм рт.ст.			среднее	Н <sub>p</sub> мм рт.ст.			Н <sub>p</sub> мм рт.ст.			h <sub>0</sub> , кз/м <sup>2</sup>	G, кз/час	V=G/γ <sub>ж</sub> /час	S <sub>ж</sub>	S <sub>ж</sub> = h <sub>ж</sub> D <sup>2</sup>	V <sub>ж</sub> , м <sup>3</sup> /час	
		Опыт			Опыт				Опыт			Опыт									
		Число	I	II	среднее	I	I		I	I	II	среднее	I	II							среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	220	21	

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА - 8 РАСЧЁТ П-ОБРАЗНОГО КОМПЕНСАТОРА

**Цель работы:** целью работы является ознакомление с методикой расчета П-образного компенсатора.

**Опорные слова:** теплота, теплоснабжение, тепловые сети, расчетный участок, компенсатор, тепловые потери, изоляция трубопроводов.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. Теплосчетчики, счетчики пара, воды, вычислители количества теплоты, теплоносителя для коммерческого учета. Выпуск – 3. М., МЭИ – 2001 г.

2. Правила эксплуатации и правила безопасности при эксплуатации теплоснабжающих установок и тепловых сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.

**Продолжительность работы – 2 часа.**

### III. Информации

Для предотвращения смещения теплопроводов при подаче теплоты используются неподвижные опоры. Однако при отсутствии потребителей теплоты между неподвижными опорами, теплопровод испытывает большие напряжения приводящие к их деформации. Для компенсации теплопроводов или предотвращения их деформации используются различные устройства. (рис.8.1). по принципу работы они делятся на две группы: 1) радиальные или гнущиеся устройства, т.е. тепловые удлинения труб компенсируются изгибом или их прогибом; 2) осевые кольцевые или эластичные устройства, т.е. тепловые удлинения компенсируются телескопическим смещением.

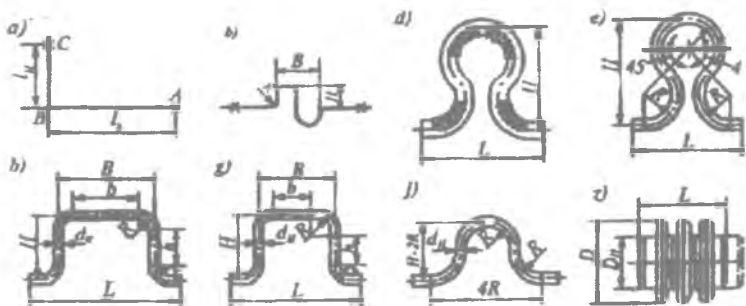


Рис. 8.1. Типы компенсационных установок:

а—естественная компенсация; б-S-образный компенсатор; в-удлинительный П – образный компенсатор; г- ему подобный равнобедренный компенсатор ( $v=h$ ); д— гибкий лирообразный компенсатор; е-ему подобный мягко гнущийся; ж-w- образный компенсатор; з-линзовый компенсатор.

#### Задачи:

1- Произвести замер заданного компенсатора (замерочный эскиз Рис. 8.2).

2- Начертить монтажную схему компенсатора.

3- Сделать выводы, оформить отчёт.

#### IV. Исходные данные

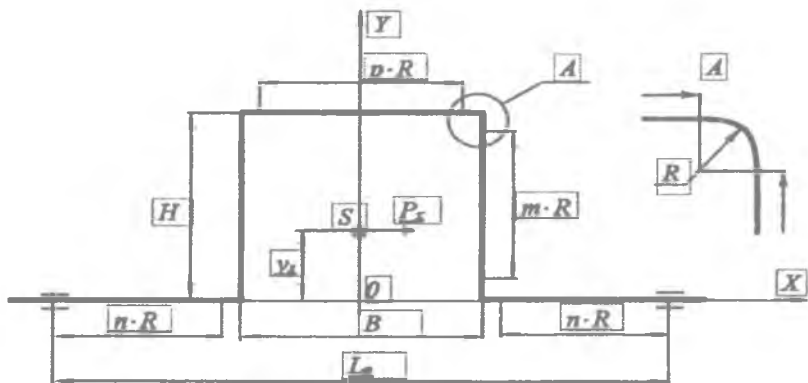


Рис. 8.2. Схема компенсатора

#### Основные параметры П-образного компенсатора

- Наружный диаметр трубопровода  $D_H$ , м;
- вылет компенсатора  $H$ , м;
- модуль нормальной упругости  $E$ , Па;
- ширина компенсатора  $B$ , м;
- толщина стенки трубопровода  $\delta$ , м;
- температура теплоносителя  $t$ , °С;
- угол сектора отвода  $\alpha$ , град;
- расстояние между неподвижными опорами  $L_n$ , м;
- допустимое напряжение изгиба  $\sigma_k$ , Па.

#### V. Методика расчёта П-образного компенсатора

1. Определяется радиус изгиба  $R$ , м,

$$R = 1,5D_H$$

2. Рассчитываются коэффициенты  $m$ ,  $n$ ,  $p$

$$m = \frac{H - 2R}{R}$$

$$n = \frac{L_{\text{к}} - 2R - B}{2R}$$

$$p = \frac{B - 2R}{R}$$

3. Находится радиус поперечного сечения трубы (посередине толщины стенки)

$$r_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{в}} - \delta}{2}$$

4. Определяется параметр  $h$

$$h = \frac{(1 - ctg\alpha)\delta}{r_{\text{ср}}}$$

5. По теории Кармана, напряжение изгиба под действием изгибающих моментов равной величины в изогнутых трубах в несколько раз больше, чем на прямых участках, поэтому в расчёт вводится коррекционный коэффициент  $m_1$ , зависящий от параметра  $h$ . Для сварных отводов

$$m_1 = \frac{0,9}{h^{0,67}}$$

6. Вычисляется коэффициент Кармана для сварных швов

$$k = \frac{h^{5/6}}{1,52}$$

7. Определяется внутренний диаметр трубопровода

$$D_{\text{в}} = D_{\text{н}} - 2\delta$$

8. Рассчитывается компенсирующая способность П-образного компенсатора

$$\Delta t_{\text{к}} = L_{\text{н}} t 10^{-5}$$

9. Определяется приведённая длина оси компенсатора

$$L_{\text{пр}} = (2n + 2m + p + \left(\frac{6,28}{k}\right))R$$

10. Находятся координаты упругого центра. Поскольку П-образный компенсатор симметричен, то упругий центр (точка  $S$  на рисунке) лежит на оси  $Y$ , то есть  $x_c = 0$  м, а  $y_s$  вычисляется по формуле

$$y_s = \left[ \frac{6,28}{k} + \frac{3,14}{k} m + m^2 + 2m + p(m+2) \right] \frac{R^2}{L_{\text{уп}}}$$

11. Вычисляется момент инерции упругой линии оси компенсатора относительно оси  $x_c$

$$I_{x_s} = \left[ \frac{9,42}{k} + \frac{10,28m}{k} + \frac{3,14m^2}{k} + 0,67m^3 + 2m^2 + 2m + p(m+2)^2 \right] R^3 - L_{\text{уп}} y_s^2$$

12. Рассчитывается момент инерции поперечного сечения трубопровода

$$j = \frac{\pi(D_x^4 - D_n^4)}{64}$$

13. Находится сила упругого отпора компенсатора

$$P_x = \frac{\Delta l F j}{j_{x_s}}$$

14. Определяется момент сопротивления трубопровода

$$W = \frac{\pi(D_n^4 - D_x^4)}{32 D_n}$$

15. Вычисляется максимальный изгибающий момент, действующий в верхней части компенсатора (на прямом участке в месте начала изгиба)

$$M_{\max} = P_x(H - y_1)$$

16. Находится напряжение изгиба на изогнутых участках компенсаторов

$$\sigma = \frac{M_{\max} m_1}{W}$$

17. Сравнивается полученное напряжение изгиба  $\sigma$  с расчётным напряжением  $\sigma_k$ . Должно выполняться условие

$$\sigma_k \geq \sigma$$

По результатам полученных расчётов сделать сводную таблицу с параметрами П-образного компенсатора. Провести анализ результатов, сделать выводы, оформить отчёт

#### **Отчет по работе:**

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы компенсатора.

#### **Safety rules necessary to know the students at performance of laboratory works.**

Students are the performance of laboratory work need to know the rules of safety. When performing laboratory electrical appliances are used, therefore it is necessary to observe the relevant safety rules when working with electrical appliances. As you know, the voltage of 40-42 V is unsafe, because while a current flows through a person to 0.1-0.3 A. Therefore, contact with a current of 50 mA causes injury, and 100 mA leads to death.



Therefore, when performing laboratory work, students must observe the following rules of technical safety:

1) Before proceeding with the laboratory work, it is necessary to familiarize yourself with it in detail.

2) The collection of the given circuit and its links is performed with the switch turned off.

3) When collecting the main circuit, you can not use dangling wires, as well as faulty instruments.

4) After the collection of the specified circuit, it is necessary to check the ruggedness of the installed instruments and the quality of their grounding.

5) When connecting to an electrical power source, it is necessary to check the insulation quality.

6) If, when using water in laboratory work, it is necessary to check the serviceability and integrity of the water supply hoses.

7) When working with an electric motor, care must be taken to prevent the hair and clothes from being pulled into the rotating shaft.

8) In case of independent performance of laboratory work, it is not allowed to change the main circuit and touch it.

9) Before starting the lab work, it is necessary to tell the teacher how to do the work and get permission to perform.

10) If the wire breaks, malfunctions of the devices occur during the work, and a pleasant smell does not appear, first turn off the circuit and immediately inform the instructor.

Fulfillment of the safety requirements and proper understanding of the purpose of laboratory work, will create the foundation for a qualitative and correct performance of the work.

After careful study of the above rules and instructions from the teacher, students are required to sign in the journal "Safety Engineering".

# 1-LABORATORY WORK

## BASICS OF HEAT SUPPLY

Thermal calculation of the site.

Make a thermal calculation of the network section. The insulation material is mineral wool, the water temperature in the heat pipe is 90 ° C. The initial data for the calculation is taken from Table 1.

*Table- 1*

**The initial data of the heating main**

The last digit of the cipher	$h$ - depth of heat pipe laying, m	Penultimate Cipher Number	$t_{en}$ , °C	A - thickness of insulation, mm
0	0,5	0	-10	40
1	0,6	1	-15	45
2	0,7	2	-20	47
3	0,8	3	-25	49
4	0,9	4	-30	51
5	1,0	5	-35	53
6	1,1	6	-30	55
7	1,2	7	-20	56
8	1,3	8	-15	43
9	1,4	9	-25	42

### I. Informations

Overcoming the distance between the boiler room and the consumer, the heat carrier loses some of the energy as a result of heat exchange with the surrounding environment. To reduce heat losses, the pipeline is covered with a layer of heat insulation. The material of thermal insulation must have low heat conductivity and hygroscopicity. In most cases, the heat pipe is laid at a certain depth from the surface of the earth (Figure 1.1). In addition, additional heat insulation is created by the soil.

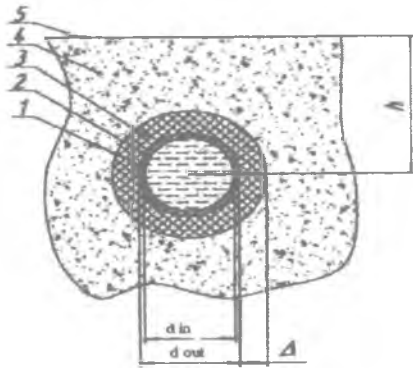
Specific heat losses  $q_e, \frac{W}{m},$

$$q = \frac{t_{water} - t_{en}}{R}$$

$t_{water}$  - coolant temperature, °C;

$t_{en}$  - ambient temperature, °C;

R - thermal resistance,  $\frac{W}{m \cdot ^\circ C};$



*Fig.1.1 Layout of the pipeline.*

In the present situation, the thermal resistance R consists of the heat transfer resistance on the inner surface of the heat pipe  $R_1$ , the resistance of the pipe material  $R_2$ , the insulation  $R_3$ , the soil  $R_4$ , the resistance of the surface of the soil  $R_5$ . In practice, due to the smallness of resistances,  $R_1$  and  $R_2$  are neglected by them, so the total thermal resistance can be represented in the form

$$R = R_3 + R_4 + R_5$$

where  $2\pi\lambda$  insulation resistance;

$\lambda$  - thermal conductivity of insulation (for mineral wool  $\lambda = 0,045 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ );

$$R_4 = \frac{1}{2\pi\lambda_{so}} \ln \left[ 2 \frac{h}{d_{out} + 2\Delta} + \sqrt{\frac{4h^2}{(d_{out} + 2\Delta)^2}} \right] \frac{d_{out} + 2\Delta}{d_{out}} - \text{soil resistance};$$

$\lambda_{so}$  - thermal conductivity of the soil (assumed equal to  $\lambda_{so} = 2 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ ).

The resistance of the surface  $R_5$  is taken into account in the case of a small depth  $\frac{h}{(d_{out} + 2\Delta)} < 2$  with the help of an additional fictitious depth  $h$ , determined by the formula:

$$h = h + h_f = h + \frac{\lambda_{so}}{\alpha},$$

where  $\alpha$  is the heat transfer coefficient (assumed equal to  $50 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ ).

After finding  $q_e$ , the heat losses are determined throughout the entire pipeline section

$$F = q_e \cdot l$$

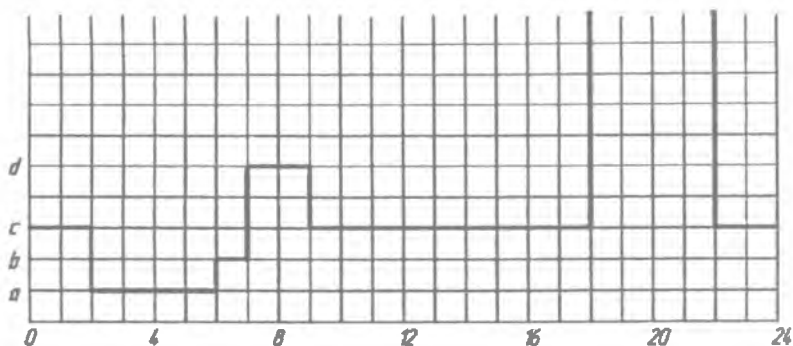
The drop in the coolant temperature will be

$$t_1 = t_{water} - \frac{F}{Q \cdot c}$$

where  $c$  is the heat transfer coefficient, (for water, take  $c = 4190 \frac{W}{kg \cdot ^\circ C}$ )

## II. Calculation of the differential schedule of hot water consumption

Calculate the required capacity of the hot water battery graphically based on the prescribed schedule of daily use of hot water (Fig. 1.2). The initial data for the calculation is taken from Table. 1.2.



**Figure 1.2** Schedule of daily consumption of hot water (task)

*Table 1.2.*

**Initial data**

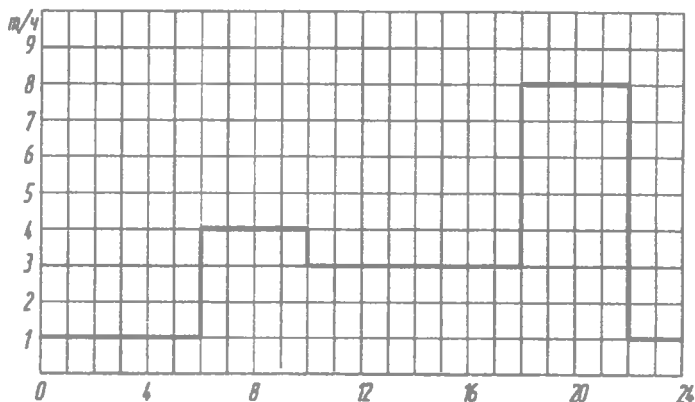
The last digit	Consumption a and b, t/h		Penultimate Cipher Number	Consumption "c", "d" and "e", t/h		
	<i>a</i>	<i>B</i>		<i>C</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
0	1	2	0	2	5	10
1	2	2	1	3	4	9
2	1,5	2	2	4	6	8
3	1,5	3	3	4	4	9
4	2	3	4	3	5	10
5	2,5	3	5	2	6	8,5
6	3	1	6	3	6	9,5
7	1	1	7	3	4	10,5
8	2	1	8	4	4	11
9	3	2	9	4	5	11,5

**III. Methodical instructions for the assignment**

As can be seen from the graph of daily consumption, the consumption of hot water is uneven during the day. Often, the situation is advantageous when the supply of hot water must be constant. The hot water accumulator works as follows: during

periods of low water consumption, the excess hot water enters the accumulator, and in the periods of large water consumption, the accumulated hot water compensates for the lack of network flow. Thus, the hot water flow rate in the network is constant.

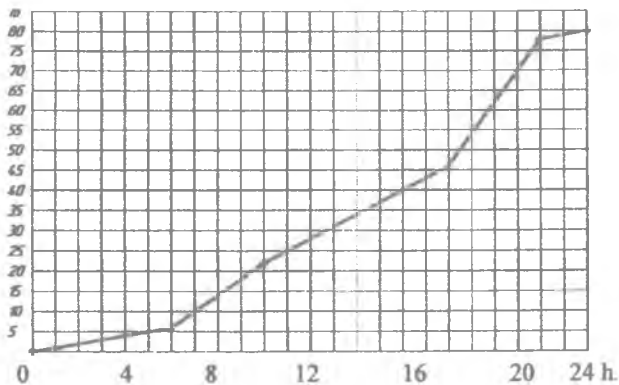
**Example 1.** Calculate the required capacity of the hot water battery graphically, based on the specified graph of daily hot water consumption (Figure 1.3).



**Fig. 1.3** Schedule of daily hot water consumption (example calculation)

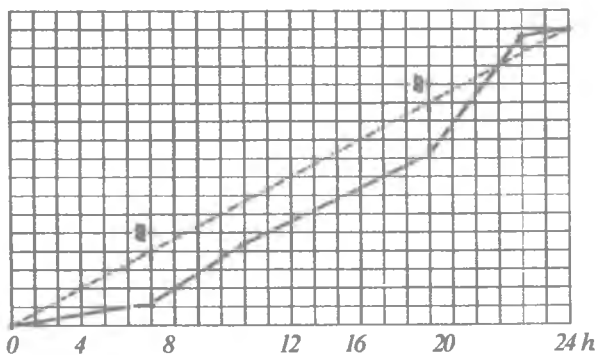
Water consumption in different periods of the day is: to 6 hours of the morning:  $M = 1 \frac{\text{ton}}{\text{hour}} \cdot 6 \text{ h} = 6 \text{ t}$ , by 10 o'clock in the morning:  $M = 6 \text{ t} + 4 \frac{\text{ton}}{\text{hour}} \cdot 4 \text{ h} = 22 \text{ t}$ , to 18 hours:  $M = 22 \text{ t} + 3 \frac{\text{ton}}{\text{hour}} \cdot 8 \text{ h} = 46 \text{ t}$ , by 22 hours:  $M = 46 \text{ t} + 8 \frac{\text{ton}}{\text{hour}} \cdot 4 \text{ h} = 78 \text{ t}$ , by the end of the day:  $M = 78 \text{ t} + 1 \frac{\text{ton}}{\text{hour}} \cdot 2 \text{ h} = 80 \text{ t}$ .

The consumption of water by the cumulative total (integrated schedule) is shown in Fig.1.4.



**Fig. 1.4 Dynamics of consumption of hot water during the day (example calculation)**

We plot the average flow rate (Fig. 1.5).



**Fig. 1.5. Comparison of the graphs of the mean (dashed line) and real (solid line) of expenditures**

From Fig. 1.5 that the maximum difference between the average flow line and the real flow line is 14 tons at the time 6.00 and 18.00. We take the value of the battery, equal to 14 tons.

The report should reflect the final results, conduct an analysis, draw general conclusions.

## **2 - LABORATORY WORK**

### **DETERMINATION OF THE MIXING RATIO AND EFFICIENCY ELEVATOR (JET PUMP)**

**Purpose of the work:** The purpose of the work is to familiarize with the structure of the elevator, draw a sketch of the elevator installation unit and determine the mixing ratio of the elevator.

**Support words:** heat, heat supply, heat networks, elevator, pump, jet pump, group heat point, mixing ratio, elevator efficiency, and injector.

**Necessary equipment:** Experimental installation for laboratory work, thermometers for measuring temperature, pressure measuring devices and ratometer.

**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. «Issiqlik ta'minoti va havoni maromlash tizimlari» Fani bo'yicha tajriba ishlariga uslubiy ko'rsatmalar, Alimboev A.U., Boboxodjaev R.P. va boshqalar, Toshkent 1997 y.

**Duration of work - 4 hours.**

#### **I. Informations**

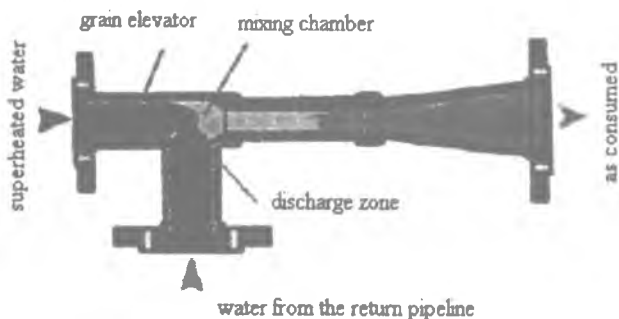
**Characteristics of the elevator.** At present, district heating stations (GHS) are widely used in district heating systems. Thermal installations of residential and public buildings to heat networks are connected with the help of thermal points.

The use of the GHS reduces the cost of heating and simplifies the maintenance of networks. In addition, noise interference in residential buildings is reduced pumps are settled in the GHS, which are located at a distance from residential buildings.

Along with this, the use of thermal stations has its drawbacks. For example, instead of the generally accepted two-pipe systems, three, four and multi-pipe systems are recommended.



When connecting heating systems to heat networks, an elevator is used (Fig.2.1).

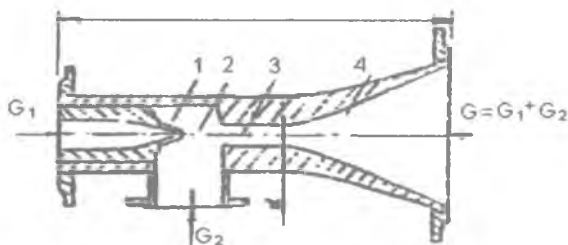


**Fig.2.1 Scheme of water-jet elevator.**

The scheme of connection of heating systems through the elevator was proposed in 1929 by prof. V.M.Chaplin. Water from the supply line passes through the flow controller 8 to the elevator 12. At one time, water, from the return pipeline of the heating plants, is pumped into the elevator. Mixed in the elevator water is fed into the heating system.

## II. The principle of the elevator.

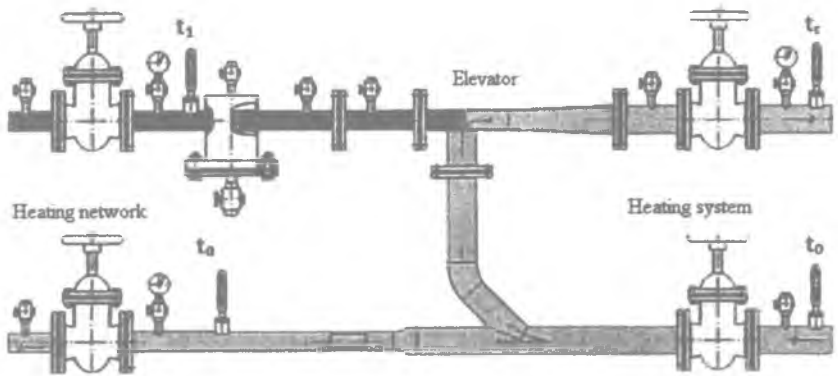
For good operation of the elevator, the differential pressure in the supply and return pipelines must be increased (Fig.2.2).



**Fig.2.2 Construction of the elevator**

*1-nozzle; 2- the receiving chamber; 3-mixing chamber; 4-diffuser.*

The greater the difference in pressures in the supply and return pipelines, the greater the rate of water exit from the nozzle and the greater the injection (mixing) ratio. The injection ratio is the ratio of the amount of water pumped into the elevator ( $G_2$ ) to the amount of water passing through the elevator ( $G_1$ ). In order for the injection ratio to correspond to the required value of 1.5-2.5, the difference in pressure in the supply and return pipelines should be 0.8-1.5 at. Usually the elevator operates at a constant injection ratio (Fig.2.3).



**Fig.2.3 Scheme of the elevator assembly.**

The advantage of the elevator is its simplicity and reliability. The operation of the elevator depends on the flow rate and the parameters of the water (especially the pressure) supplied from the heat source. If the main pump fails, the water circulation stops and the elevator begins its operation. This is the main drawback of the elevator. To prevent this drawback, a circulating pump is installed to supply water, which improves water mixing. The best option is to install an elevator with the pump. At the same time the elevator operates constantly, and the pump is switched on as needed.

### III. Calculation of the obtained experimental results.

The mixing ratio is the ratio of the mass  $G_0$  of the mixed chilled water stream to the mass  $G_1$  of the high-temperature water flow,

$$U = \frac{G_0}{G_1} = \frac{G_0 - G_1}{G_1} = \frac{G_0}{G_1} - 1 = \frac{t_1 - t_0}{t_r - t_0} - 1$$
$$U = \frac{t_1 - t_r}{t_r - t_0}$$

where  $U$ - is the mixing ratio;

$G_0$  - mass of water from the elevator entering the heating system;

$G_1$  - the mass of water entering the elevator from the supply pipeline of the heat network;

$t_1$  - water temperature in the supply pipeline of the heating network,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  - temperature of water entering the heating system,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  - water temperature coming from the heating system,  $^{\circ}\text{C}$ .

The mixing ratio  $U$  and the reduced water flow  $G_{\text{com}} \frac{t}{h}$ , are determined by special nomograms.

The reduced water flow is determined by the following expression:

$$G_{\text{fol}} = \frac{G_{\text{mix}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{sys}}}}$$

where  $G_{\text{mix}}$  - the amount of water circulating in the heating system (mixture),  $\frac{t}{h}$ ;

$\Delta P_{\text{sys}}$  - hydraulic resistance of the heating system, Pa.

The obtained experimental results are summarized in Table 2.1.

**IV. Report on work:**

	Water temperature in the supply pipeline of the heating network, $t_1$ , °C;	The temperature of the water entering the heating system, $t_r$ , °C;	The temperature of the water coming from the heating system, $t_0$ , °C;	Coefficient of mixing, U
2				
3				

**The report on the accomplished work contains:**

1. Brief description of the work.
2. Schematic diagram of the installation.
3. Sketch of the concept of the elevator.

**V. Control questions:**

1. Classification of heat supply systems?
2. Types of heat consumption?
3. What is the peculiarity of group thermal points?
4. What is the purpose of the elevator?
5. What are the advantages and disadvantages of the elevator?
6. What determines the mixing ratio of the elevator?
7. How is the efficiency of the jet pump determined?

### 3- LABORATORY WORK

#### LOW PRESSURE HEATER TEST

(Virtual laboratory work)

**Purpose of work:** Familiarization with the design of the water-heater and the principle of its operation.

**Support words:** heat, heat supply, heat networks, network heater, low pressure heater, HPP, turbine condensate, water chamber.

**Necessary equipment:** computer, projector and other equipment.

**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. Heat meters, steam meters, water meters, heat quantity calculators, coolant for commercial accounting. Issue - 3. M., MEI - 2001.

2. Operating rules and safety rules for the operation of heat-consuming installations and consumers' heat networks. - M., Energoservice - 2001.

**Duration of work - 2 hours.**

### **I. Informations**

Vertical heaters are widely used in the cycle of the station.

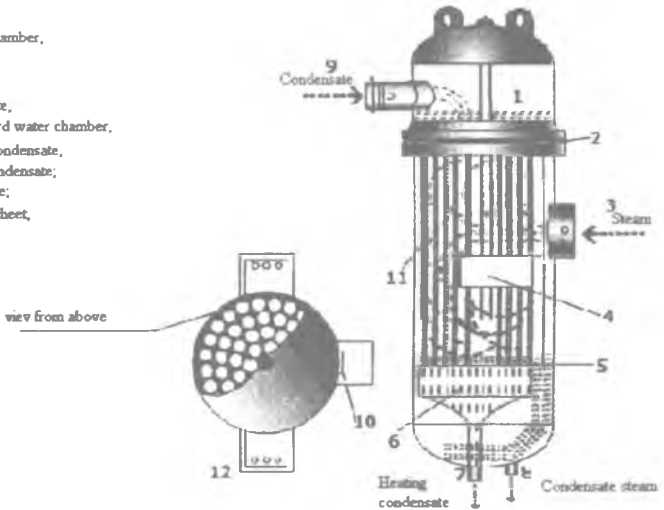
Low-pressure heaters are designed to heat condensate due to low-pressure steam withdrawn from the turbine. Low-pressure heaters (LPH) for heating surfaces use steel pipes made of corrosion-resistant steel. The ends of the pipes are fixed tightly into the tube board. The walls of the pipes have a thin thickness of 0.75-1.0 mm. The heated condensate is fed into the chamber (1) of Fig. 3.1 with a protective wall, and then it enters the pipes. After passing through the pipes and heated, the heated condensate enters another chamber (6) and exits the heater through the outlet pipe (7).

The pipe system is connected to the chamber, through the tube board (2), which is located at the place of the flange connection of the chamber and the welded heater housing. The pipe system is tightly fixed and for qualitative heating of the steam is fed through the transversely located pipe (3). To create a slow warm-up along the motion of the steam, partitions (4).

The steam entering the heater strikes against the partition and spreads evenly over the heater.

The condensate, flowing through the pipes, is collected in the lower chamber (6) and exits the preheater via the outlet pipe (7). To ensure that there is condensate at the outlet of the heater, rather than steam in the lower part, a certain amount of water is permanently stored with the regulator. An electronic regulator is installed on the heated condensate leaving the nozzle, which controls the state and degree of heating of the heating surfaces of the heater.

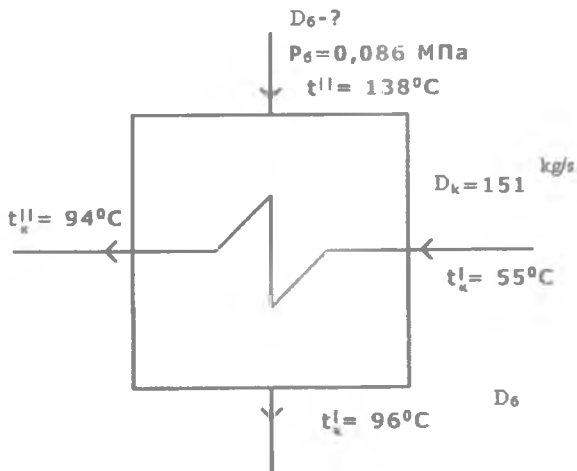
- 1- upper water chamber,
- 2- top tube plate,
- 3- steam supply,
- 4- lower tube plate,
- 5- bottom outboard water chamber,
- 6- outlet heated condensate,
- 7- outlet steam condensate;
- 8- inlet condensate;
- 9- steam return sheet,
- 10- heating pipe;
- 11- support
- 12- support



**Fig. 3.1 Low-pressure heater circuit.**

Low pressure steam from the turbine enters the low pressure heater (LPH) to heat the condensate. Heaters are marked as follows: LPH-400-26-0.7 and LPH -200-16-0.7. LPH is a low pressure heater, the first figure is the heating surface ( $m^2$ ), the second pressure of the heated water, the third maximum vapor pressure.

- II. Calculation of the low-pressure heater.**
- III.**



**Fig.3.2 Calculation scheme of the low pressure heater.**

Figure 3.2 shows the LPH heater installed in the path of the main turbine condensate. From the heat balance equation of LPH, the amount of steam necessary for heating the turbine is determined:

$$D = \frac{D_v(h_k'' - h_c')}{(h'' - h_c)\eta_h} = \frac{151(398 - 235)}{(2760 - 402)0,98} = 10,65 \frac{kg}{h}$$

where:  $D_v$  - steam consumption of the person being fed into the LPH, ( $\frac{kg}{h}$ );

$h_k'$  and  $h_k''$  the enthalpy of the condensate at the input and output,  $\frac{kJ}{kg}$ ;

$h''$ ,  $h_k''$  is the enthalpy of the vapor of the steam withdrawn from the turbine

at the inlet and outlet, for heating the condensate in LPH,  $\frac{kJ}{kg}$ ;

$\eta_h$  - efficiency of the heat exchanger (efficiency = 0.98).

Table 1.

№	$D_k$	$t^{\circ}$	$h^{\circ}$	$t_k$	$h_k$	$t_k^{\circ}$	$h_k$	$t_k^{\circ}$	$h_k^{\circ}$	$D_k$
	$\frac{kg}{hour}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$^{\circ}C$	$\frac{kJ}{kg}$	$\frac{kg}{hour}$
1	151	138	2760	96	402	55	235	94	398	10,65
2	170	120	2760	96	402	55	235	94	398	11,9
3	195	138	2760	96	402	55	235	94	398	13,75
4	208	138	2760	96	402	55	235	94	398	14,75

### III. The report on the work consists of:

1. Brief description of the work.
2. Schematic diagram of the installation.
3. Test table.
4. Processing the results of the experiment.

### IV. Test questions:

1. Purpose and purpose of the network heater?
2. What are the network heaters made of?
3. What are the parameters that characterize the process in the network heaters?
4. Types of heaters installed in the cycle of the station?
5. Due to what heat does the process take place in low-pressure heaters?
6. Where is the low pressure heater installed?

## 4-LABORATORY WORK DETERMINATION OF HEAT LOSSES IN PIPELINES HEATING SYSTEMS

### (Virtual laboratory work)

**Purpose of work:** the main purpose of laboratory work is to determine the heat losses of the visolized pipes of heating systems.

**Support words:** heat losses, fittings, pipelines, heat source, heat networks, pipe insulation.



**Necessary equipment:** computer, projector and other equipment.

**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. Heat meters, steam meters, water meters, heat quantity calculators, coolant for commercial accounting. Issue - 3. M., MEI - 2001.

2. Operating rules and safety rules for the operation of heat-consuming installations and consumers' heat networks. - M., Energoservice - 2001.

**Duration of work - 2 hours.**

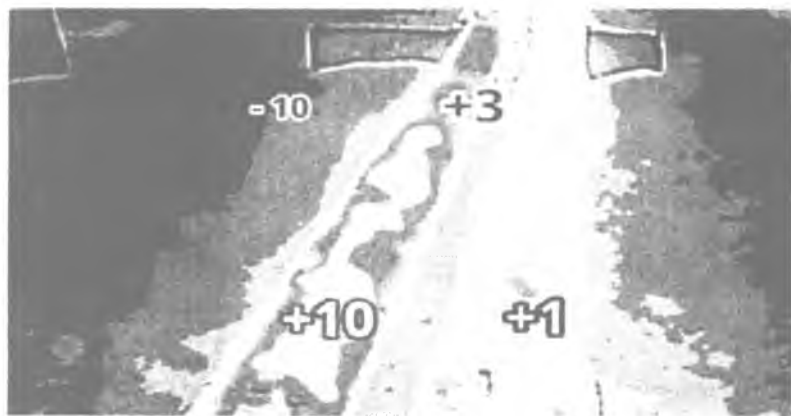
### **I. Informations**

Calculation of thermal is determined for all heat networks connected to a common energy source. Only in some parts of the heat network are actual losses of energy determined.

To carry out calculations to determine heat loss for heat consumers and for heat sources, it is necessary to have certified measuring instruments. Presence of calculation devices must be at least 20% of the total number of heat consumers. The actual heat losses are determined by means of temperature measuring instruments.

Determination of actual heat losses must comply with the design standards of thermal insulation and determined in accordance with the norms of heat energy losses (the norms are determined by the requirements of design and executive documents), taking into account the standard values of the losses incurred.

According to the standards, the heat pipes must be covered with an insulating layer. Therefore, in all normative documents for the implementation of these works, methods for calculating heat losses are not offered. Figure 4.1 presented insulated piping system



**Fig.4.1 Insulated Piping System**

## II. Calculation of heat losses in pipelines

The number of linear heat losses in an hour is determined by the formula:

$$Q = b \cdot l \cdot q \quad W,$$

$b$  - factor that takes into account heat loss through the support, for metal pipes  $b = 1.5$  non-metallic pipes  $b = 1.7$ .

$l$  - is the length of the section, m;

$q$  - heat loss from 1 m of pipe per hour,  $\frac{W}{m}$ .

$$q = k \cdot 3.14 \cdot (t_w - t_{cn})$$

$t_w$  - water temperature in the pipe, ° C;

$t_{cn}$  - temperature of the environment surrounding the pipe, ° C;

$k$  - linear heat transfer coefficient,  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ ;

$$k = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_m}\right)}, \quad \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C};$$

The area of the outer surface of the pipe is determined by the formula:

$$F_{out} = \pi D_{out} \quad L,$$

where:  $\pi = 3,141$ ;

$D_{out}$  - outer diameter of the pipe, m; L- pipe length, m.

When determining the heat losses in isolated pipelines, calculations are carried out according to the procedure given in the regulatory documents.

This feature is characterized by the fact that the heat flux is mainly determined by the thermal resistance of thermal insulation. At the same time, the coefficient of heat transfer of the layer of the outer surface of the coating has little effect on the value of the heat loss coefficient and therefore it can be taken from the mean values.

**Table for calculating the heat losses in the pipeline**

Parameter	Designation	Meaning
Outer diameter of pipe	$d$ [mm] =	30
Pipe length	$L$ [m] =	10
Water temperature inside the pipe	$t_{ich}$ [°C] =	2
Ambient temperature	$t_m$ [°C] =	-30
Coefficient	$k = \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ ;	1,2
Thermal conductivity of insulating material.	$\lambda = \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ ;	0,04
Thickness of insulating material	$D$ [mm] =	30
Heat loss in the pipe	$Q$ [W] =	87,80
Heat loss of 1 m pipe	$Q$ [ $\frac{W}{m}$ ] =	8,78

### III. Report on the work done

1. Brief description of the work.
2. Schematic diagram of the installation.
3. Test table.
4. Processing the results of the experiment.

### IV. Control questions:

1. What materials are used for thermal insulation?

2. What is the cause of heat loss?
3. How can I reduce the amount of heat loss?
4. Calculation formulas for determining heat losses?

## **5-LABORATORY WORK**

### **CONSTRUCTION OF A PRESSURE GRAPH (PIEZOMETRIC CHART) OF A TWO-PIPE WATER HEATING NETWORK**

**Purpose of work:** A piezometric graph is necessary for selecting a connection scheme for subscribers, developing a hydraulic system mode and selecting an automation system for the network.

In this work, the influence of equipment and the connection of the number of consumers on the pressure distribution in the network is determined.

**Support words:** heat networks, pipeline, fittings, hydraulic losses, pressure, piezometric graph.

**Required equipment:** pilot plant, pressure measuring instruments.

**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. Heat meters, steam meters, water meters, heat quantity calculators, coolant for commercial accounting. Issue - 3. M., MEI - 2001.

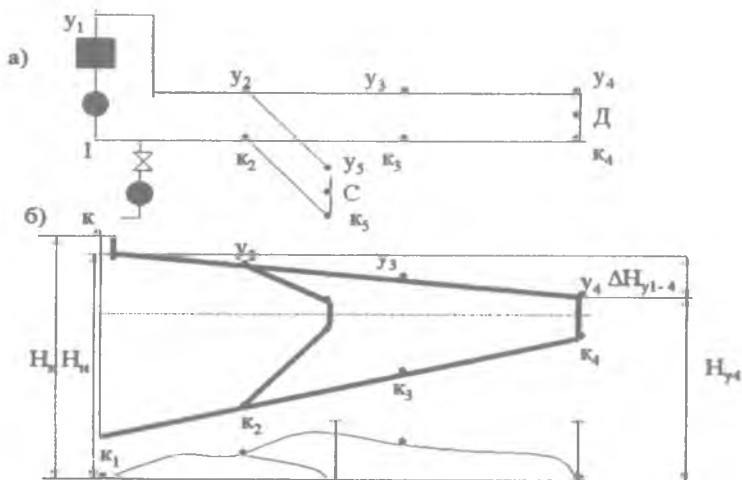
2. Operating rules and safety rules for the operation of heat-consuming installations and consumers' heat networks. - M., Energoservice - 2001.

3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Duration of work - 2 hours.**

## I. Information

When designing and operating thermal networks, piezometric graph is widely used. (Fig. 5.1). The graph at a certain scale notes: the location of consumers, the height of buildings, the pressure values on the sections of the heating network and the profile of the heating main; on the graph you can determine the pressure at any point of the heating main.



**Fig.5.1** The design scheme (a) and piezometric graph (b) of a two-pipe water system of heat pipes.

If the distance of the pipe axis at point 3 is at a distance  $z_3$  from the computational plane, then the piezometric head in flow pipe  $Nu_3 - z_3$ , and in the return pipe will be equal to  $Hk - z$ . The pressure difference at point 3 between the flow and return pressure is a full pressure:  $H_3 = Nu_3 - Nk_3$ , pressure drop in the flow line  $\delta H_{y1-4} = Nu_1 - Nu_4$ : and the pressure drop in the return pipeline is  $\delta H_{k1-4} = H - H_{k4}$ .

$y_1 - y_4$  - graph of pressure in the supply pipe of the heating main;

$K_1 - K_4$  - graph of pressure in the return pipeline heating;

$H_{k1}$  –full pressure in the return pipe of the heat network;

$H_n$  - pressure in the network pump;

$N_{st}$  - static pressure;

$H_{11}$  full pressure in the flow pipe of the heating network;

$H_1$  - pressure of network water in the collector of the heat source;

$Nu_3$  - hollow head at point 3 of the supply pipeline;

$N_{k3}$  - hollow head at point 3 of the return pipeline;

To ensure reliable operation of the water heating network, the following conditions must be met:

1) the pressure in various equipment of the heat supply network and in the installations of the consumer must not exceed the permissible value. For steel pipes and fittings of the heat pipe, the value of overpressure is usually within 1.6–2.5 MPa;

2) to prevent air leaks, overpressure should be maintained in various parts of the network. Otherwise, corrosion of the equipment and water circulation in the network may occur. The minimum value of overpressure is 0.05 MPa (5 mm water column);

3) to ensure that water does not boil in the heating network. Therefore, at all points of the heat supply system, the pressure should remain above the saturation pressure of water of the appropriate temperature.

## **II. Objective**

Construct a piezometric graph for a two-pipe water network under this mode and the proposed network model:

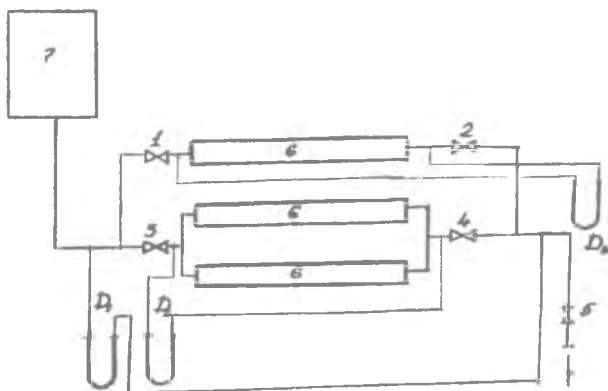
A) at connection of one consumer;

B) when several consumers join; (Fig. 5.2).

## **III. Description of the installation.**

The model is a closed water system to which three consumers are connected (Fig. 5.2). In a closed loop, the installed valves are designed to create different modes.

The water flow circulating in the system is determined by the tank-meter. At various points in the system, the pressure in the network is measured by pressure gauges.



*Fig.5.2 Experimental installation scheme*

#### **IV. The order of work.**

The system is filled with water and the zero state of the pressure gauges.

The valves 1,2 and 3,4 are installed in front of the consumers. A calculation table is compiled. After the teacher checks the readiness of the installation, the test begins

The first mode.

Slowly open valve 1 (until fully open). At the same time, a change in the pressure difference is observed. The readings of the manometers are processed and entered in the calculation table.

The second mode.

Several consumers join and valves 1,2,3,4 open. The readings of pressure gauges are demolished in the table and all consumers except 1,2 are switched off.

## V. Processing the results

1. Determine the water flow according to the graph of the dependence of water flow on the pressure difference.

2. The pressure difference is determined at different points of the system:

$$\Delta P = h \cdot \gamma_w ;$$

where  $\gamma_w$  - water is the specific weight of water,  $\frac{kg}{m^3}$ ;

$h$  - is the pressure difference in the mercury manometer, m.

3. The full head of the point A of the return pipeline, is determined from the zero mark (the mark of the laboratory floor):

$$H_a = H_v + H_g, \text{ m}$$

where  $H_v$  - is the vertical distance from the upper level to the point "A", m.

$H_g$  - is the geodetic height of the point "A", m.

The total pressure of point "B" of the supply pipeline is determined from the zero mark:

$$H_s = H_a + \Delta H_h, \text{ m}$$

where  $\Delta H_h$  - head, m

$$\Delta H_h = \frac{\Delta P_h}{\gamma}, \text{ m}$$

where:  $\Delta P_h$  - pressure difference in the supply and return pipes,

$$\frac{kg}{m^2},$$

$\gamma$  - is the specific weight of water ( $\gamma = 1000 \frac{kg}{m^3}$ ).

4. For the construction of a piezometric graph, a cross section of the supply and return pipelines is constructed, indicating the experimental points. The distance between the points corresponds to the calculation scheme. The altitude  $H_r$  of the zero mark is marked.

The points of the supply and return pipelines with the corresponding values of pressure are marked. The vertical axis is marked on the ordinate axis and a horizontal line is drawn through



the middle of this height. The marked pressure points on the supply and return lines are connected by a straight line.

## VI. Separate notes when doing work.

The degree of lowering the head with a partial closed valve (modes 3,4) is defined as follows:

1. The loss of pressure in a particular section of the network when the valve is fully open is determined by:

$$\Delta P_o = (h_1 - h_2) \gamma_{\text{suV}}$$

2. The loss of pressure in the valve when the valve is fully opened is determined by:

$$\Delta P_{\text{v.o}} = \varepsilon \frac{V_o^2}{156000 \cdot d^4}$$

where  $\varepsilon = 9$

$d = 0,03 \text{ m}$  - internal diameter of the pipe;

$h_1$  - readings of the manometer installed at the beginning of the network section with a manometer.

$h_2$  - readings of the manometer installed at the end of the network with a manometer.,

$\gamma_w$  - specific weight of water,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,

$V_o$  - water flow at full opening of the valve in the rated section,  $\frac{\text{m}^3}{\text{hour}}$ .

3. The resistance of the pipes in the calculated section when the valve is fully open is determined by the formula:

$$S = \frac{\Delta P_o - \Delta P_{\text{v.o}}}{V_o^2}$$

4. Pressure loss. In the design section, when the valve is partially closed, it is determined by the gauge reading.

5. Loss of pressure in the valve with partial closure:

$$\Delta P_a = \Delta P_{\kappa} - SV_{\text{valve, loss}}^2$$

where  $V_{\text{ch}}$  - water flow at partial closing of the valve in the rated section,  $\frac{\text{m}^3}{\text{hour}}$ .

The piezometric schedule of the mode with partial closure of the valve is shifted by the amount of pressure loss in the valve from the symmetrical axis drawn from the valve installation site and to the end of the network.

As a result of this work, two piezometric graphs are constructed:

1. At connection of one consumer at all modes (1,2,3).
  2. When all consumers join.
- Two graphics are compared.

#### **VII. The report on the work consists of:**

1. Brief description of the work.
2. Principal scheme of the installation.
3. Table of tests.
4. Equipment of the results of experience

#### **VIII. Control questions:**

1. What is the purpose of branched thermal networks?
2. How are pressure units measured?
3. Why is a piezometric chart constructed?
4. What causes local pressure loss?

## **6 - LABORATORY WORK**

### **DETERMINATION OF THE HYDRAULIC CHARACTERISTIC WATER HEAT NETWORK**

The aim of the work is to determine the parameters of the water heat network on the pilot plant and to make a comparative analysis of the results obtained.

To familiarize with a mode of work in the virtual variant.

**Support words:** heat networks, pipeline, fittings, hydraulic losses, pressure, piezometric graph.

**Necessary equipment:** pilot installation, pressure measuring devices, computer, projector.

**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. Heat meters, steam meters, water meters, heat quantity calculators, coolant for commercial accounting. Issue - 3. M., MEI - 2001.

2. Operating rules and safety rules for the operation of heat-consuming installations and consumers' heat networks. - M., Energoservice - 2001.

3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Duration of work - 2 hours.**

#### **I. Information**

Water systems are divided into open and closed by the method of connection to the heating network. In closed systems, the heat carrier of heat networks is used only as a heating medium and is not supplied outside the heat networks.

In 1892, the academician L.A.Malentevym and others developed and proposed for the introduction of a one-pipe heating system.

By the number of pipes, the heat supply systems are divided into one-, two-, three- and multi-tubular, and water rotates as a coolant.

1. The resistance of the heat network varies according to the quadratic regularity. Therefore, the characteristic of the heat network is graphically depicted in the form of a quadratic parabola:

$$\Delta P = SV^2$$

Where:

$\Delta P$  - pressure loss in the network, Pa,

$V$  - water flow in the network,  $m^3 / \text{hour}$ ,

$S$  - resistance of the network, Pa.

As a result of the work performed, the actual values of the characteristic will be determined. In addition, the various factors (the degree of branching of the network, the value of local resistances, the diameter of the pipes, etc.) should be determined, the factors affecting the main parameter of the characteristic  $S$ .

## **II. The task of the work.**

1. Remove the characteristics of the network with one and several consumers and compare the results.

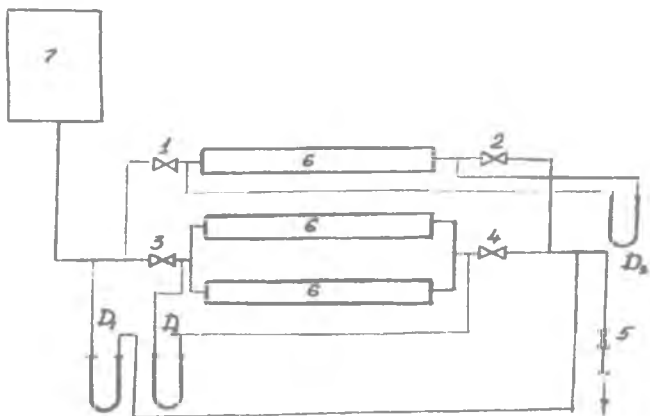
2. Determine how the number of consumers affects the characteristics of the network.

3. Analyze the dependence of  $P$  on  $V$ , ie, consider the function  $P = f(V)$ .

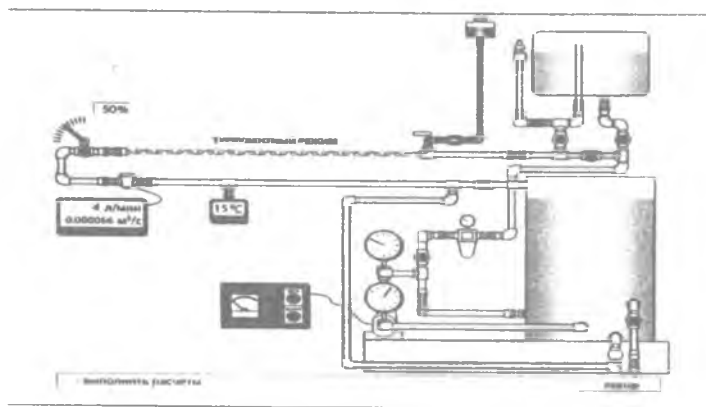
4. Draw up a report on the work done.

## **III. Description of the installation.**

The installation intended to obtain the network characteristics (Fig. 6.1 and 6.2) consists of a branched network with three consumers (6), various fittings and measuring devices. In the role of the consumer, radiators are located on three floors. The flow of water in the network under various conditions is created by a tank-meter (7). The pressure variation in the network is measured by pressure gauges ( $D_1, D_2, D_3$ ).



**Fig.6.1** Scheme of the laboratory installation.



**Fig.6.2** Scheme of the laboratory installation.

#### IV. The order of work.

1. The system is filled with water.
2. All the valves open.
3. The zero state of the pressure gauges is checked.
4. The results of observations are summarized in Table 6.1.

Table 6.1

Changes №	h, H.mm. water	G, $\frac{kg}{hour}$	V, $\frac{m^3}{hour}$	$\Delta P$ , Pa	Lg V	Lg $\Delta P$	
1	2	3	4	5	6	7	8

5. To remove the characteristic with one consumer, it is necessary to disconnect the remaining consumers. To do this, the valves on the supply and return lines are closed. Those. Only 2.4 valves remain open, the rest are closed.

6. The working valve of pressure gauge  $D_2$  opens.

7. The valve 1 is slowly opened. A certain water flow is set. According to the pressure gauge  $D_1$ , the pressure loss in the network is determined. It is recommended to carry out measurements at least 7 times. The manometer reading  $D_1$  is recorded as the values of h in the table, columns 1, 2.

8. To remove the characteristic with several consumers, the valve 1 closes and then the other consumers are connected. Subsequent actions are similar to the previous ones with one consumer.

### V. Processing the results

1. Determine the water flow and pressure loss in the first measurement.

2. For convenience of calculation of the resulted results of measurements the water discharge accepted under the schedule is carried to the column 3 of the table 1.

3. For each mode, the volumetric water flow is determined by the formula  $V = \frac{G}{\rho}$ , ( $\rho = 999.7 \frac{kg}{m^3}$ ,  $t = 10^\circ C$ ),  $\frac{m^3}{hour}$  and carried to graph 4.

4. Pressure loss in the network under investigation is determined by the formula:

$$\Delta P = h_{\text{system}} \cdot \gamma_{\text{water}}, \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

where

$h_{\text{system}}$  - pressure loss taken directly from the readings of the manometer mm water.

$\gamma_{\text{water}}$  - is the specific gravity of water in a manometer,  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , the value of which is determined from the tables at a known water temperature.

The results of the calculations of  $\Delta P$  are deleted in column 8.

5. Based on the experimental results, a graph of the function  $P = f(V)$  is constructed. The graph is constructed from the values of graphs 4 and 5 of Table 1.

Graphs of network characteristics with one or more consumers are drawn for comparison in different colors.

6. To determine the dependence of  $P$  on  $V$  by an analytical method, ie, consider the function  $P = f(V)$ , calculate the logarithms of the values of  $V$  and  $\Delta P$ , and write them into columns 6.7. In logarithmic coordinates, a graph of the function  $\Delta P = f(V)$  in Fig. 2

As a result, straight lines are drawn: through the point to the separating section "a" and the straight line forming the angle  $\alpha$  with the abscissa axis. Each point on these lines must correspond to the expression:

$$\lg \Delta P = \alpha + \text{tg} \alpha \cdot \lg V$$

The value of " $\alpha$ " can be either positive or negative,  $\alpha = \text{SV}$ ; if we note that  $\text{tg} \alpha = k$ , then we get:

$$\lg \Delta P = \lg S + k \lg V$$

Having completed the corresponding mathematical transformations, we obtain  $\Delta P = SV^k$  and construct the graph of this expression. The values of  $\Delta P$  are reduced to column 8 of Table 6.1.

### **VII. The report on the work consists of:**

1. Brief description of the work.
2. Schematic diagram of the installation.
3. Test table.
4. Processing the results of the experiment ..
5. Analysis of results when one or more consumers join.

### **VIII. Questions:**

1. By what regularity does the resistance of the heat network change?
2. What is the characteristic of the network?
3. On what parameters does the network characteristic depend?
4. How does the number of consumers influence the characteristics of the network?
5. What is the specificity of the analytically defined network characteristics?

## **7 - LABORATORY WORK.**

### **DETERMINATION OF THE HYDRAULIC RESISTANCE OF PIPELINE FITTINGS**

**Objective:** To develop a methodology for the practical determination of hydraulic resistance of pipeline fittings. To familiarize with a mode of work in the virtual variant.

**Support words:** heat networks, pipeline, fittings, hydraulic pressure losses.

**Necessary equipment:** pilot installation, pressure measuring devices, computer, projector.



**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. Heat meters, steam meters, water meters, heat quantity calculators, coolant for commercial accounting. Issue - 3. M., MEI - 2001.
2. Operating rules and safety rules for the operation of heat-consuming installations and consumers' heat networks. - M., Energoservice - 2001.
3. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Duration of work - 2 hours.**

### **I. Informations**

The armature of energy pipes is divided into the following groups according to its purpose: stop, control, safety control valves.

According to the control scheme, the valves can be controlled manually or via an electric drive at the installation site or remotely.

Adjusting valves are controlled manually or through an electric actuator, hydraulic actuator or pneumatic actuator. These valves are controlled manually or according to the impulse received by the servomotor remotely and the necessary parameters are automatically adjusted.

The principle of operation of safety valves is automatic, based on electric or electromagnetic, steam or hydraulic actuator.

Pipe fittings are selected according to the conditional pressure of the  $R_{cond}$  or according to the nominal bore diameter  $D_{cond}$ .

According to the design principle, the valve is divided into: disk and membrane. With a pressure not exceeding 1.3 MPa and a temperature not exceeding 300 ° C, the use of cast iron fittings is allowed. At elevated parameters, the valve body is made of carbon and heat-resistant steel, or specially designed valves are used.

At low and medium parameters of the working fluid, the armature is attached to the pipes and equipment with the help of flanges. With elevated and critical parameters of the working fluid, it is recommended to use welding when installing fittings on pipelines.

For thermal insulation of reinforcement materials are used in the austenite class and provide rigidity, protection from erosion and corrosion, and increased strength.

## **II. Objective**

1. Practical determination of the values of the hydraulic resistance  $S_a$  of the valve and the coefficient of local resistance  $S_m$ , depending on the degree of openness of the reinforcement.

2. The construction of graphs of the functions  $S_m = f(P)$  и  $S_a = \varphi(P)$ . The obtained graphs are compared with the graphs given in the literature.

Determination of the dependence of the change in water flow on the degree of openness of the armature and the absorption of the graph of the function  $V = f(P)$ .

## **III. Description of the installation.**

Schematic diagram of the installation is shown in Fig. The working body is water. The water, passing through the tank - meter is fed to the test fixture A.

The pressure drop in the test fixture is measured by the manometers  $D_2$  and  $D_3$ . The pressure drop in the system is shown by the manometer  $D_1$ .

## **IV. The order of work.**

1. The system is filled with water.
2. The number of valve turns from "open" to "closed" position is checked.
3. The two valves must be closed.

4. Manometers are connected to the network and their zero state is checked.

5. During test 3, the valve closes quietly after setting a certain mode. The test is recommended to be carried out 8-10 times, for example the degree of opening of the valve 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 3, 4, 6, as well as when the valve is fully opened. Then the test is carried out in the reverse order, while the readings of the manometers are recorded and recorded in columns 4,5,7,8,11,12.

#### IV. Processing the results

1. Pressure loss in the valve «A»,  $h_m$  is determined by the following braze:

According to the pressure gauge  $D_2$ , the value is determined:

$$\Delta P_2 = h_1 + h_m = H_2 \gamma_{\text{water}}$$

but according to the manometer  $D_3$ ,

$$\Delta P_3 = \alpha h_1 + h_m = H_3 \gamma_{\text{water}}$$

If these equations are jointly solved, we get:

$$h_m = \frac{(H_3 - \alpha H_2) \gamma_c}{1 - \alpha}$$

where:  $H_3$  and  $H_2$  –  $D_3$  and  $D_2$  average value of indicators of manometers mm. of water.

$\gamma_{\text{sys}}$  - specific weight of water at a temperature of 12÷16°C;

$H_1$  - loss of pressure in the pipe on a section of length  $L$ ;  $\alpha = \frac{l}{L}$ ,

the values of  $l$  and  $L$  are taken from the installation diagram.

2. The calculated values of  $h_m$  are entered in column 10 of the calculation table.

3. Water flow  $G_{\text{water}}$  is determined by the tank-meter and recorded in the column 18.

4. The value of  $S_m$  is determined from the following expression:

$$h_m = S \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma_c$$

where,

$$S_m = \frac{2gh_m}{\gamma_c \cdot w^2}$$

where: h - loss of pressure at local resistance, Pa or mm of water.

$\omega$  - fluid velocity,  $\frac{m}{sec}$ .

g - acceleration of fall,  $\frac{m}{sec^2}$ ,

$\gamma_{water}$  - is the specific weight of water,  $\frac{kg}{m}$

According to the equation of continuity of the flow, we express the velocity through the flow of water:

$$\omega = \frac{4G}{3600 \cdot \gamma_c \cdot Pd^2}$$

d = 26.4 mm - diameter of the test fixture,

G - water flow,  $\frac{kg}{h}$

$d_p$  - pipe diameter m,

5. Substituting  $g = 9.81 \frac{m}{sec^2}$ , we obtain the expression for the local resistance of the reinforcement:

$$S_l = \frac{1,565 \cdot 10^8 \cdot h_l \cdot d^4 \cdot \gamma_c}{G^2}$$

The values of S m defined above are written in column 20.

6. The hydraulic resistance of the reinforcement  $S_a$  is determined from:

$$S_a = \frac{h_m}{V^2}$$

Where  $V$  is the volume flow of water,  $\frac{m^3}{h}$

Installation resistance:

$$S_{\text{inst}} = \frac{h_e}{V^2}$$

7. For certain values, we determine the dependence of water consumption on the degree of openness of the reinforcement by the formula:

$$V' = \frac{\bar{V}}{V} \sqrt{\frac{S_k/S_a^1 + 1}{S_k/S_a^1 + S_k/S_a^1}}$$

where  $V'$ ,  $S_{\text{inst}}$  water flow and installation resistance when the valve is fully opened.

$S_a^1$  - resistance of the valve with full opening of the valve,

$S_a$  - resistance of the valve when the valve is not fully opened

Specific values of  $h_{\text{inst}}$ ,  $V'$  и  $V$  are written in columns 17, 19 and 32 and build the following graphs:

A) the dependence of the resistance coefficient  $S_m$  on the degree of openness of the reinforcement;

B) the dependence of the coefficient of resistance  $S_a$  on the degree of openness of the reinforcement;

V) the dependence of the water discharge  $V$  on the degree of openness of the reinforcement.

**V. The report on the work consists of:**

1. Brief description of the work.
2. Schematic diagram of the installation.
3. Test table.
4. Processing the results of the experiment.

**VI. Control questions:**

1. What determines the hydraulic resistance?
2. What concerns local resistance?
3. What determines the hydraulic resistance of the reinforcement?

4. What parameters determine the hydraulic resistance of the valve?

Table -7.1.

Degree of openness, %		$H_1$ mm.HG			$H_2$ mm.HG			Average	$H_p$ mm.HG			$H_p$ mm.HG			$h_{\Sigma}$ , kg/m <sup>2</sup>	G, kg/h	$V=G/\gamma_{\text{water}}/h$	$S_{\Sigma}$	$S_{\Sigma} = h_{\Sigma} V^2$	$V''$ , m <sup>3</sup> /h
		An experience			average	An experience			An experience											
		number	I	II		I	II		average	I	II	average								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	20	21

## 8- LABORATORY WORK

### CALCULATION OF THE II-SHAPED COMPENSATOR

**The purpose of the work:** the purpose of the work is to familiarize with the method of calculating the U-shaped compensator.

**Support words:** heat, heat supply, heat network, settlement area, compensator, heat loss, insulation of pipelines.

**To carry out laboratory work it is necessary to study the following literature:**

1. Heat meters, steam meters, water meters, heat quantity calculators, coolant for commercial accounting. Issue - 3. M., MEI - 2001.

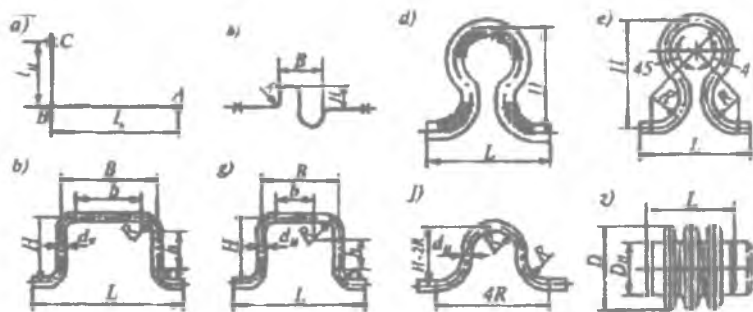
2. Operating rules and safety rules for the operation of heat-consuming installations and consumers' heat networks. - M., Energoservice - 2001.

3. www.ziyonet.uz

**Duration of work - 2 hours.**

### **I. Information**

To prevent the displacement of heat pipes when applying heat, fixed supports are used. However, in the absence of consumers of heat between the fixed supports, the heat pipe experiences large stresses leading to their deformation. Various devices are used to compensate for heat lines or prevent their deformation. (Fig. 8.1). according to the principle of operation, they are divided into two groups: 1) radial or bending devices, i.e. thermal lengthening of pipes is compensated by bending or deflection; 2) axial annular or elastic devices, i.e. thermal extensions are offset by telescopic displacement.



**Fig.8.1 . Types of compensation installations:**

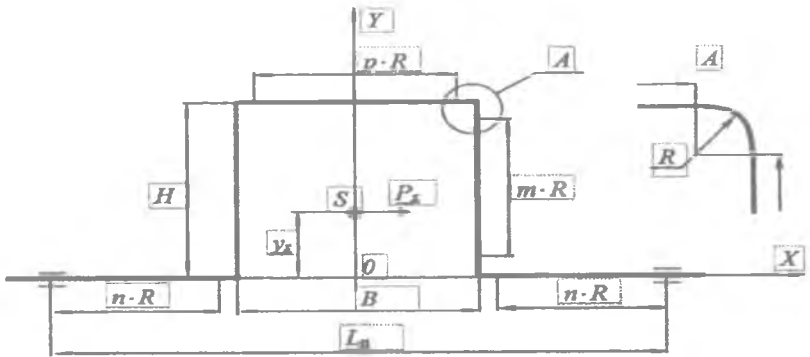
a — natural compensation; b-S-shaped compensator; v-extension P - shaped compensator; g-like equilateral compensator ( $v = h$ ); d— flexible lyre-shaped compensator; e-like him gently bending; j-w- shaped compensator; z-lens compensator.

Tasks:

1. Measure the specified compensator (metering probe (Fig.8.2)).

2. To draw the wiring diagram of the compensator.
3. Make conclusions, issue a report.

**Initial data**



**Fig. 8.2. The compensator circuit**

**Basic parameters of the U-shaped compensator**

- Outer diameter of the pipeline  $D_H$  m;
- compensator outreach  $H$ , m;
- modulus of normal elasticity  $E$ , Pa;
- width of the compensator  $B$ , m;
- wall thickness of the pipeline  $S$ , m;
- coolant temperature  $t$ , °C;
- angle of the branch sector  $a$ , deg;
- distance between fixed supports  $L_n$ , m;
- allowable bending stress  $a_k$ , Pa.

**Method for calculating the II-shaped compensator**

1. Determine the bending radius  $R$ , m,

$$R = 1,5D_H$$

2. The coefficients  $m$ ,  $n$ ,  $p$



$$m = \frac{H - 2R}{R}$$

$$n = \frac{L_{\text{н}} - 2R - B}{2R}$$

$$p = \frac{B - 2R}{R}$$

3. The radius of the cross-section of the pipe (in the middle of the wall thickness)

$$r_{\text{cp}} = \frac{D_{\text{н}} - \delta}{2}$$

4. The parameter h

$$h = \frac{(1 + \epsilon t g \alpha) \delta}{r_{\text{cp}}}$$

5. According to the theory of Karman, the bending stress under the action of bending moments of equal magnitude in the bent pipes is several times larger than in straight sections, so a correction coefficient  $m_g$ , depending on the parameter h, is introduced into the calculation. For welded taps

$$m_1 = \frac{0,9}{h^{0,67}}$$

6. Calculate the coefficient of the pocket for welds

$$k = \frac{h^{5/6}}{1,52}$$

7. Determine the internal diameter of the pipeline

$$D_B = D_E - 2\delta$$

8. Compensating ability of the U-shaped compensator is calculated

$$\Delta l_k = L_n \epsilon 10^{-5}$$

9. The specified length of the compensator axis

$$L_{sp} = (2n + 2m + p + (6.28/k))R$$

10. The coordinates of the elastic center are found. Since the U-shaped compensator is symmetric, the elastic center (point S in the figure) lies on the Y axis, that is,  $x_c = 0$  m, and  $y_s$  is calculated from the formula

$$y_s = \left[ \frac{6.28}{k} + \frac{3.14}{k} m + m^2 + 2m + p(m + 2) \right] \frac{R^2}{L_{sp}}$$

11. The moment of inertia of the elastic line of the axis of the compensator relative to the axis  $x_c$

$$J_{xs} = \left[ \frac{9,42}{k} + \frac{10,28m}{k} + \frac{3,14m^2}{k} + 0,67m^3 + \right. \\ \left. - 2m^2 + 2m + p(m + 2) \right] R^3 - L_{sp} y_s^2$$

12. The moment of inertia of the pipeline cross-section is calculated

$$j = \frac{\pi(D_E^4 - D_B^4)}{64}$$

12. The force of the elastic restraint of the compensator

$$P_x = \frac{\Delta l E j}{J_{xs}}$$

13. The moment of resistance of the pipeline is determined

$$W = \frac{\pi(D_{\text{в}}^4 - D_{\text{г}}^4)}{32D_{\text{к}}}$$

14. The maximum bending moment acting in the upper part of the compensator (on the straight segment at the point where the bend starts) is calculated,

$$M_{\text{max}} = P_x (H - y_s)$$

16. The bending stress is located on the curved sections of the expansion joints

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}} m_1}{W}$$

The resulting bending stress  $\sigma$  is compared with the calculated stress  $\sigma_k$ .

The condition

$$\sigma_k \geq \sigma$$

Based on the results of the calculations, make a summary table with the parameters of the U-shaped compensator. Conduct an analysis of the results, draw conclusions, drawing a report.

**The report on the work consists of:**

1. Brief description of the work.
2. Schematic diagram of the installation.
3. Processing the results of the experiment.

## Turli harorat shkalalari orasidagi nisbat

Shkalalar ning nomi	Selsiy shkalasi, t, °C	Renkin shkalasi, T, °Ra	Farangeyt shkalasi, t, °φ	Reomyur shkalasi, t, °R
Selsiy shkalasi, °C	-	$\frac{5}{9}T^{\circ}Ra - 273,15$	$\frac{t^{\circ}\varphi - 32}{1,8}$	1,25t°R
Renkin shkalasi, °Ra	1,8(t°C++273, 15)	-	t°φ+459,6 7	1,8(1,25t°R+ +273,15)
Farangeyt shkalasi °φ	1,8t°C+32	t°Ra-459,67	-	$\frac{9}{4}t^{\circ}R$
Reomyur shkalasi, °R	0,8t°C	$0,8(\frac{5}{9}T^{\circ}Ra - -273,15)$	$\frac{4}{9}(t^{\circ}\varphi - 32)$	-

## Приложение-1

Зависимости между показателями температур на  
различных шкалах измерения

Наименова ние шкалы	Шкала Цельсия, t, °C	Шкала Ренкина, T, °Ra	Шкала Фарангей та, t, °φ	Шкала Ремюра, t, °R
Шкала Цельсия, °C	-	$\frac{5}{9}T^{\circ}Ra - 273,15$	$\frac{t^{\circ}\varphi - 32}{1,8}$	1,25t°R
Шкала Ренкина, °Ra	1,8(t°C++27 3,15)	-	t°φ+459,6 7	1,8(1,25t°R + +273,15)
Шкала Фарангейта °φ	1,8t°C+32	t°Ra- 459,67	-	$\frac{9}{4}t^{\circ}R$
Шкала Ремюра, °R	0,8t°C	$0,8(\frac{5}{9}T^{\circ}Ra - -273,15)$	$\frac{4}{9}(t^{\circ}\varphi - 32)$	-

## 1- application

### Dependences between temperature indicators on different measurement scales

Scale name	Celsius, $t, ^\circ\text{C}$	The Rankine scale, $T, ^\circ\text{Ra}$	The Farangate Scale $t, ^\circ\varphi$	The scale of Remur, $t, ^\circ\text{R}$
Celsius, $^\circ\text{C}$	-	$\frac{1}{9}T^{\circ\text{Ra}} - 273,15$	$\frac{t^{\circ\varphi} - 32}{1,8}$	$1,25t^{\circ\text{R}}$
The Rankine scale, $^\circ\text{Ra}$	$1,8(t^{\circ\text{C}} + 273,15)$	-	$t^{\circ\varphi} + 459,67$	$1,8(1,25t^{\circ\text{R}} + 273,15)$
The Farangate Scale $^\circ\varphi$	$1,8t^{\circ\text{C}} + 32$	$t^{\circ\text{Ra}} - 459,67$	-	$\frac{9}{4}t^{\circ\text{R}}$
The scale of Remur, $^\circ\text{R}$	$0,8t^{\circ\text{C}}$	$0,8(\frac{5}{9}T^{\circ\text{Ra}} - 273,15)$	$\frac{4}{9}(t^{\circ\varphi} - 32)$	-

## 2-ilova

### Suvning fizik parametri

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \frac{\text{Wt}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$	$\nu, \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	$\text{Pr}$
0	0,584	$17,89 \cdot 10^{-7}$	13,47
20	0,595	$10,06 \cdot 10^{-7}$	7,03
40	0,622	$6,59 \cdot 10^{-7}$	4,35
60	0,649	$4,78 \cdot 10^{-7}$	3,02
80	0,666	$3,65 \cdot 10^{-7}$	2,225
100	0,684	$2,95 \cdot 10^{-7}$	1,748
120	0,685	$2,52 \cdot 10^{-7}$	1,472

## Физические параметры воды

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{C}}$	$\nu, \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$	$P_r$
0	0,584	$17,89 \cdot 10^{-7}$	13,47
20	0,595	$10,06 \cdot 10^{-7}$	7,03
40	0,622	$6,59 \cdot 10^{-7}$	4,35
60	0,649	$4,78 \cdot 10^{-7}$	3,02
80	0,666	$3,65 \cdot 10^{-7}$	2,225
100	0,684	$2,95 \cdot 10^{-7}$	1,748
120	0,685	$2,52 \cdot 10^{-7}$	1,472

## 2- application

## Physical parameters of water

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$	$\nu, \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	$P_r$
0	0,584	$17,89 \cdot 10^{-7}$	13,47
20	0,595	$10,06 \cdot 10^{-7}$	7,03
40	0,622	$6,59 \cdot 10^{-7}$	4,35
60	0,649	$4,78 \cdot 10^{-7}$	3,02
80	0,666	$3,65 \cdot 10^{-7}$	2,225
100	0,684	$2,95 \cdot 10^{-7}$	1,748
120	0,685	$2,52 \cdot 10^{-7}$	1,472

### Turli kaloriyaga asoslangan issiqlik birliklarni MKGSS va SI tizimlar orasidagi bog'lanishlar

Miqdor	Bog'lanishlar	
	MKGSS birliklari va SI tizimining birliklar a'ro	SI tizimining birliklari va MKGSS birliklar a'ro
Bosim	1 kgc/sm <sup>2</sup> = 735,61 mm.sim.ust = 1 tex.atm = 0,981 bar = 98066,5 Pa = 0,1 MPa (10 mm.suv.ust)	1 N/m <sup>2</sup> = 1 Pa = 1,02·10 <sup>-5</sup> tex.atm = 10 <sup>-5</sup> bar = 7,5 mm.sim.ust = 0,102 mm.suv.ust
Ish va energiya	1 kgcm = 9,81 Dj 1 kVtsoat = 3,61 x 10 <sup>6</sup> Dj 1 kkal = 4,187 x 10 <sup>3</sup> Dj	1 Dj = 1 NM = 0,102 kgkc = 2,78 x 10 <sup>-7</sup> kVtsoat = 2,39 x 10 <sup>-4</sup> kkal
Quvvat	1 kgk/c = 9,81 Vt 1 kkal/c = 4,19 x 10 <sup>3</sup> Vt	1 Vt = Dj/s = 0,102 kgkm/s = 0,86 kkal/soat 1 MVt = 0,86 Gkal/soat
Issiqlik miqdori	1 kal = 4,19 Dj 1 kVtsoat = 3,6 x 10 <sup>6</sup> Dj 1 Gkal/soat = 1,163 MVt	1 Dj = 0,239 kal = 239 x 10 <sup>-4</sup> kkal 1 kVt = 860 kkal
Solishtirma issiqlik sig'imi	1 kkal/(kr°C) = 4190 Dj/(kg°C)	1 Dj/(kg°C) = 0,239 x 10 <sup>-3</sup> kkal/(kg°C)
Issiqlik oqimi	1 kal/s = 4,187 Vt 1 kkal/soat = 1,163 Vt	1 Vt = 0,239 kal/c = 0,86 kkal/soat
Issiqlik berish, uzatish koefitsientlari	1 kal/(sm <sup>2</sup> s°C) = 4190 Vt/(m <sup>2</sup> °C) 1 kkal/(m <sup>2</sup> soat°C) = 1,163 Vt/(m <sup>2</sup> °C)	1 Vt/(m <sup>2</sup> °C) = 0,239 x 10 <sup>-4</sup> kkal/(m <sup>2</sup> s°C) = 0,86 kkal/(m <sup>2</sup> soat°C)
Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti	1 kal/(scm°C) = 418,7 Vt/(m <sup>2</sup> °C); 1 kkal/(soat m°C) = 1,163 Vt/(m°C)	1 Vt/(m°C) = 0,239·10 <sup>-2</sup> kal/(ccm°C) = 0,86 kal/(soat m°C)
Yoqilg' yonish issiqligi	1 kkal/kg = 4,187 kDj/kg	1 Dj/kg = 0,239 x 10 <sup>-3</sup> kkal/kg
Shartli yoqilg'ining solishtirma sarfi	1 kg/kkal = 4,187 kg/kGj 1 kg/(kVtsoat) = 277,8 g/MDj	1 kg/kDj = 0,239 kg/kkal 1 g/MDj = 0,36 g/(kVtsoat)

Соотношение между тепловыми единицами, основанными на калории, единицами системы МКГСС и единицами системы СИ

Величина	Соотношение между	
	единицами системы МКГСС и системой СИ	единицами системы СИ и системой МКГСС
Давление	1 кгс/см <sup>2</sup> = 735,6 мм рт. ст. = 1 атм. техн. = 0,981 бар = 98066,5 Па = 0,1 МПа (10 м вод. ст.)	1 Н/м <sup>2</sup> = 1 Па = 1,02·10 <sup>-5</sup> атм. техн. = 10 <sup>-5</sup> бар = 7,5 мм рт. ст. = 0,102 мм вод. ст.
Работа и энергия	1 кгсм = 9,81 Дж 1 кВтч = 3,61 × 10 <sup>6</sup> Дж 1 ккал = 4,187 × 10 <sup>3</sup> Дж	1 Дж = 1 Нм = 0,102 кгсм = 2,78 × 10 <sup>-7</sup> кВтч = 2,39 × 10 <sup>-4</sup> ккал
Мощность	1 кгсм/с = 9,81 Вт 1 ккал/с = 4,19 × 10 <sup>3</sup> Вт	1 Вт = Дж/с = 0,102 кгсм/с = 0,86 ккал/ч 1 МВт = 0,86 Гкал/ч
Количество теплоты	1 кал = 4,19 Дж 1 кВтч = 3,6 × 10 <sup>6</sup> Дж 1 Гкал/ч = 1,163 МВт	1 Дж = 0,239 кал = 239 × 10 <sup>-4</sup> ккал 1 кВт = 860 ккал
Удельная теплоемкость	1 ккал/(кг°С) = 4190 Дж/(кг°С)	1 Дж/(кг°С) = 0,239 × 10 <sup>-3</sup> ккал/(кг°С)
Тепловой поток	1 кал/с = 4,187 Вт 1 ккал/ч = 1,163 Вт	1 Вт = 0,239 кал/с = 0,86 ккал/ч
Коэффициент теплоотдачи, теплопередачи	1 кал/(см <sup>2</sup> с°С) = 41900 Вт/(м <sup>2</sup> °С) 1 ккал/(м <sup>2</sup> ч°С) = 1,163 Вт/(м <sup>2</sup> °С)	1 Вт/(м <sup>2</sup> °С) = 0,239 × 10 <sup>-4</sup> ккал/(см <sup>2</sup> с°С) = 0,86 ккал/(м <sup>2</sup> ч°С)
Коэффициент Теплопроводности	1 кал/(ссм°С) = 418,7 Вт/(м°С); 1 ккал/(чм°С) = 1,163 Вт/(м°С)	1 Вт/(м°С) = 0,239·10 <sup>-2</sup> кал/(ссм°С) = 0,86 кал/(чм°С)
Теплота сгорания топлива	1 ккал/кг = 4,187 кДж/кг	1 Дж/кг = 0,239 × 10 <sup>-3</sup> ккал/кг
Удельный расход условного топлива	1 кг/ккал = 4,187 кг/кДж 1 кг/(кВтч) = 277,8 г/МДж	1 кг/кДж = 0,239 кг/ккал 1 г/МДж = 0,36 г/(кВтч)



**The relationship between thermal units based on calories,  
ICGSS system units and SI units**

Value	The relationship between	
	units of the ICGSS system and the SI system	units of the SI system and the ICSSC system
Pressure	$1 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ $= 735.6 \text{ mm Hg. Art.}$ $= 1 \text{ atm. tech.} = 0.981 \text{ bar}$ $= 98066.5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa}$ $(10 \text{ mm of water. Art})$	$1 \text{ N} / \text{m}^2 = 1 \text{ Pa} =$ $= 1.02 \cdot 10^{-5} \text{ atm. tech.} =$ $= 10^{-5} \text{ bar}$ $= 7.5 \text{ mm Hg. st}$ $= 0,102 \text{ mm of water. Art.}$
Work and energy	$1 \text{ kgcm} = 9.81 \text{ J}$	$1 \text{ kWh} = 3.61 \times 10^6 \text{ J}$
Power	$1 \text{ kcal} = 4.187 \times 10^3 \text{ J}$	$1 \text{ Nm} = 0.102 \text{ kgcm}$ $= 2.78 \times 10^{-7} \text{ kWh} =$ $= 2.39 \times 10^{-4} \text{ kcal}$
Quantity of heat	$1 \text{ kcal} / \text{s} = 9.81 \text{ W}$ $= 4.19 \times 10^3 \text{ W}$	$1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ $1 \text{ Gcal} / \text{h} = 1.163 \text{ MW}$
Specific heat	$1 \text{ kcal} / (\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}) = 4190 \text{ J} / (\text{kg} \cdot ^\circ \text{C})$	$1 \text{ J} = 0.239 \text{ cal} = 239 \times 10^{-4} \text{ kcal}$ $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal}$
Heat flow	$1 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}) = 4190 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$ $= 1.163 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$	$1 \text{ W} = 0.239 \text{ cal} / \text{s} = 0.86 \text{ kcal} / \text{h}$
Coefficient of heat transfer, heat transfer	$1 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}) = 4190 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$ $= 1.163 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$	$1 \text{ J} / (\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}) = 0.239 \times 10^{-3} \text{ kcal} / (\text{kg} \cdot ^\circ \text{C})$
Coefficient of thermal conductivity	$1 \text{ kcal} / (\text{cm} \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}) = 418.7 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$ $= 1.163 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$	$1 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot ^\circ \text{C}) = 0.239 \times 10^{-4} \text{ kcal} / (\text{cm}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C}) = 0.86 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ \text{C})$ $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot ^\circ \text{C}) = 0.239 \cdot 10^{-2} \text{ cal} / (\text{cm} \cdot ^\circ \text{C}) = 0.86 \text{ cal} / (\text{hm} \cdot ^\circ \text{C})$
Heat of combustion of fuel	$1 \text{ kcal} / \text{kg} = 4,187 \text{ kJ} / \text{kg}$	$1 \text{ Дж} / \text{кг} = 0,239 \times 10^{-3} \text{ ккал} / \text{кг}$
Specific consumption of reference fuel	$1 \text{ kg} / \text{kcal} = 4,187 \text{ kg} / \text{kJ}$ $1 \text{ kg} / (\text{kWh}) = 277.8 \text{ g} / \text{MJ}$	$1 \text{ kg} / \text{kJ} = 0.239 \text{ kg} / \text{kcal}$ $1 \text{ g} / \text{MJ} = 0.36 \text{ g} / (\text{kWh})$

**Yer to'la va binolarning texnikaviy yer to'lalarda  
joylashgan izolyatsiyalangan issiqlik quvurlarning issiqlik  
berilishi.**

**(izolyatsiyaning samaradorlik koeffitsiyenti 0,75 bo'lgan holda)**

t <sup>o</sup> , °C	Shartli o'tish diametris, mm bog'lik holdagi izolyatsiyalangan 1 m issiqlik quvurlarning issiqlik berilishi Vt/m (kxal/soat m)											
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
50	13	16	20	24	27	33	40	45	53	65	76	105
	11,2	13,8	17,2	20,6	23,2	28,4	34,4	38,7	45,6	55,9	65,4	90,3
55	15	18	22	27	30	36	45	51	60	73	86	118
	12,9	15,5	18,9	23,2	25,8	31,0	38,7	43,9	51,6	62,8	74,0	101,5
60	16	20	24	30	34	41	50	57	67	88	96	132
	13,8	17,2	20,6	25,8	29,2	35,3	43,0	49,0	57,6	75,7	82,6	113,5
65	18	22	27	34	37	45	55	63	75	91	106	146
	15,5	18,9	23,2	29,2	31,8	38,7	47,3	54,2	64,6	78,3	91,2	125,6
70	20	24	30	36	41	50	60	69	83	100	116	160
	17,2	20,6	25,8	31,0	35,3	43,0	51,6	59,3	71,4	86,0	99,8	137,6
75	22	27	33	40	44	55	65	75	90	109	127	175
	18,9	23,2	28,4	34,4	37,8	47,3	55,9	64,5	77,4	93,7	109,2	150,5
80	24	29	35	43	48	59	71	81	98	119	137	189
	20,6	24,9	30,1	37,0	41,3	50,7	70,1	69,7	84,3	102,3	117,8	162,5
85	26	31	38	47	52	63	77	88	106	128	148	204
	22,4	26,7	32,7	40,4	44,7	54,2	66,2	75,7	91,2	110,1	127,3	175,4
90	28	34	41	50	56	67	83	95	113	137	159	219
	24,1	29,2	35,3	43,0	48,2	57,6	71,4	81,7	97,2	117,8	136,7	188,3
95	30	36	44	53	60	72	89	101	121	147	170	234
	25,8	31,0	37,8	45,6	51,6	61,9	76,5	86,9	104,1	126,4	146,2	201,2
100	32	38	47	57	64	77	95	108	129	156	181	250
	27,5	32,7	40,4	49,0	55,0	66,2	81,7	92,9	110,9	134,2	155,7	215,0

Теплоотдача изолированных теплопроводов в  
подвалах и технических подпольях зданий (при  
коэффициенте эффективности изоляции 0,75)

t' - t <sub>o</sub> , °C	Теплоотдача 1 м изолированной трубы, Вт/м (ккал/ч м), при диаметре условного прохода, мм											
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
50	13	16	20	24	27	33	40	45	53	65	76	105
	11,2	13,8	17,2	20,6	23,2	28,4	34,4	38,7	45,6	55,9	65,4	90,3
55	15	18	22	27	30	36	45	51	60	73	86	118
	12,9	15,5	18,9	23,2	25,8	31,0	38,7	43,9	51,6	62,8	74,0	101,5
60	16	20	24	30	34	41	50	57	67	88	96	132
	13,8	17,2	20,6	25,8	29,2	35,3	43,0	49,0	57,6	75,7	82,6	113,5
65	18	22	27	34	37	45	55	63	75	91	106	146
	15,5	18,9	23,2	29,2	31,8	38,7	47,3	54,2	64,6	78,3	91,2	125,6
70	20	24	30	36	41	50	60	69	83	100	116	160
	17,2	20,6	25,8	31,0	35,3	43,0	51,6	59,3	71,4	86,0	99,8	137,6
75	22	27	33	40	44	55	65	75	90	109	127	175
	18,9	23,2	28,4	34,4	37,8	47,3	55,9	64,5	77,4	93,7	109,2	150,5
80	24	29	35	43	48	59	71	81	98	119	137	189
	20,6	24,9	30,1	37,0	41,3	50,7	70,1	69,7	84,3	102,3	117,8	162,5
85	26	31	38	47	52	63	77	88	106	128	148	204
	22,4	26,7	32,7	40,4	44,7	54,2	66,2	75,7	91,2	110,1	127,3	175,4
90	28	34	41	50	56	67	83	95	113	137	159	219
	24,1	29,2	35,3	43,0	48,2	57,6	71,4	81,7	97,2	117,8	136,7	188,3
95	30	36	44	53	60	72	89	101	121	147	170	234
	25,8	31,0	37,8	45,6	51,6	61,9	76,5	86,9	104,1	126,4	146,2	201,2
100	32	38	47	57	64	77	95	108	129	156	181	250
	27,5	32,7	40,4	49,0	55,0	66,2	81,7	92,9	110,9	134,2	155,7	215,0

**Heat transfer of isolated heat pipes in cellars and technical underground buildings (at an insulation efficiency factor of 0.75)**

$t' - t_0$ , °C	Heat transfer 1 m of insulated pipe, W / m (kcal / h m), with a diameter conditional pass, mm											
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
50	13	16	20	24	27	33	40	45	53	65	76	105
	11,2	13,8	17,2	20,6	23,2	28,4	34,4	38,7	45,6	55,9	65,4	90,3
55	15	18	22	27	30	36	45	51	60	73	86	118
	12,9	15,5	18,9	23,2	25,8	31,0	38,7	43,9	51,6	62,8	74,0	101,5
60	16	20	24	30	34	41	50	57	67	88	96	132
	13,8	17,2	20,6	25,8	29,2	35,3	43,0	49,0	57,6	75,7	82,6	113,5
65	18	22	27	34	37	45	55	63	75	91	106	146
	15,5	18,9	23,2	29,2	31,8	38,7	47,3	54,2	64,6	78,3	91,2	125,6
70	20	24	30	36	41	50	60	69	83	100	116	160
	17,2	20,6	25,8	31,0	35,3	43,0	51,6	59,3	71,4	86,0	99,8	137,6
75	22	27	33	40	44	55	65	75	90	109	127	175
	18,9	23,2	28,4	34,4	37,8	47,3	55,9	64,5	77,4	93,7	109,2	150,5
80	24	29	35	43	48	59	71	81	98	119	137	189
	20,6	24,9	30,1	37,0	41,3	50,7	70,1	69,7	84,3	102,3	117,8	162,5
85	26	31	38	47	52	63	77	88	106	128	148	204
	22,4	26,7	32,7	40,4	44,7	54,2	66,2	75,7	91,2	110,1	127,3	175,4
90	28	34	41	50	56	67	83	95	113	137	159	219
	24,1	29,2	35,3	43,0	48,2	57,6	71,4	81,7	97,2	117,8	136,7	188,3
95	30	36	44	53	60	72	89	101	121	147	170	234
	25,8	31,0	37,8	45,6	51,6	61,9	76,5	86,9	104,1	126,4	146,2	201,2
100	32	38	47	57	64	77	95	108	129	156	181	250
	27,5	32,7	40,4	49,0	55,0	66,2	81,7	92,9	110,9	134,2	155,7	215,0

## Turli hil binolarda ichki havoning o'rtacha harorati.

Bino nomi	Ichki havoning o'rtacha harorati $t_{ich}$ , °C
Mehmonxonalar, yotoqxonalar, ma'muriy binolar.	18 – 20
Bolalar bog'chasi, shifoxonalar, dispanserlar,	20
Oily va o'rta maxsus muasasalar, umumta'lim maktablar, maktab- internatlar, tajriba xonalari, umumiy oziq-ovqat korxonalari, klub va madaniyat markazlari.	16
Teatrlar, magazinlar, kir juvish korxonalar, yong'inga qarshi depolar.	15
Kinoteatrlar	14
Garajlar	10

## Приложение 5

## Средняя температура внутреннего воздуха для зданий различного назначения

Название здания	Средняя температура внутреннего воздуха $t_{вн}$ , °C
Гостиницы, общежития, административные здания	18 – 20
Детские сады, ясли, поликлиники, амбулатории, больницы	20
Высшие и средние специальные заведения, общеобразовательные школы, школы-интернаты, лаборатории, предприятия общественного питания, клубы, дома культуры	16
Театры, магазины, пожарные депо, прачечные	15
Кинотеатры	14
Гаражи	10

## 5- application

### Average temperature of indoor air for buildings of various purposes

Building name	Average temperature of indoor air $t_{in}$ , °C
Hotels, dormitories, office buildings	18 – 20
Kindergartens, nurseries, polyclinics, dispensaries, dispensaries, hospitals	20
Higher and secondary special institutions, general education schools, boarding schools, laboratories, public catering establishments, clubs, cultural centers	16
Theaters, shops, fire stations, laundry	15
Cinemas	14
Garages	10

## 6- ilova

### Bino qurilishi joyini hisobga oluvch, $a$ koeffitsienti

$t_o$ , °C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
$a$	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	1,0	0,95	0,90	0,85	0,82	0,80

## Приложение 6

### Поправочный коэффициент $a$ , учитывающий район строительства здания

$t_o$ , °C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
$a$	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	1,0	0,95	0,90	0,85	0,82	0,80

## 6- application

### Correction factor $a$ , taking into account the area of construction of the building

$t_o$ , °C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55
$a$	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	1,0	0,95	0,90	0,85	0,82	0,80

## Turar joy binolarining solishtirma isitish xarakteristikasi

Tashqi qurilish hajmi V, m <sup>3</sup>	Solishtirma isitish xarakteristikasi q <sub>0</sub> , kkal/(soat*m <sup>3</sup> *°C)		Tashqi qurilish hajmi V, m <sup>3</sup>	Solishtirma isitish xarakteristikasi q <sub>0</sub> , kkal/(soat*m <sup>3</sup> *°C)	
	1958 y. gacha qurilgan	1958 y. dan so'ng qurilgan		1958 y. gacha qurilgan	1958 y. dan so'ng qurilgan
1	2	3	4	5	6
100	0,74	0,92	4000	0,40	0,47
200	0,66	0,82	4500	0,39	0,45
300	0,62	0,78	5000	0,38	0,45
400	0,60	0,74	6000	0,37	0,43
500	0,58	0,71	7000	0,36	0,42
600	0,56	0,69	8000	0,35	0,41
700	0,54	0,68	9000	0,34	0,40
800	0,53	0,67	10000	0,33	0,39
900	0,52	0,66	11000	0,32	0,38
1000	0,5	0,65	12000	0,31	0,38
1100	0,50	0,62	13000	0,30	0,37
1200	0,49	0,60	14000	0,30	0,37
1300	0,49	0,59	15000	0,29	0,37
1400	0,47	0,58	20000	0,28	0,37
1500	0,47	0,57	25000	0,28	0,37
1700	0,46	0,55	30000	0,28	0,36
2000	0,45	0,53	35000	0,28	0,35
2500	0,44	0,52	40000	0,27	0,35
3000	0,43	0,50	45000	0,27	0,34
3500	0,42	0,48	50000	0,26	0,34

## Удельная отопительная характеристика жилых зданий

Наружный строительный объем $V$ , м <sup>3</sup>	Удельная отопительная характеристика $q_0$ , ккал/(чм <sup>3</sup> °С)		Наружный строительный объем $V$ , м <sup>3</sup>	Удельная отопительная характеристика $q_0$ , ккал/(чм <sup>3</sup> °С)	
	Постройка до 1958 г.	Постройка после 1958 г.		Постройка до 1958 г.	Постройка после 1958 г.
1	2	3	4	5	6
100	0,74	0,92	4000	0,40	0,47
200	0,66	0,82	4500	0,39	0,45
300	0,62	0,78	5000	0,38	0,45
400	0,60	0,74	6000	0,37	0,43
500	0,58	0,71	7000	0,36	0,42
600	0,56	0,69	8000	0,35	0,41
700	0,54	0,68	9000	0,34	0,40
800	0,53	0,67	10000	0,33	0,39
900	0,52	0,66	11000	0,32	0,38
1000	0,5	0,65	12000	0,31	0,38
1100	0,50	0,62	13000	0,30	0,37
1200	0,49	0,60	14000	0,30	0,37
1300	0,49	0,59	15000	0,29	0,37
1400	0,47	0,58	20000	0,28	0,37
1500	0,47	0,57	25000	0,28	0,37
1700	0,46	0,55	30000	0,28	0,36
2000	0,45	0,53	35000	0,28	0,35
2500	0,44	0,52	40000	0,27	0,35
3000	0,43	0,50	45000	0,27	0,34
3500	0,42	0,48	50000	0,26	0,34



## Specific heating characteristic of residential buildings

External building volume $V, m^3$	Specific heating characteristic $q_0, kcal/(hm^3\text{°C})$		Outdoor building volume $V, m^3$	Specific heating characteristic $q_0, kcal/(hm^3\text{°C})$	
	Construction up to 1958 year.	Construction after 1958.		Construction up to 1958.	Construction after 1958.
1	2	3	4	5	6
100	0,74	0,92	4000	0,40	0,47
200	0,66	0,82	4500	0,39	0,45
300	0,62	0,78	5000	0,38	0,45
400	0,60	0,74	6000	0,37	0,43
500	0,58	0,71	7000	0,36	0,42
600	0,56	0,69	8000	0,35	0,41
700	0,54	0,68	9000	0,34	0,40
800	0,53	0,67	10000	0,33	0,39
900	0,52	0,66	11000	0,32	0,38
1000	0,5	0,65	12000	0,31	0,38
1100	0,50	0,62	13000	0,30	0,37
1200	0,49	0,60	14000	0,30	0,37
1300	0,49	0,59	15000	0,29	0,37
1400	0,47	0,58	20000	0,28	0,37
1500	0,47	0,57	25000	0,28	0,37
1700	0,46	0,55	30000	0,28	0,36
2000	0,45	0,53	35000	0,28	0,35
2500	0,44	0,52	40000	0,27	0,35
3000	0,43	0,50	45000	0,27	0,34
3500	0,42	0,48	50000	0,26	0,34

**Jamoa binolarini isitish  $q_0$  va ventilyatsiyalashning  $q_v$  solishtirma issiqlik xarakteristikalarini.**

Bino nomi	Tashqi o'lchov bo'yicha binonig hajmi VH, ming. m <sup>3</sup>	Jamoa binolarning isitish bo'yicha solishtirma issiqlik xarakteristikalarini $t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$ $Vt/(m^3\text{ }^\circ\text{C})$ [kkal/(soatm <sup>3</sup> °C))	
		isitish uchun $q_0$	ventilyatsiyalash uchun $q_v$
Teatrlar	10 gacha	0,337 (0,29)	0,447 (0,41)
	I. - 15	0,314 (0,27)	0,465 (0,40)
	I. - 20	0,256 (0,22)	0,442 (0,38)
	I. - 30	0,233 (0,20)	0,419 (0,36)
	II. - 30	0,209 (0,18)	0,395 (0,34)
	30 dan oshiq		
Univermag,univer sam, magazinlar	5 gacha	0,442 (0,38)	0,093 (0,08)
	5,01 - 10	0,384 (0,33)	0,314 (0,27)
	10dan oshiq	0,361 (0,31)	
Maktablar	5 gacha	0,454 (0,39)	0,105 (0,09)
	5,01 - 10	0,407 (0,35)	0,093 (0,08)
	10 dan oshiq	0,384 (0,33)	0,08 (0,07)
Tajriba xonalari	5 gacha	0,430 (0,37)	1,163 (1,0)
	5,0 - 10	0,407 (0,35)	1,105 (0,95)
	Боле 10	0,384 (0,33)	1,047 (0,90)
Oily o'quv muassasalari, kollejlari	10 gacha	0,407 (0,35)	0,116 (0,10)
	10,01 - 15	0,384 (0,33)	0,093 (0,08)
	15,0 - 20	0,349 (0,30)	0,093 (0,08)
	20 dan oshiq	0,279 (0,24)	

Удельные тепловые характеристики для отопления  $q_0$  и вентиляции  $q_v$  для общественных зданий

Наименование Здания	Объем здания по наружному обмеру $VH$ , тыс. $m^3$	Удельная тепловая характеристика общественных зданий при $t_0 = -30$ °C Вт/( $m^3 \cdot ^\circ C$ ) [ккал/( $чm^3 \cdot ^\circ C$ )]	
		для отопления $q_0$	для вентиляции $q_v$
Театры	До 10	0,337 (0,29)	0,447 (0,41)
	2. - 15	0,314 (0,27)	0,465 (0,40)
	II. - 20	0,256 (0,22)	0,442 (0,38)
	III. - 30	0,233 (0,20)	0,419 (0,36)
	Более 30	0,209 (0,18)	0,395 (0,34)
Универмаги, универсамы, магазины	До 5	0,442 (0,38)	0,093 (0,08)
	5,01 - 10	0,384 (0,33)	0,314 (0,27)
	Более 10	0,361 (0,31)	
Школы	До 5	0,454 (0,39)	0,105 (0,09)
	5,01 - 10	0,407 (0,35)	0,093 (0,08)
	Более 10	0,384 (0,33)	0,08 (0,07)
Лабораторные корпуса	До 5	0,430 (0,37)	1,163 (1,0)
	5,0 – 10	0,407 (0,35)	1,105 (0,95)
	Более 10	) 0,384 (0,33)	1,047 (0,90)
Высшие учебные заведения, техникумы, колледжи	До 10	0,407 (0,35)	0,116 (0,10)
	10,01 - 15	0,384 (0,33)	0,093 (0,08)
	15,0 - 20	0,349 (0,30)	0,093 (0,08)
	Более 20	0,279 (0,24)	

**Specific thermal characteristics for heating  $q_0$   
and  $q_v$  ventilation for public buildings**

Name building	The volume of the building according to external measurement VH, thousand m <sup>3</sup>	Specific thermal characteristics of general buildings at $t_0 = -30^\circ \text{C}$ W / (m <sup>3</sup> °C) [kcal / (hm <sup>3</sup> °C)]	
		<i>for heating <math>q_0</math></i>	<i>for ventilation <math>q_v</math></i>
Theaters	Before 10	0,337 (0,29)	0,447 (0,41)
	3. - 15	0,314 (0,27)	0,465 (0,40)
	III. - 20	0,256 (0,22)	0,442 (0,38)
	IV. - 30 More 30	0,233 (0,20)	0,419 (0,36)
		0,209 (0,18)	0,395 (0,34)
Department Stores, Supermarkets, Shops	Before 5	0,442 (0,38)	0,093 (0,08)
	5,01 - 10 More 10	0,384 (0,33)	0,314 (0,27)
		0,361 (0,31)	
Schools	Before 5	0,454 (0,39)	0,105 (0,09)
	5,01 - 10 More 10	0,407 (0,35)	0,093 (0,08)
		0,384 (0,33)	0,08 (0,07)
Laboratory corpus	Before 5	0,430 (0,37)	1,163 (1,0)
	5,0 - 10	0,407 (0,35)	1,105 (0,95)
	More 10	0,384 (0,33)	1,047 (0,90)
Higher educational institutions, technical schools, colleges	Before 10	0,407 (0,35)	0,116 (0,10)
	10,01 - 15 15,0 - 20	0,384 (0,33)	0,093 (0,08)
		0,349 (0,30)	0,093 (0,08)
	More 20	0,279 (0,24)	

## ГЛОССАРИЙ

## IZOHLI LUG'AT

## GLOSSARIY

Анализ –	tahlil	Analysis
Аналогия –	o'xshashlik, muvofiqlik	Analogy
Аналогичный –	o'xshash, bir xil	Similar
Абонент –	obunachi	Subscriber
Амортизационные отчисления –	eskirish, tuzish chegirmalari	Depreciation deductions
Баланс –	barobarlik, tenglik	Balance
Вариант –	tur	Option
Водомер –	suv o'lchagich	Water meter
Водосброс –	suv tashlagich	Spillway
Водослив –	suv tushirmasi	Weir
Водоснабжение –	suv ta'minoti	Water supply
Водоопреснение –	suvni chuchuklantirish	Water desalination
Водяная рубашка –	suv g'ilofi	Water jacket
Водотрубный котел –	suv – quvurli qozon	Water tube boiler
Вторичный –	ikkilamchi –	Secondary
Вентиль –	jo'mrak -	The valve
Группа –	Guruh	Group
Гидравлический удар –	gidravlik zarba	Hydraulic shock
Грунт –	tuproq, yer, zamin	Soil
Давление –	Bosim	Pressure
Добавка –	qo'shimcha, ustama	Additive
Добавочная вода –	qo'shimcha qilinadigan suv, ustama suv	Additional water
Дренажная вода –	sizot suv	Drainage water
Затрата –	sarf, xarj	Cost
Задание –	vazifa, topshiriq	The task
Заклепка –	parchin mix	Rivet

Заглушка –	Tiqin	Blanket
Исправность –	Tuzuklik	Serviceability
Изоляция –	ajratib qo'yish, yakkalab qo'yish, qoplama	Isolation
Календарь –	taqvim	The calendar
Каркас -	Sinch	Frame
Ковка -	bolg'ash, cho'kichlash	Forging
Клапан -	qo'zg'alasluvchan qopqoq	Valve
Комплект -	but –	Set
Кольцевая система -	aylanma tizimi –	Ring system
Корпус -	tana –	Housing
Латунь –	jez -	Brass
Линия –	chiziq, yo'l	Line
Линейные потери –	chiziqli yo'qotilishlar	Linear losses
Магистраль –	asosiy yo'l, asosiy tarmoq	Highway
Маркировка –	belgilash	Marking
Местное сопротивление –	mahalliy qarshilik	Local resistance
Местные потери –	mahalliy yo'qotilishlar	Local losses
Материальный баланс –	moddiy barobarlik, muvozanatlik	Material balance
Материально –	moddiy jihatdan	Material
Напор –	siquv	Head
Нагнетательная труба –	bosim quvurlari	Pressure pipe
Непрерывный –	uzluksiz	Continuous
Наковальня –	sandon	Anvil
Нагрузка –	yuk, yuklanish	Load
Нагрузить –	yuklash, yuk ortish	Load
Неравномерно –	notekis	Unevenly
Норма –	me'yor, marom	Norm
Оборудование –	jihaz, uskuna	Equipment

Обслуживание –	xizmat ko‘rsatish	Service
Ответвление –	tarmoqlanish, shaxobchalanish	Offshoot
Окончательно –	oxirgi, uzil–kesil, tamomila, qat‘iyan, butunlay	Finally
Округлить –	yaxlitlamoq	Round
Отопление –	isitish	Heating
Отопительный период –	isitish davri	Heating period
Отбор –	qaytarib olish	Selection
Обработка –	ishlov berish, ishlamoq	Treatment
Отметка –	belgi, balandlik	Mark
Обратный трубопровод –	qaytish quvuri	Reverse piping
Описание –	tavsiflash, ta‘riflash	Description
Отключение –	uzib qo‘yish	Disconnection
Отстойник –	tindirgich	Sump
Парогенератор –	bug‘ generatori /bug‘ qozoni/	Steam generator
Патрубок –	qisqa quvur	Branch pipe
Пароотбойный щиток –	bug‘ qaytaruvchi qalqon	Steam seals
Подогреватель –	isitgich	Heater
Потребитель –	iste‘molchi	Consumer
Подвесной –	osma	Suspended
Плита –	taxta	Stove
Пиковый подогреватель	cho‘qqi isitgich	Peak heater
Процесс –	jarayon	Process
Продолжительность –	davom etishlik, davomiylik	Duration
Перелив –	qo‘yilish	Overflow
Предохранитель –	ehtiyotlagich	Fuse

Перфорация –	teshiklik majmuasi	Perforation
Приспособление –	moslama	Fitting
Пояснение -	izoh	Explanation
Проект –	loyiha, reja	The project
Проектирование –	loyiha tuzish, loyihalash	Designing
Предварительный –	dastlabki, oldingi	Preliminary
Предварительно –	oldindan, avvaldan, oldinroq	Pre
Поправка –	tuzatish, to‘ldirish	Amendment
Потеря –	yo‘qotilish, nobudgarchilik	A loss
Продувка -	puflab/ tozalash	Purge
Производительность-	mahsuldorlik, unumdorlik	Performance
Пояснение –	izoh	Explanation
Рабочая камера –	ish bo‘shlig‘i	Working chamber
Рабочее тело –	ish jismi, ishlovchi muhit	Working body
Равенство –	baravarlik, bir xillik	Equality
Равномерно –	tekis, bir xil, bir maromda, bir me‘yorda	Evenly
Растекаться –	oqib tarqalmoq	Stretch out
Расход –	sarf, xarajat	Consumption
Расширитель –	kengaytirgich	Expander
Режим –	tartib, ish tartibi	Mode
Ремонт -	tuzatish	Repair
Регулирование –	sozlash, rostlash, tartibga solish	Regulation
Регулятор –	sozlagich	Regulator
Регенерация –	tiklanish	Regeneration
Регламент –	ish tartibi, ishni olib borish tartibi	Regulation
Регулярный –	muntazam, bir tekis	Regular



Сеть –	tarmoq, shaxobcha	Net
Сезон –	mavsum	Season
Сварка –	payvand qilmoq, kavshar qilmoq	Welding
Сварной шов –	payvand chok	Welded seam
Снабжение –	ta'minot	Supply
Снабжать –	ta'minlash	Supply
Слив –	oqizib yuborish	Drain
Сливная труба –	oqava quvur	A drain pipe
Собственные нужды	xususiy ehtiyojlar	Own needs
–		
Смеситель –	aralash tirgich, kor	Mixer
Смешанный –	aralash tirgich, omuxta	Mixed
Система –	tartibot	System
Схема –	tuzilish chizmasi	Scheme
Смешивающий теплообменник –	aralash tiruvchi issiqlik almashgich	Mixing heat exchanger
Соприкосновение –	tegib turish, tutush bo'lish	Contact
Сепаратор –	Ajratgich	Separator
Сепарация –	Ajratish	Separation
Стандарт-	andaza, mezon	Standard
Теплота /тепло/ -	Issiqlik	Heat / heat /
Теплообмен –	issiqlik almashuvi	Heat transfer
Теплообменник –	issiqlik almashgich /almash tirgich/	Heat exchanger
Тепловые сети –	issiqlik tarmoqlari	Heating network
Теплоотдача –	issiqlik uzutish	Heat transfer
Теплопроводность –	issiqlik o'tkazuvchanlik	Thermal conductivity
Теплоустойчивость –	issiq barqarorlik	Heat resistance
Теплоэлектроцентра ль /ТЭЦ/ -	issiqlik va elektr markazi /IEM/	Cogeneration plant
Теплофикация –	Issiqlik bilan ta'minlash	Heating

Тепловая изоляция –	issiqlik qoplamasi	Thermal insulation
Тройник –	uch yo‘naltirgich	Tee
Тип –	nusxa, xil, tur	A type
Тарелка –	tarelka, likopcha	Plate
Термин –	atama	The term
Температура –	harorat	Temperature
Тупик -	boshi berk	Dead end
Установка –	qurilma	Installation
Указатель –	ko‘rsatkich	Index
Уровень –	balandlik, daraja	Level
Уплотнитель –	zichlagich	Sealant
Утечка –	qisman oqib ketish /yo‘qotish/	A leak
Устойчивость –	barqarorlik	Sustainability
Участок –	qism, joy	The plot
Формула -	ifoda	Formula
Характеристика –	ta‘rif, tavsif, baho, xususiyat	Characteristic
Часовой –	soatlik, soatga oid	Sentry
Чертеж –	chizma -	Drawing
Шероховатость –	dag‘allik, g‘adir– budirlik, notekislik	Roughness
Щит -	qalqon	Shield
Этап –	bosqich	Stage
Эксплуатация –	ishlatish, foydalanish	Exploitation

## ADABIYOTLAR:

1. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyanob xalqimiz bilan birga quramiz –T.: “O‘zbekiston ”, 2017.
2. Mirziyoyev Sh.M. Harakatlar strategiyasi asosida jadal taraqqiyot va yangilanish sari –T.: “G‘.G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi ”, 2017.
3. Karimov I.A Barkamolr avlod - O‘zbekiston taraqqiyotining poydevori. T.: “Sharq ”, 1998.
4. Tojiboeva D., Yo‘ldashev A. Maxsus fanlarni o‘qitish metodikasi. Darslik. T.: “Aloqachi ”, 2009.-568b.
5. «Issiqlik ta‘minoti va havoni maromlash tizimlari» Fani bo‘yicha tajriba ishlariga uslubiy ko‘rsatmalar, Alimboyev A.U., Boboxodjaev R.P. va boshqalar, Toshkent 1997 y.
6. “Issiqlik ta‘minoti va issiqlik tarmoqlari” fanidan o‘quv qo‘llanma, B.X.Yunusov, M.Azimova, “Voris”, 2014 y.
7. Теплосчетчики, счетчики пара, вод, вчислители количества теплот и теплоносителя для коммерческого учета. Впуск – 3. М., МЕИ – 2001 г.
8. Правила эксплуататсии и правила техники безопасности при эксплуататсии теплопотребляющих установок и тепловх сетей потребителей. – М., Энергосервис – 2001 г.
9. Основ инструментального энергоаудита. Учебно-методические материал. – М., Мосенергонадзор 1999 г.

**Elektron resurslar:**

Sayt: [www.uzenergy.uz](http://www.uzenergy.uz). [www.uzpak.uz](http://www.uzpak.uz).

Sayt: [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru)

Sayt: [www.energystrategy.ru](http://www.energystrategy.ru)

Sayt: [www.zivonet.uz](http://www.zivonet.uz).

## MUNDARIJA-SODERZHANIE-CONTENT

BET-  
СТР-  
PAGES

Soʻz boshi.....	3
Talabalarning tajriba ishlarida rioya qilishlari lozim boʻlgan xavfsizlik texnikasi qoidalari.....	4
1 – laboratoriya ishi. “Issiqlik taʼminotining asoslari” .....	6
2 – laboratoriya ishi. “Issiqlik taʼminotida oqimchaviy nasoslar (elevator)ning aralashma koeffitsiyenti va FIKini aniqlash”.....	13
3 – laboratoriya ishi. “Tarmoq isitgichining issiqlik koʻrsatkichlarini aniqlash”.....	18
4 – laboratoriya ishi. “Issiqlik taʼminoti tizimi quvurlaridagi issiqlik yoʻqotilishlarini aniqlash”.....	22
5 – laboratoriya ishi. “Ikki quvurli issiqlik taʼminoti tizimida bosimning pʻyezometrik grafigini qurish”.....	25
6 – laboratoriya ishi. “Suvli issiqlik tarmogʻining koʻrsatkichlarini aniqlash”.....	32
7 – laboratoriya ishi. “ Quvur armaturasining gidravlik qarshiligini aniqlash”.....	38
8 – laboratoriya ishi. “П- simon kompensator hisobi” .....	44
Правила техники безопасности при выполнении лабораторных занятий.....	48
Лабораторная работа 1. «Основы теплоснабжения».....	50
Лабораторная работа 2. «Определение коэффициента смешения и КПД элеватора (струйного насоса)».....	56

Лабораторная работа 3. «Определение тепловых параметров сетевого подогревателя».....	62
Лабораторная работа 4. «Определение тепловых потерь теплопровода».....	66
Лабораторная работа 5. «Построение пьезометрического графика двухтрубной системы теплоснабжения».....	70
Лабораторная работа 6. «Определение тепловых параметров водяной теплосети».....	77
Лабораторная работа 7. «Определение гидравлического сопротивления арматуры».....	82
Лабораторная работа 8. «Расчет П-образного компенсатора».....	90
Safety rules for execution laboratory trainings.....	95
Laboratory work 1. "Basics of heat supply".....	97
Laboratory work 2. "Determination of the mixing ratio and efficiency elevator (jet pump).....	103
Laboratory work 3. "Determination of thermal parameters of the network heater".....	107
Laboratory work 4. "Determination of thermal losses of heat pipe".....	111
Laboratory work 5. "Construction of a piezometric graph of a two-pipe heat supply system".....	115
Laboratory work 6. "Determination of the thermal parameters of the water heat network".....	122
Laboratory work 7. "Determination of the hydraulic resistance of reinforcement".....	127

Laboratory work 8. "Calculation of the П-shaped compensator".	133
Пошалар - Приложения – Applications.....	139
Глоссарий- Izohli lug'at – glossariy.....	156
Adabiyotlar.....	162

# ISSIQLIK TA‘MINOTI VA ISSIQLIK TIZIMLARI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2019

Muharrir:	F. Ismoilova
Tex. muharrir:	A. Moydinov
Musavvir:	A. Shushunov
Musahhih:	Sh. Mirqosimova
Kompyuterda sahifalovchi:	N. Raxmatullayeva

**E-mail: [tipografiyacent@mail.ru](mailto:tipografiyacent@mail.ru) Tel: 71-245-57-63, 71-245-61-61.**

**Nashr.lits. AI №149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 25.12.2019.**

**Bichimi 60x84 1/16. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.**

**Shartli bosma tabog‘i 9,75. Nashriyot bosma tabog‘i 10,5.**

**Tiraji 300. Buyurtma № 280.**



**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» da chop etildi.  
100066, Toshkent sh., Olmazor ko‘chasi, 171-uy.**