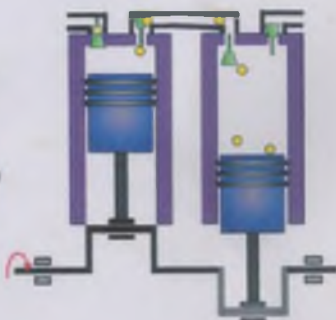


631.371(0-15)
X-87

T.S. XUDOYBERDIEV,
B.P. SHAYMARDANOV, K.E. USMONOV

ISSIQLIK TEXNIKASI

/ O`QUV QO`LLANMA /



TOSHKENT – 2015

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

T.S. XUDOYBERDIYEV, B.P. SHAYMARDANOV, K.E. USMONOV

ISSIQLIK TEXNIKASI

fanidan masalalar to'plami

/O'QUV QO'LLANMA/

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Oliy o'quv yurtlararo ilmiy-uslubiy
birlashmasi faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi kengash tomonidan
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT - 2015

Ushbu o'quv qo'llanma OO'MTV ning 28.02.2008 yil № 51 -sonli
buyrug'iga asosan chop etishga ruxsat etilgan

GUVOHNOMA №1692

UDK 631.371:621.1:638.264(075.8)

Taqrizchilar: **A.Komilov** – Toshkent Davlat Agrar Universiteti dotsenti.

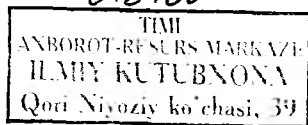
A.Isaqov– TIMI qoshidagi Yunusobod akadem lisey
direktori, dotsent.

M.Abdurasulov – Toshkent irrigatsiya va melioratsiya
instituti “Gidromeliorativ ishlarni mexanizatsiyalash”
kafedrası dotsenti.

O'quv qo'llanma quyidagi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari
uchun tavsiya etilgan:

- Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash,
- Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish,
- Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash,
- Suv xo'jaligida meliorativ, transport mashinalari va
- Qurilmalaridan foydalanish, ularga servis xizmati ko'rsatish,
- Avtomatika va boshqaruv (suv xo'jaligida),
- Elektroenergetika (suv xo'jaligida)

648460



АННОТАЦИЯ

O'quv qo'llanmada «Issiqlik texnikasi» fanining «Texnikaviy termodinamika», «Issiqlik massa almashinuvi», “Issiqlikni qishloq va suv xo'jaligida qo'llash” bo'limlari bo'yicha masalalarni yechish tartibi va mustaqil ish uchun topshiriqlar keltirilgan.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida issiqlik texnikasi fanining xususiyatlarini hisobga olib termodinamika va issiqlik massa almashinuvi nazariyalari asoslari, issiqlikni qishloq va suv xo'jaligida qo'llash masalalari ko'rib chiqilgan.

Qo'llanma qishloq va suv xo'jaligi bilim sohasi oliy o'quv yurtlarining ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan.

АННОТАЦИЯ

V uchebnom posobiye dani prakticheskiye osnovi teplotexniki dlya resheniya zadach i zadaniy po razdelam texnicheskoy termodinamiki, teplomassoobmen, primeneniya tepla v selskom i vodnom xozyaystve primenitelno k osbennostyam selskogo i vodnogo xozyaystva.

Uchebnik rasschitan dlya studentov visshix uchebnix zavedeniy selskogo i vodnogo xozyaystva.

ANNOTATION

The book has materials about theorecal and practical fundamentation of termodinamic, termomasschanging, fuel and fueling process and their using in agriculture which has termotechnic.

This book is recommended for students of agriculture and irigation branches of correspondence and directs studying .

/T.S. Xudoyberdiev, B.P. Shaymardanov, K.E. Usmonov/

«ISSIQLIK TEXNIKASI» fanidan masalalar to'plami
/O'quv qo'llanma/. T.: TIMMI. 2015. 135 bet.

© TOSHKENT IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA INSTITUTI (TIMI), 2015 y.

Kirish

Mustaqil O'zbekiston Respublikasining ravnaqi ko'p jihatdan oliy va o'rta maxsus bilim yurtlari yetishtirib beradigan mutaxassislarning bilimi va saviyasi bilan chambarchas bog'liq.

Respublikadagi energetik manbalardan to'g'ri foydalanish, qurilmalarning samaradorligini oshirish, issiqlik manbalaridan qishloq va suv xo'jaligida to'g'ri foydalanish, atrof-muhitni ekologik jihatdan himoyalash masalalarini fan va texnika yutuqlari asosida o'rganish injenerlar zimmasiga yuklatiladi.

Qo'llanmada energetik manbalar asosini o'rganishda issiqlik dinamikasi fani qonunlari, issiqlikning uzatilish qonunlari va qishloq xo'jaligida issiqlikni qo'llash injenerlik hisoblar asoslari, energiya manbalaridan to'g'ri foydalanish bo'yicha amaliy masalalar yechish keltirilgan.

Masalalar to'plamidan "Issiqlik texnikasi" fanida o'tiladigan ma'ruzalarga, o'quv qo'llanmalari va ma'ruzalar qisqa matnlariga, nazorat ishlari, uy vazifalari va o'tiladigan laboratoriya ishlariga tayangan holda foydalaniladi.

Asosiy e'tiborni ko'rilyotgan masalaladagi jarayonlarning fizik mohiyatiga hamda ko'rilyotgan ob'ektning asosiy tavsiflariga qaratish lozim bo'ladi.

Masalalar to'plamidan foydalanishda issiqlik texnikasiga oid ma'lumotnoma qo'llanmalardan unumli foydalanish ko'zda tutilgan.

I - bo'lim. TEXNIKAVIY TERMODINAMIKA

1. IDEAL GAZLARNING HOLAT TENGLAMASI

1-masala

16 kg havoning bosimi $P = 0,24$ MPa va harorati $t = 36^{\circ}\text{C}$ bo'lgandagi hajmi topilsin.

Yechish:

quyidagi holat tenglamasidan $PV = MRT$ havoning hajmini topamiz:

$$V = \frac{M \cdot R \cdot T}{P} = \frac{16 \cdot 287 \cdot (36 + 273)}{0,24 \cdot 10^6} = 5,9 \text{ m}^3$$

bu yerda $R = \left(\frac{8314}{29} \right) = 287 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$

$$\mu = 29 \text{ mol [ilova, jadval 1]}.$$

2-masala

Hajmi 60 m^3 bo'lgan idishning ichidagi karbonat angidridining (SO_2) harorati $t = 17^{\circ}\text{C}$ va bosimi $P = 7,5$ MPa ga teng. Gazning massasini aniqlang.

Yechish:

Ideal gazning holat tenglamasidan gazning massasini topamiz:

$$M = \left(\frac{P \cdot V}{R \cdot T} \right) = \frac{7,5 \cdot 10^6 \cdot 60}{189 \cdot 290} = 8200 \text{ kg},$$

bu yerda $R = \frac{8314}{\mu} = \frac{8314}{44} = 189 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$

$$\mu = 44 \text{ mol [ilova, jadval 1]}.$$

3-masala

Hajmi 45 litr idish ichidagi gazning harorati $t = 6^{\circ}\text{C}$, bosimi $P = 1,7$ MPa va massasi $M = 66$ kg. Idish ichidagi gazning turini aniqlang.

Yechish:

Idish ichidagi gazning turini uning molekulyar massasi yordamida aniqlash mumkin. Buning uchun holat tenglamasidan gazning molekulyar massasini topamiz:

$$\mu = \frac{8314 \cdot M \cdot T}{P \cdot V} \approx \frac{8314 \cdot 66 \cdot 279}{1,7 \cdot 10^6 \cdot 45} = 2 \text{ mol}$$

Demak, idish ichida vodorod ekan.

1-vazifa

Sig'imi V litr ballon ichidagi gazning..bosimi P_1 , MPa va harorati t_1 °C. Gazning bir qismi ishlatilgandan keyin ballon ichidagi bosim P_2 , MPa va harorati t_2 °C. Ishlatilgan gazning massasi aniqlansin. Masalani yechish uchun ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

Jadval 1

Shifrling oxirgi soni	Gaz	V l	P_1 MPa	t_1 °C	Shifrling oxiridan oldingi soni	P_2 MPa	t_2 °C
0	CO ₂	60	0,8	27	0	0,6	20
1	xavo	110	1,2	54	1	0,4	18
2	O ₂	20	7,0	85	2	0,7	8
3	SO	70	4,3	11	3	1,4	4
4	N ₂	20	2,0	90	4	0,9	40
5	SN ₄	140	0,6	21	5	0,2	7
6	O ₂	10	3,2	34	6	1,7	18
7	N ₂	40	1,0	85	7	0,5	42
8	N ₃	90	1,8	36	8	1,0	20
9	SO ₂	200	9,0	40	9	4,5	20

2. GAZLAR ARALASHMASI

4-masala

Gazlar aralashmasining massaviy tarkibi quyidagilardan iborat:

N₂ = 8,4 %; SO₂ = 17%; O₂ = 48%; N₂ = 26,6% . Uning gaz doimiysi, tuyulma molekulyar massasi va hajmiy ulushlari topilsin.

Yechish:

Aralashmaning gaz doimiysini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$R_{ar} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot R_i, \quad J/kg^{\circ}C$$

$$\begin{aligned} R_{ar} &= m_{H_2} \cdot R_{H_2} + m_{CO_2} \cdot R_{CO_2} + m_{O_2} \cdot R_{O_2} + m_{N_2} \cdot R_{N_2} = \\ &= 0,084 \cdot \frac{8314}{2} + 0,17 \cdot \frac{8314}{44} + 0,48 \cdot \frac{8314}{32} + 0,266 \cdot \frac{8314}{28} = 584,2 \quad J/kg^{\circ}C \end{aligned}$$

$$\mu_{H_2} = 2 \quad \text{моль}$$

$$\mu_{CO_2} = 44 \quad \text{моль}$$

$$\mu_{O_2} = 32 \quad \text{моль}$$

$$\mu_{N_2} = 28 \quad \text{моль}$$

2. Aralashmaning tuyulma molekulyar massasini quyidagi formuladan aniqlaymiz.

$$\mu_{ar} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\mu_i}}$$

$$\mu_{ar} = \frac{1}{\frac{m_{H_2}}{\mu_{H_2}} + \frac{m_{CO_2}}{\mu_{CO_2}} + \frac{m_{O_2}}{\mu_{O_2}} + \frac{m_{N_2}}{\mu_{N_2}}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{0,084}{2} + \frac{0,17}{44} + \frac{0,48}{32} + \frac{0,266}{28}} = 14,3 \quad \text{mol}$$

3. Aralashmaning hajmiy ulushlarini quyidagi formuladan aniqlay-

miz:

$$r_i = \frac{\frac{m_i}{\mu}}{\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{\mu_i}}$$

$$r_{H_2} = \frac{\frac{0,084}{2}}{\frac{0,084}{2} + \frac{0,17}{44} + \frac{0,48}{32} + \frac{0,266}{28}} = 0,597 \quad \%$$

$$r_{CO_2} = \frac{\frac{0,17}{44}}{\frac{0,084}{2} + \frac{0,17}{44} + \frac{0,48}{32} + \frac{0,266}{28}} = 0,055 \quad \%$$

$$r_{O_2} = \frac{\frac{0,48}{32}}{\frac{0,084}{2} + \frac{0,17}{44} + \frac{0,48}{32} + \frac{0,266}{28}} = 0,213 \quad \%$$

$$r_{N_2} = \frac{\frac{0,266}{28}}{\frac{0,084}{2} + \frac{0,17}{44} + \frac{0,48}{32} + \frac{0,266}{28}} = 0,135 \quad \%$$

2-vazifa

Hajmi $V \text{ m}^3$ bo'lgan idishning ichidagi gazlarning aralashmasini hajmiy tarkibi quyidagilardan iborat: N_2 , SO , SO_2 , N_2 , SO_2 .

Aralashmaning harorati t va bosimi P bo'lganda uning solishtirma gaz doimiysi, tuyulma malekulyar massasi, massaviy ulushlari, parsial bosimlari va massasi topilsin.

Masalani yechish uchun ma'lumotlar 2-jadvalda berilgan.

Jadval 2

Shifrning oxirgi soni	$V, \text{ m}^3$	$P, \text{ MPa}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	Shifrning oxiridan oldingi soni	$N_2, \%$	$SO, \%$	$SO_2, \%$	$N_2, \%$	$SO_2, \%$
0	200	0,10	15	0	7,0	27,6	2,0	4,8	58,6
1	220	0,15	17	1	45,0	22,5	7,0	13,5	12,0
2	240	0,20	20	2	20,0	20,0	15,0	30,0	15,0
3	230	0,25	27	3	57,0	6,0	23,0	2,0	12,0
4	210	0,30	0	4	50,0	18,0	2,0	10,0	20,0
5	180	0,40	10	5	48,0	10,0	5,0	5,0	32,0
6	160	0,10	12	6	30,0	15,0	9,5	5,5	40,0
7	140	0,20	25	7	19,5	18,0	10,5	5,0	17,0
8	170	0,35	29	8	9,6	10,5	15,5	10,0	54,5
9	150	0,45	18	9	14,5	22,5	18,5	6,5	38,0

3. GAZLARNING ISSIQLIK SIG'IMI

5-masala

Issiqlik sig'imining haroratga bog'liq ravishda o'zgarishi chiziqli bo'lmagan holat uchun, o'zgarmas bosim ostida, tarkibi $r_{CO_2} = 0,145\%$, $r_{O_2} = 0,065\%$, $r_{N_2} = 79,0\%$ bo'lgan 1 m^3 gazlarning aralashmasini $200 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori topilsin.

Yechish.

qizdirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan topiladi:

$$q_p = C'_{pm2ap} \cdot t_2 - C'_{pm1ap} \cdot t_1 =$$

$$\sum_{i=1}^n C'_{pm2i} \cdot r_i \cdot t_2 - \sum_{i=1}^n C'_{pm1i} \cdot r_i \cdot t_1 =$$

$$= (C_{pm2CO_2} \cdot r_{CO_2} + C_{pm2O_2} \cdot r_{O_2} + C_{pm2N_2} \cdot r_{N_2}) \cdot t_2 - \\ - (C_{pmlCO_2} \cdot r_{CO_2} + C_{pmlO_2} \cdot r_{O_2} + C_{pmlN_2} \cdot r_{N_2}) \cdot t_1;$$

Bu tenglamaga ilovada berilgan 4, 5 va 8 jadvallardan issiqlik sig'irlarining qiymatlarini qo'ysak kerak bo'lgan issiqlik miqdori topiladi:

$$q_p = (2,2638 \cdot 0,145 + 1,5005 \cdot 0,065 + 1,4202 \cdot 0,79) \cdot 1200 - \\ - (1,7373 \cdot 0,145 + 1,3352 \cdot 0,065 + 1,3038 \cdot 0,79) \cdot 200 = 1582 \\ q_r = 1582 \text{ kJ/m}^3$$

3-vazifa

Hajmi V bo'lgan ballonda harorati t_1 va bosimi P_1 bo'lgan gaz bor. Gazni sovutgandan keyin uning harorati t_2 gacha pasaygan. Gazning massasi, keyingi bosimi va chiqarilgan issiqlik miqdori topilsin:

1-holat - $c = \text{sonst}$

2-holat - $c = f(t)$ chiziqli;

3-holat - $c = f(t)$ egri chiziqli.

Masalani yechish uchun ma'lumotlar 3- jadvalda berilgan.

Jadval 3

Shifrnig oxirgi soni	V, m^3	P_1, MPa	$t_1, ^\circ\text{C}$	Shifrnig oxiridan oldingi soni	$t_2, ^\circ\text{C}$	G a z
0	0,11	1,0	100	0	27	CO_2
1	0,15	0,5	90	1	20	O_2
2	0,20	0,8	60	2	7	CO
3	0,35	1,5	120	3	17	h a v o
4	0,45	2,0	150	4	27	N_2
5	0,70	0,5	200	5	25	SO_2
6	0,30	0,9	80	6	20	H_2
7	0,25	1,2	75	7	15	H_2O
8	0,55	2,5	40	8	19	CO
9	0,45	2,1	130	9	10	H_2

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Termodinamika nimani o'rganadi? Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishi sohalarida amaliy masalalar yechishda texnikaviy termodinamikaning ahamiyatini ta'riflang.
2. Termodinamika tizimi nima?
3. Holat parametrlari tavsifini va aniqlanishini keltiring. Mos hollarda misollar keltiring.

4. Holat issiqlik parametrlari asosiy ma'lumotlarini gapirib bering.
5. Ideal va real ishchi jism uchun holat parametrlari orasidagi funksional bog'lanishlarni keltiring. Gaz doimiysi nima? Gaz aralashmasi uchun holat tenglamasini keltiring va tenglamaga kiritilgan har bir kattaliklar fizik ma'nosini ayting.
6. Gaz aralashmasi uchun parsial bosim va parsial hajm qanday aniqlanadi? Gaz aralashmasi uchun gaz doimiysi, komponentlarning massaviy va xajmiy ulushlari qanday aniqlanadi?

4. TERMODINAMIKA JARAYONLARI

6-masala

Boshlang'ich ko'rsatkichlari $P_1 = 6,8 \text{ MPa}$ va $t_1 = 12^\circ \text{C}$ bo'lgan $V = 300 \text{ l}$ hajmidagi karbonat ангидриди (SO_2) $t_2 = 85^\circ \text{C}$ gacha qizdirilgan.

Gazning keyingi bosimini, massasini va qizdirish uchun sarflangan issiqlik miqdorini izoxorik va izobarik jarayonlar uchun aniqlang. $c =$ sonst deb qabul qilingan.

Yechish.

a) Izoxorik jarayon uchun gazning keyingi bosimi

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{6,8 \cdot 358}{285} = 8,55 \text{ MPa}$$

Karbonat ангидридning massasini ideal gazlarning holat tenglamasidan aniqlaymiz:

$$P_1 \cdot V_1 = M \cdot R \cdot T_1$$

$$M = \frac{P_1 \cdot V}{R \cdot T_1} = \frac{6,8 \cdot 10^6 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{189 \cdot 285} = 38 \text{ kg}$$

Sarflangan issiqlik miqdori

$$Q_v = M c_v (t_2 - t_1) = 38 \cdot 0,66 \cdot (85 - 12) = 1834 \text{ kJ}$$

$$c_v = \frac{\mu c_v}{\mu} = \frac{29,31}{44} = 0,66 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C}$$

b) Izobarik jarayon uchun:

Bu jarayonda $P = \text{const}$ bo'lgani uchun $P_2 = P_1 = 6,8 \text{ MPa}$, gaz miqdori ham o'zgarmas - $M = 38 \text{ kg}$.

Sarflangan issiqlikning miqdori

$$Q_p = M \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1) = 38 \cdot 0,86 \cdot (85 - 12) = 2380 \text{ kJ}$$

$$c_p = \frac{\mu c_p}{\mu} = \frac{37,68}{44} = 0,86 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C}$$

7-masala

Massasi $M = 115$ kg, boshlang'ich holat ko'rsatkichlari $P_1 = 3,7$ MPa va $t_1 = 50^\circ\text{C}$ bo'lgan vodorod $P_2 = 0,25$ MPa gacha kengaygan.

Izotermik va adiabatik kengayish jarayonlari uchun vodorodning oxirgi holat ko'rsatkichlarini, issiqlik miqdorini, bajarilgan ishni va ichki energiyani o'zgarishini aniqlang.

Yechish.

a) Izotermik jarayon uchun:

Bu jarayonda $T = \text{const}$ bo'lgani uchun $t_2 = t_1 = 50^\circ\text{C}$.

Ideal gazlarning holat tenglamasidan vodorodning keyingi hajmini aniqlaymiz:

$$V_2 = \frac{M \cdot R \cdot T_2}{P_2} = \frac{115 \cdot 4157 \cdot 323}{0,25 \cdot 10^6} = 617 \text{ m}^3$$

Vodorodni qizdirish uchun sarflangan issiqlik miqdori

$$Q = M \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{P_1}{P_2} = 115 \cdot 4157 \cdot 323 \cdot \ln \frac{3,7}{0,25} = 42,4 \cdot 10^7 \text{ MJ}$$

Bajarilgan ishi $L = Q = 424 \text{ MJ}$

Izotermik jarayonda $T_1 = T_2$ bo'lganligi uchun ichki energiyani o'zgarishi $\Delta u = c_v \cdot (T_2 - T_1) = 0$

b) Adiabatik jarayon uchun:

Vodorodning keyingi harorati

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 323 \cdot \left(\frac{0,25}{3,7} \right)^{1,4} = 150 \text{ K}$$

Hajmi
$$V_2 = \frac{M \cdot R \cdot T_2}{P_2} = \frac{115 \cdot 4157 \cdot 150}{0,25 \cdot 10^6} = 287 \text{ m}^3$$

Adiabatik jarayonda $Q = 0$.

Ichki energiyani o'zgarishi

$$\Delta u = -L = -\frac{M \cdot R}{k-1} (T_1 - T_2) = -\frac{115 \cdot 4157}{1,4-1} (323-150) = -208 \cdot 10^6 \text{ J}$$

8-masala

Harorati $t_1 = 24^\circ\text{C}$, massasi 1 kg havo politropik jarayonda holati o'zgarishi natijasida bosimi $P_2 = 2,4$ MPa va ichki energiyasining o'zgarishi $\Delta u = 30$ kJ/kg ga teng bo'ldi. Bunda $1 = -52$ J/kg miqdorda ish sarflandi.

Shu jarayon uchun politropik ko'rsatkichini, havoning avvalgi va keyingi holat ko'rsatkichlarini, entropiya va entalpiyalari o'zgarishini aniqlang.

Yechish:

Ichki energiyaning o'zgarishi tenglamasi $\Delta u = c_v(T_2 - T_1)$ dan jarayon oxiridagi havoning haroratini topamiz:

$$T_2 = \frac{\Delta u}{c_v} + T_1 = \frac{30}{0,72} + 297 = 339K, \text{ bu yerda}$$

$$c_g = \frac{\mu c_g}{\mu} = \frac{20,93}{29} = 0,72 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\mu_{sv} = 20,93 \text{ mol} \quad [\text{ilova, 2-jadval}].$$

Bajarilgan ish tenglamasi $l = \frac{R}{n-1} \cdot (T_1 - T_2)$ dan politropik ko'rsatkichni aniqlaymiz:

$$n = \frac{R}{l} \cdot (T_1 - T_2) + 1 = \frac{0,287}{-52} \cdot (297 - 339) + 1 = 1,23,$$

bu yerda

$$R = \frac{8314}{\mu} = \frac{8314}{29} = 287 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,287 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

Havoning boshlang'ich bosimini quyidagi tenglamadan topamiz:

$$\left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}} = \frac{P_2}{P_1},$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}}} = \frac{2,4}{\left(\frac{339}{297} \right)^{\frac{1,23}{1,23-1}}} = 1,2 \text{ MPa}$$

Havoning boshlang'ich solishtirma hajmi

$$v_1 = \frac{R \cdot T_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 297}{1,2 \cdot 10^6} = 0,081 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

keyingi solishtirma hajmi

$$v_2 = \frac{R \cdot T_2}{P_2} = \frac{287 \cdot 339}{2,4 \cdot 10^6} = 0,041 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Politropik jarayonda entropiyaning o'zgarishi

$$\Delta S = c_v \frac{n-k}{n-1} \ln \frac{T_2}{T_1} = 0,72 \frac{1,23-1,4}{1,23-1} \ln \frac{339}{297} = -0,07 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C},$$

Entalpiyaning o'zgarishi $\Delta h = c_p \cdot (T_2 - T_1) = 1,01 \cdot (339 - 297) = 425 \text{ kJ/kg}$

bu yerda

$$c_p = \frac{\mu c_p}{\mu} = \frac{29,31}{29} = 1,01 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\mu_{cr} = 29,31 \text{ mol} \quad [\text{ilova, 2-jadval}].$$

4-vazifa

Harorati t_1 , bosimi P_1 va massasi M bo'lgan havo politropik jarayonda bosimi P_2 gacha kengaygan (siqilgan). Jarayonning politropik ko'rsatkichi - n . Keyin esa $P_2 = \text{const}$ bo'lgan holda havoga Q miqdorda issiqlik beriladi (olinadi).

Politropik va izobarik jarayonlar oxiridagi havoning holat ko'rsatkichlarini, har bir jarayondagi issiqlikning miqdorini, bajarilgan (sarflangan) ishni va ichki energiyaning o'zgarishini aniqlang. Masalani yechish uchun ma'lumotlar 4-jadvalda keltirilgan.

Jadval 4

Shifrnig oxirgi soni	P_1 , MPa	P_2 , MPa	n	Shifrnig oxiridan oldingi soni	M , kg	t_1 , °C	Q , kJ
0	0,1	5,0	1,3	0	10	17	4000
1	2,5	0,2	1,28	1	20	27	7500
2	0,15	4,0	1,25	2	30	150	- 4000
3	0,2	5,0	1,24	3	35	100	- 5000
4	3,0	0,5	1,32	4	45	120	2000
5	0,3	0,1	1,2	5	50	110	6000
6	0,8	0,1	1,25	6	25	12	- 7000
7	1,2	1,3	1,3	7	10	10	4500
8	0,15	3,0	1,25	8	25	37	3000
9	1,5	0,2	1,2	9	15	57	2500

Nazorat savollari va topshiriqlari

1. Qaytuvchan jarayon va qaytuvchan sikl nima?
2. Tizim ichki energiyasi ma'nosi nima? U mikrozarralarning qaysi turdagi harakatlaridan iborat? Ichki energiya holat parametri ekanligini isbotlang. Ideal va real ishchi jism ichki energiyalari farqi nimada?
3. Ishni ifodasini ketirib chiqaring. PV–koordinatlarda jarayon egri chizig'i ostidagi maydon son jihatdan ishga tengligini tasvirlang.
4. Ish va issiqlik nima? Ular orasidagi umumiylik va farqlanishlar nimalardan iborat?
5. Termodinamikaning birinchi tenglamasini keltirib chiqaring.
6. Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi nim? Ular orasidagi bog'lanishni (grafik va analitik) ko'rsating. Issiqlik sig'imining har xil turlarini sanang, ularning o'lchov birliklarini ayting.
7. Gaz aralashmalari issiqlik sig'imi, komponentlari massaviy va hajmiy ulushlari orqali qanday ifodalanadi?

8. Entalpiya nima, o'lchamlari qanday? Ichki energiya va entalpiya uchun hisoblash ifodalarini keltiring.
- a. Termodinamika birinchi qonunining entalpiya orqali ifodalanishini keltiring.
9. TS-koordinatalarida jarayon egri chizig'i ostidagi maydon son jihatdan ishchi jisimga berilgan (yoki olingan) issiqlikka tengligini ko'rsating.
10. Termodinamika birinchi qonuni tenglamasining har xil ko'rinishlari, issiqlik sig'imi formulalarini, entalpiya, entropiya foriulalaridan foydalanib, issiqlik, issiqlik miqdorini hisoblash ifodalarini keltiring.
11. Yopiq tizimlar uchun ideal gazning asosiy dinamik jarayonlari tahlilini bering. Ish ,issiqlik miqdori, entropiya, holat asosiy parametrlarini orasidagi bog'lanishlarni keltirib chiqaring.
12. Politrop jarayon umumiy jarayon ekanligini isbotlang. PV , TS - koordinatalarda politropik kengayish va siqish jarayonlarining har xil guruhlari tahlilini keltiring.

5. TERMODINAMIK SIKLLAR

9-masala

Agar issiqlik manbaining harorati $t_1 = 327^\circ\text{C}$, issiqlik qabul qiluvchiniki esa $t_2 = 27^\circ\text{C}$, eng katta bosim 2 MPa va eng kichik bosim 0,12 MPa bo'lsa, Karno siklining xarakterli nuqtalaridagi 1 kg havoning holat ko'rsatkichlari, bajargan ishi, issiqlik foydali ish koeffitsiyenti (FIK), siklga kiritilgan va sikldan chiqarilgan issiqlik miqdorlari aniqlansin. Siklning T-S diagrammasi qurilsin.

Yechish.

1. Xarakterli nuqtadagi ko'rsatkichlarni aniqlaymiz:

1 - nuqta uchun (1-rasm):

Masalaning shartiga ko'ra: $P_1 = 2$ MPa, $T_1 = t_1 + 273 = 600^\circ\text{C}$.

Solishtirma hajmni ideal gaz holat tenglamasidan topamiz:

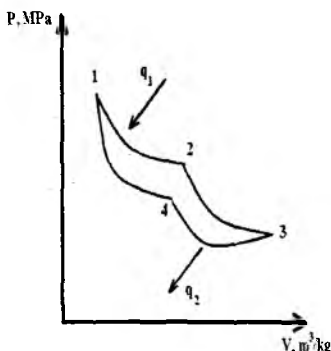
$$v_1 = \frac{R \cdot T_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 600}{2 \cdot 10^6} = 0,86 \quad \text{m}^3 / \text{kg}$$

2 - nuqta uchun:

Karno siklining shartiga ko'ra:

$$T_1 = T_2 = 600 \text{ K.}$$

2 - 3 adiabatik jarayon bo'lganligi uchun:



Rasm 1. Karno siklining P-V diagrammasi

$$\frac{P_3}{P_2} = \left(\frac{T_3}{T_2} \right)^{\frac{k}{k-1}} = \left(\frac{27 + 273}{600} \right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 0,089,$$

Bundan

$$P_2 = \frac{P_3}{0,089} = \frac{0,12}{0,089} = 1,35 \text{ MPa.}$$

1-2 izotermik jarayon bo'lganligi uchun $\frac{P_1}{P_2} = \frac{v_2}{v_1}$, bundan

$$v_2 = \frac{P_1 \cdot v_1}{P_2} = \frac{2 \cdot 0,089}{1,35} = 0,127 \text{ m}^3/\text{kg}$$

3 – nuqta uchun: masalaning shartiga ko'ra

$$P_3 = 0,12 \text{ MPa, } T_3 = 27 = 273 = 300 \text{ K}$$

Solishtirma hajmni holat tenglamasidan topamiz:

$$v_3 = \frac{R \cdot T_3}{P_3} = \frac{287 \cdot 300}{0,12 \cdot 10^6} = 0,71 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

4 – nuqta uchun: 3 - 4 izotermik jarayon bo'lgani uchun $T_3 = T_4 = 300 \text{ K.}$

4 - 1 adiabatik jarayon bo'lgani uchun

$$\frac{P_1}{P_4} = \left(\frac{T_1}{T_4} \right)^{\frac{k}{k-1}} = \left(\frac{600}{300} \right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 11,2, \text{ bundan}$$

$$P_4 = \frac{P_1}{11,2} = 0,18 \text{ MPa.}$$

Solishtirma hajmni holat tenglamasidan topamiz:

$$v_4 = \frac{R \cdot T_4}{P_4} = \frac{287 \cdot 300}{0,18 \cdot 10^6} = 0,48 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

2. Sikldagi bajarilgan ish: $l = q_1 - q_2$,

bunda q_1 - siklga kiritilgan issiqlik;

q_2 - sikldan chiqarilgan issiqlik.

$$q_1 = R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{P_1}{P_2} = 287 \cdot 600 \ln \frac{2}{1,35} = 67400 \text{ J/kg} = 67,4 \text{ kJ/kg}$$

$$q_2 = R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{P_4}{P_3} = 287 \cdot 300 \cdot \ln \frac{0,18}{0,12} = 33700 \text{ J/kg} = 33,7 \text{ kJ/kg}$$

u holda

$$l = 67,4 - 33,7 = 33,7 \text{ kJ/kg.}$$

$$3. \text{ Siklning issiqlik FIK: } \eta_i = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{600 - 300}{600} = 0,5$$

4. Siklning jarayonlarida entropiyaning o'zgarishini aniqlaymiz va Karno siklining T - S diagrammasini quramiz:

1 - 2 izoterma uchun:

$$S_2 - S_1 = R \cdot \ln \frac{P_1}{P_2} = 287 \cdot \ln \frac{2}{1,35} = 112 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,112 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

2 - 3 adiabatada uchun: $S_3 - S_2 = 0$.

3 - 4 izoterma uchun:

$$S_4 - S_3 = R \cdot \ln \frac{P_3}{P_4} = 287 \cdot \ln \frac{0,12}{0,18} = -0,112 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

4 - 1 adiabatada uchun: $S_1 - S_4 = 0$.

Siklning $T - S$ diagrammasini qurish uchun uning xarakterli nuqtalaridagi entropiyalarning qiymatlarini aniqlaymiz.

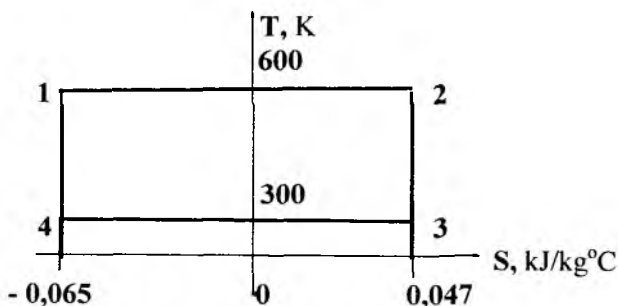
$$S_1 = c_p \cdot \ln \frac{T_1}{T_H} - R \cdot \ln \frac{P_1}{P_H} = 1,01 \cdot \ln \frac{600}{273} - 0,287 \cdot \ln \frac{2}{0,101} = -0,065 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$S_2 - S_1 = 0,112 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ bo'lgani uchun

$$S_2 = S_1 + 0,112 = -0,065 + 0,112 = 0,047 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}.$$

$$S_3 = S_2 = 0,047 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C};$$

$$S_4 = S_1 = -0,065 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}.$$



Rasm 2. Karno siklining $T-S$ diagrammasi

10-masala

Agar $P_1 = 0,12 \text{ MPa}$, $t = 17^\circ\text{C}$, siqish darajasi $\varepsilon = 4,5$ va siklga kiritilgan issiqlik miqdori $q_1 = 1340 \text{ kJ/kg}$ bo'lsa, issiqlikni $v = \text{const}$ bo'lganda siklga kiritiluvchi ichki yonish dvigatelining ideal sikli uchun xarakterli nuqtalaridagi holat ko'rsatkichlari, bajarilgan foydali ish, issiqlik FIK, siklning jarayonlarida entropiyaning o'zgarishi topilsin va siklning $T - S$ diagrammasi qurilsin.

Yechish.

1. Siklning xarakterli nuqtalaridagi holat ko'rsatkichlarini aniqlaymiz.

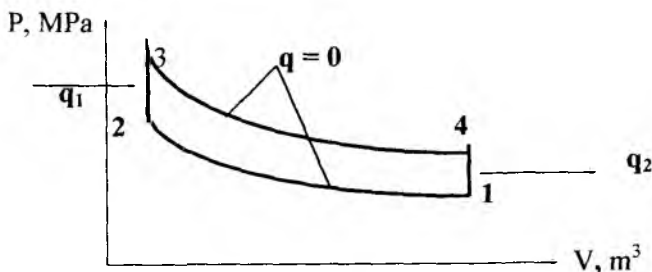
1-nuqta uchun: masalaning shartiga ko'ra: $P_1 = 0,12 \text{ MPa}$, $T_1 = 290 \text{ K}$.
Solishtirma v_1 hajmini ideal gaz holat tenglamasidan topamiz:

$$v_1 = \frac{R \cdot T_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 290}{0,12 \cdot 10^6} = 0,69 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

2 – nuqta uchun:

Agar $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$ bo'lsa, bundan

$$v_2 = \frac{v_1}{\varepsilon} = \frac{0,69}{4,5} = 0,154 \text{ m}^3 / \text{kg}$$



Rasm 3. Siklning P - V diagrammasi.

1 - 2 adiabatik jarayon bo'lgani uchun:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^k, \text{ bundan } P_2 = P_1 \cdot \varepsilon^k = 0,12 \cdot 4,5^{1,4} = 0,98 \text{ MPa}$$

T_2 ning qiymatini holat tenglamasidan foydalanib topamiz:

$$T_2 = \frac{P_2 \cdot v_2}{R} = \frac{0,98 \cdot 10^6 \cdot 0,154}{287} = 520 \text{ K}$$

3 – nuqta uchun:

q_1 keltirilgan issiqlik miqdori masala shartiga ko'ra berilgani uchun
 q_1 tenglamasidan foydalanib T_3 ni topamiz:

$$q_1 = c_v \cdot (T_3 - T_2) \Rightarrow T_3 = \frac{q_1}{c_v} + T_2$$

s_v - havoning o'zgarmas hajmidagi massaviy issiqlik sig'imi, $\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$.

$$c_v = \frac{\mu c_v}{\mu} = \frac{20,93}{29} = 0,72 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$T_3 = \frac{1340}{0,72} + 520 = 2380, \text{ K.} \quad v_3 = v_2 = 0,154 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

2 - 3 izoxorik jarayon bo'lgani uchun:

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow P_3 = \frac{P_2 \cdot T_3}{T_2} = \frac{0,98 \cdot 2380}{520} = 4,6 \text{ MPa}$$

4 - nuqta uchun: $v_4 = v_1 = 0,69, \text{ m}^3/\text{kg}$

3 - 4 adiabatik jarayon bo'lganligi uchun:

$$\frac{P_4}{P_3} = \left(\frac{v_3}{v_4}\right)^k \Rightarrow P_4 = P_3 \cdot \left(\frac{v_3}{v_4}\right)^k = P_3 \cdot \frac{1}{\varepsilon^k} = \frac{4,6}{4,5^{1,4}} = 0,56 \text{ MPa.}$$

4 - 1 izoxorik jarayon bo'lganligi uchun:

$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{T_4}{T_1} \Rightarrow T_4 = \frac{P_4 \cdot T_1}{P_1} = \frac{0,56 \cdot 290}{0,12} = 1350 \text{ K}$$

2. Siklda bajarilgan foydali ish quyidagitenglikdan topiladi:

$$l = q_1 - q_2$$

bunda q_2 - sikldan chiqarilgan issiqlik,

$$q_2 = c_v \cdot (T_4 - T_1) = 0,72 \cdot (1350 - 290) = 764 \text{ kJ/kg}$$

u holda $l = q_1 - q_2 = 1340 - 764 = 576 \text{ kJ/kg.}$

3. Siklning issiqlik FIK

$$\eta_i = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{1340 - 764}{1340} = 0,43$$

4. Siklning jarayonlarida entropiyaning o'zgarishini aniqlaymiz va T-S diagrammasini quramiz:

1 - 2 adiabata uchun $S_2 - S_1 = 0.$

2 - 3 izoxora uchun:

$$S_3 - S_2 = c_v \cdot \ln \frac{T_3}{T_2} = 0,72 \cdot \ln \frac{2380}{520} = 1,1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

3 - 4 adiabata uchun: $S_4 - S_3 = 0$

4 - 1 izoxora uchun

$$S_1 - S_4 = c_v \cdot \ln \frac{T_1}{T_4} = 0,72 \cdot \ln \frac{290}{1350} = -1,1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

T-S diagrammani qurish uchun siklning xarakterli nuqtalaridagi entropiyalarning qiymatlarini aniqlaymiz:

$$S_1 = c_p \cdot \ln \frac{T_1}{T_H} - R \cdot \ln \frac{P_1}{P_H} = 1,01 \cdot \ln \frac{290}{273} - 0,287 \cdot \frac{0,12}{0,101} = 0,1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$S_2 - S_1 = 0$ bo'lgani uchun $S_2 = S_1 = 0,1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$S_3 - S_2 = 1,1$; $S_3 = 1,1 + S_2 = 1,1 + 0,1 = 1,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C},$

$S_4 - S_3 = 0$; $S_4 = S_3 = 1,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

5-vazifa

Porshenli ichki yonish dvigateling issiqlikdinamikasi siklidagi xarakterli nuqtalarida ishchi jism parametrlari, sikldagi bajarilgan ish, siklga kiritilgan va undan chiqarilgan issiqlik miqdorlari, siklning issiqlik FIK, sikldagi jarayonlarda entropiyaning o'zgarishi aniqlansin va masshtabda siklning $P - V$ va $T - S$ diagrammalari qurilsin.

Hisoblash uchun kerakli ma'lumotlar:

Siklning shartli belgilari:

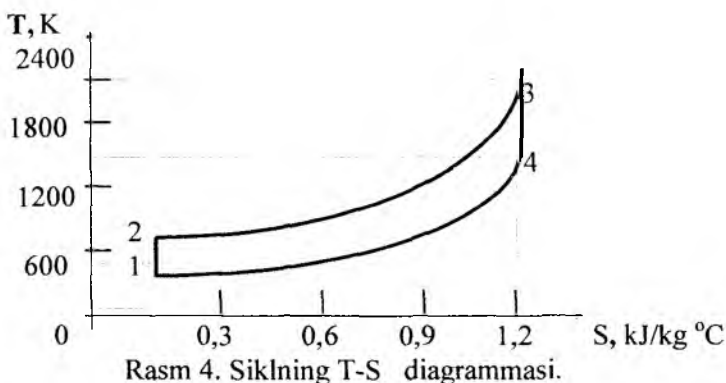
- o'zgarmas hajmda issiqlik keltirilgan sikl-1, o'zgarmas bosimga issiqlik keltirilgan sikl-2, aralash sikl-3;
- ishchi jism - 1 kg havo;
- ishchi jismning dastlabki parametrlari P_1 va t_2 ;
- sikldagi maksimal bosim $P_{\max}$;
- o'zgarmas hajmda keltirilgan issiqlik miqdori q_{1V} , o'zgarmas bosimdagisi esa - q_{1R} ;
- siqish darajasi - ϵ ;
- bosim ortish darajasi - λ ;
- keyingi kengayish darajasi - ρ ;
- siqilish va kengayishning adiabatik ko'rsatkichi $k = 1,4$;
- havoning issiqlik sig'implari c_R yoki c_V ;
- havoning o'zgarmas gaz doimiysi $R = 287 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Berilgan sikl va q_{1V} , q_{1R} , ϵ , λ , ρ va $P_{\max}$ qiymatlari shifrnig oxirgi soniga qarab 5.1- jadvalidan tanlab olinadi.

P_1 , t_1 , C_R va S_V qiymatlari esa shifrnig oxirigidan oldingi soniga qarab 5.2-jadvalidan tanlab olinadi.

Jadval 5.1

Berilgan kattaliklar	Shifrnig oxirgi soni									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S i k l	1	2	3	1	2	3	3	2	1	3
q_{1V} , kJ/kg	-	200	-	1500	-	-	-	-	1200	500
q_{1R} , kJ/kg	-	800	1200	-	-	600	-	600	-	-
ϵ , %	6,5	15	14	7,0	16	15,1	14	15,1	7,5	14
λ	3,5	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-
ρ	-	-	-	-	1,4	-	1,4	-	-	1,6
$P_{\max}$, MPa	-	-	-	-	-	5,8	-	-	-	-



Jadval 5.2

Berilgan kattaliklar	Shifrnig oxiridan oldingi soni									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1, MPa	0,1	0,099	0,1	0,1	0,098	0,098	0,101	0,1	0,101	0,099
$t_1, ^\circ\text{C}$	17	27	15	20	27	25	5	10	7	17
$c_R, \text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	1,0	-	-	1,01	-	-	1,01	1,0	-	1,01
$c_V, \text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	-	0,722	0,72	-	0,72	0,72	-	-	0,72	-

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Issiqlik dinamikasi ikkinchi qonuni formulasini keltiring va ma'nosini ayting. Issiqlik hodisalari bilan boradigan makroskopik jarayonlari tahlili uchun nimaga issiqlik dinamikasi birinchi qonuniga qo'shimcha ikkinchi qonun kerak bo'ladi?
2. Siklning issiqlik FIK va sovutish koeffitsiyentining tahlilini bering.
3. Karno sikli uchun asosiy asosiy hollarni ifodalang. Karno sikli har qanday qaytar sikllar etalon ekanligani isbotlang.
3. Umumlashgan Karno sikli issiqlik FIK Karno sikli FIK teng ekanligini isbotlang.
4. qaytar jarayonlar kechadigan izolyatsiyalangan tizim uchun $\oint \frac{dq}{T} = 0$ ekanligini ko'rsating, qaytmas uchun esa $\oint \frac{dq}{T} > 0$ ekanligini. Entropiya o'zgarishi bilan S ($\delta q/T$) orasidagi bog'lanishlarni izolyatsiyalangan tizimdagi qaytmas jarayonlar uchun asoslang.
5. T-s koordinatalarda kengayish va siqish jarayonlarni tasvirlang. Ts

koordinatlarda Karno sikli, qaytmas adiabatik kengayish va siqish jarayonlar ko'rinishini keltiring.

6. Issiqlik dinamikasi ikkinchi qonunini teng salmoqli bo'lmagan tizimlar uchun ifodalang va Klauzius integrali ma'nosini ayting.
7. Entropiyaning fizik ma'nosini ifodalang.
8. Eksergiya nima? Yopiq tizimda ishchi jism eksergiyasi uchun ifodani keltirib chiqaring.
9. Issiqlik dvigatellari va issiqlik almashinish apparatlari eksergetik FIK ifodalanishini keltiring.

6. PORSHENLI KOMPRESSORLAR

11-masala

Havoning sarfi $500 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lganda so'rilayotgan paytdagi bosim $0,1 \text{ MPa}$ va siqilgandan keyingi bosim $0,4 \text{ MPa}$ bo'lsa, izotermik siquvchi ideal quvvati N va sovituvchi suvga bir soatda beriladigan issiqlik miqdori Q aniqlansin.

Yechish.

Ideal kompressorning quvvati:

$$N = \frac{L}{3600 \cdot 1000}, \text{ kVt}$$

bunda L - izotermik siqishda bajarilgan ish

$$L = P_1 \cdot V \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} = 2,3 \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 500 \cdot \ln \frac{0,4}{0,1} = 69 \cdot 10^6 \text{ J/soat}$$

Unda ideal kompressorning quvvati

$$N = \frac{69 \cdot 10^6}{3600 \cdot 1000} = 19,1 \text{ kVt}$$

Sovituvchi suvga bir soatda beriladigan issiqlik miqdori

$$Q = L = 69 \cdot 10^6 \text{ J/soat.}$$

12-masala

Kompressor bosimi $0,1 \text{ MPa}$ va harorati 27°C bo'lgan havoni $120 \text{ m}^3/\text{soat}$ sarf miqdorida so'rib, uni siqqandan keyingi bosimi $1,2 \text{ MPa}$ bo'ladi. Siqilgan havoning harorati t_2 hajmi V_2 , kompressorning havoni siqishda bajarilgan ishi L va quvvati N aniqlansin. Hisoblashni kompressor havoni izotermik, adiabatik va politropik siqish hollari uchun bajaring. Politropik ko'rsatkichni $1,3$ ga teng deb qabul qiling.

Yechish.

a) izotermik siqish uchun:

siqilgan havoning harorati: $t_2 = t_1 = 27^\circ\text{C}$.

Siqilgan havoning hajmi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot P_1}{P_2} = \frac{120 \cdot 0,1}{1,2} = 10 \text{ m}^3 / \text{soat}$$

Izotermik siqish uchun kompressorning bajargan ishi

$$L = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} = 2,3 \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 120 \cdot \ln \frac{1,2}{0,1} = 29,8 \cdot 10^6 \text{ J/soat.}$$

Kompressorning sarflagan quvvati:

$$N = \frac{L}{3600 \cdot 1000} = \frac{29,8 \cdot 10^6}{3600 \cdot 1000} = 8,3 \text{ kVt.}$$

b) Adiabatik siqish uchun:

Siqilgan havoning harorati

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 300 \cdot \left(\frac{1,2}{0,1} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 600 \text{ K}$$

Adiabatik siqish uchun kompressorning ishi:

$$L = \frac{k}{k-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 120 \left[\left(\frac{1,2}{0,1} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} - 1 \right] = 42 \cdot 10^6 \text{ J/soat}$$

Kompressorning sarflagan quvvati $N = \frac{L}{3600 \cdot 1000} = 11,6 \text{ kVt}$

v) Politropik siqish uchun:

Siqilgan havoning harorati

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 300 \left(\frac{1,2}{0,1} \right)^{\frac{1,3-1}{1,3}} = 531 \text{ K}$$

Siqilgan havoning hajmi:

$$\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{120}{\left(\frac{1,2}{0,1} \right)^{\frac{1}{1,3}}} = 17,7 \text{ J/soat}$$

Kompressorning politropik siqishdagi sarflangan ish:

$$L = \frac{n}{n-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = \frac{1,3}{1,3-1} \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 120 \cdot \left[\left(\frac{1,2}{0,1} \right)^{\frac{1,3-1}{1,3}} - 1 \right] = 399 \cdot 10^6 \text{ J/soat}$$

Kompressorning sarflagan quvvati:

$$N = \frac{L}{3600 \cdot 1000} = \frac{39,9 \cdot 10^6}{3600 \cdot 1000} = 11,1 \text{ kVt}$$

13-masala

Bir pog'onali kompressorning zararli hajmining miqdori 8% ni tashkil etadi. Uning havoni so'rish bosimi 0,1 MPa, haydash bosimi esa 0,7 MPa. Havoning siqilishi va kengayishi politropik jarayonda sodir bo'lib, politropik ko'rsatkichi $n=1,4$ ga teng bo'lgan holat uchun kompressorning hajmiy FIK aniqlansin. Havoni qanday bosimda haydaganda kompressorning ish unumi 0 ga teng bo'ladi?

Yechish.

Kompressorning hajmiy FIK quyidagi tenglikdan aniqlanadi:

$$\lambda = 1 - a \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] = 1 - 0,08 \cdot \left[\left(\frac{0,7}{0,1} \right)^{\frac{1}{1,4}} - 1 \right] = 0,76$$

Kompressorning ish unumi 0 ga teng bo'lishi uchun uning hajmiy FIK 0 ga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\lambda = 1 - a \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] = 1 - 0,08 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{0,1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] = 0$$

Bu tenglamadan P_2 ning qiymatini aniqlasak, masalaning shartida so'ralgan bosimning qiymati kelib chiqadi:

$$P_2 = 3,82 \text{ MPa.}$$

6-vazifa.

Boshlang'ich parametrlari P_1 MPa, t_1 °C va oxirgi bosimi P_2 MPa bo'lgan kompressorning ish unumi M kg/soat ga teng. Kompressorda havoning siqilishi politropik jarayonda sodir bo'lib, uning politropik ko'rsatkichi n ga teng. Porshenning yurish oralig'ini silindrning diametriga nisbati $S/D = 1,3$. Kompressor tirsakli valining aylanish tezligi ω , ayl/min.

Kompressorni harakatlantiruvchi dvigatelining nazariy quvvati, porshenning yurish oralig'i va silindrning diametri topilsin.

P_1 , t_1 , P_2 , M , ω larning qiymatlari 6- jadvaldan olinadi.

Jadval 6

Shifring oxirgi sifri	P_1 , MPa	t_1 , °S	Shifring oxiridan oldingi sifri	P_2 , MPa	M, kg/soat	ω , ayl/min
0	0,1	16	0	0,55	300	200
1	0,1	24	1	0,60	320	250
2	0,1	13	2	0,64	360	300
3	0,1	20	3	0,68	390	320
4	0,1	26	4	0,71	370	350
5	0,1	22	5	0,73	400	270
6	0,1	25	6	0,75	420	210
7	0,1	17	7	0,85	460	330
8	0,1	15	8	0,92	490	160
9	0,1	9	9	0,90	510	180

Nazorat savoolari va topshiriqlar

1. Kompessor nima? Uning tavsiflarini keltiring. Politropik, adiabatik va izotermik siqishda kompressor ishi uchun ifodalarni keltiring.
2. $PV - TS$ – diagrammalarda ko'p bosqichli kompressorning siqish jarayonini tahlil qiling.
3. Sovutiladigan va sovutilmaydigan kompressorlarning FIK lari qanday aniqlanadi?

7. GAZLARNI OOIB CHIQISHI

14-masala

Dvigatelning silindriga yoqilg'i havo yordamida puflanadi. Buning uchun forsunkaning soplosidan havo $R_1=5$ MPa bosim va $t_1=27$ °C harorat ostiga uzatiladi. Silindr ichidagi bosim $R_2=3,5$ MPa. Havoning soplodan oqib chiqish nazariy tezligini aniqlang.

Yechish.

Bosimlar nisbatini aniqlaymiz.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{3,5}{5} = 0,7$$

Bu kattalik kritik miqdordan (0,58) katta bo'lganligi uchun oqim tezligi kritik tezlikdan kam bo'ladi va quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\omega = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

bu tenglamadagi solishtirma hajm v_1 ni ideal gaz xolat tenglamasidan topamiz:

$$v_1 = \frac{R \cdot T_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 300}{5 \cdot 10^6} = 0,0172 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

u holda

$$\omega = \sqrt{2 \cdot \frac{1,4}{1,4-1} \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 0,0172 \cdot \left[1 - \left(\frac{3,5}{5} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right]} = 245 \text{ m/s}$$

15-masala

Ichki diametri 10 mm li quvurdan havo katta hajmli idishdan atmosferaga oqib chiqadi. Idishdagi havoning bosimi $P_1=10$ MPa, harorati $t_1=15$ °C. Atmosfera bosimi $P_2=0,1$ MPa. Havoning kengayishini adiabatik jarayon deb qabul qilib, uning oqim tezligini va sarfini aniqlang.

Yechish:

Bosimlar nisbati. $P_2 / P_1 = 0,1/10 = 0,01$

Bu kattalik kritik miqdordan (0,528) kichik bo'lgani uchun oqim tezligi kritik tezlikka teng va

$$\omega_{kr} = 1,08 \cdot \sqrt{R \cdot T_1} = 1,08 \cdot \sqrt{287 \cdot 288} = 310 \text{ m/s.}$$

Bir sekunddagi havoning sarfi

$$M = 0,686 \cdot f \cdot \sqrt{\frac{P_1}{V_1}}$$

Bu tenglamadan havo oqib chiqayotgan quvurning ko'ndalang kesim yuzasi

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01}{4} = 0,0000785 \text{ m}^2$$

Havoning solishtirma hajmi

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{287 \cdot 288}{10 \cdot 10^6} = 0,00827 \text{ m}^3/\text{kg}$$

U holda havoning sarfi

$$M = 0,686 \cdot 0,0000785 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10^6}{0,00827}} = 1,87 \text{ kg/s.}$$

7-vazifa

Kislorodning bosimi P_1 va harorati t_1 bo'lib, o'zgarmas holda soplodan bosimi P_2 bo'lgan muhitga oqib chiqmoqda. Soplo teshigining yuzasi f_2 . Kislorodning oqib chiqish tezligini va sarfini aniqlang.

Vazifani yechish uchun ma'lumotlar 7-jadvalda keltirilgan.

Jadval 7

Shifrnig oxirgi soni	P_1 , MPa	P_2 , MPa	Shifrnig oxiridan oldingi soni	t_1 , $^{\circ}\text{C}$	f_2 , mm^2
0	1,0	0,1	0	27	100
1	2,0	1,3	1	17	80
2	3,0	1,0	2	35	60
3	4,0	1,8	3	60	40
4	5,0	3,0	4	15	20
5	6,0	4,0	5	70	50
6	0,6	0,3	6	50	70
7	0,8	0,5	7	40	90
8	0,8	0,5	8	20	30
9	0,4	0,1	9	10	20

Nazorat savoolari va topshiriqlar

1. Ochiq termodinamik tizimlari aniqlanishini ifodalang va amaliyotdan misollar keltiring.
2. Oqim uchun issiqlik dinamikasi birinchi qonuni tenglamasini keltirib chiqaring va uning har xil yozilishlarini keltirig.
3. Texnikaviy va keltirilgan ish nima? Keltirilgan ishning geometrik interpretatsiyasini bering va bu ishning politropik va adiabatik jarayonlar uchun qanday aniqlanishini ko'rsating.
4. Qisqa kanallarda ishchi jism oqishida uning massaviy sarfi tezligi uchun ifodani keltirib chiqaring. Bu tenglamalar tahlilini bajaring.
5. Bosimlar kritik nisbati, kritik tezlik, ishchi jismning maksimal massaviy sarfi nimani bildiradi? Torayuvchi sopladan oqayotgan ishchi jismning kritik tezligi va maksimal sarfi uchun ifodalarni yozing.
6. Kritik tezlik chiqish joyidagi tovush tezligiga teng ekanligini ko'rsating. Tezlik tovush tezligidan past bo'lganda kanal torayuvchi bo'lishi kerakligini, tezlik tovush tezligidan yuqori bo'lganda kanal

kengayuvchi bo'lishligini isbotlang.

7. Adibatik to'xtalish harorati nimani bildiradi?
8. Oqimning haqiqiy tezligi qanday aniqlanadi? $h-s$ – diagramma yordamida adibatik qaytar va qaytmas oqimlar jarayonini tahlil qiling. Energiya yo'qotish koeffitsiyenti nimani bildiradi va uning qiymati qanday aniqlanadi?
9. $r_2 / p_1 < \beta_{kr}$ nisbatda bug' oqimi uchun aniq masalani $h-s$ – diagramma yordamida yeching. Kanalning eng tor va chiqish kesimida oqim jarayonini hisoblash tavsiflarini aniqlang.
10. Drossellanish va adibatik drossellanish koeffitsiyenti aniqlanishini keltiring. Joul-Tomson samarasi nimani bildiradi? Inversiya egri chizig'ini tahlil qiling. Texnikada drossellanish ishlatilishiga misollar keltiring.

8. SUV BUG'I

Quyidagi masalalarni yechishda $h-S$ diagrammasidan foydalaning.

16-masala

quvurdan o'tayotgan bug'ning bosimi $P_1=1,2$ MPa va harorati $t=260$ °C. Bug'ning sarfi $M = 350$ kg/s, tezligi $\omega = 50$ m/s.
Bug' o'tkazayotgan quvurning diametrini aniqlang.

Yechish.

Bug'ning sarf bo'lishi quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$M = f \cdot \omega \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \omega \cdot \frac{1}{v}$$

bu yerda; f - trubaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ;
 d - trubaning diametri, m ;
 v - bug'ning solishtirma hajmi, m^3/kg ;
 ρ - bug'ning zichligi, kg/m^3 .

Yuqoridagi tenglamadan

$$d = \sqrt{\frac{4Mv}{\pi\omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 350 \cdot 0,2}{3600 \cdot 3,14 \cdot 50}} = 0,022m = 22mm$$

Bug'ning solishtirma hajmi $h-S$ diagrammasidan aniqlanadi, $v=0,2$ m^3/kg .

17-masala

Trubinadan kondensatorga oqib htayotgan bug'ning bosimi $P = 0,01$ MPa, quruqlik darajasi $x = 0,83$, kondensatordan chiqayotgan kondensatning harorati $t = 35^{\circ}\text{C}$. Bug'ni sovitish uchun ishlatilayotgan suvning harorati $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$ ga ko'tarilishi uchun kondensatorga qancha miqdorda suv berish kerak?

Yechish.

1 kg bug' kondensatsiya bo'lishi natijasida ajralib chiqayotgan issiqlik

$$q_b = h_1 - h_2 = 2180 - 35 = 2145 \text{ kJ/kg}$$

bu yerda; h_1, h_2 - bug'ning avvalgi va keyingi holatlarining entalpiyalari, h-S diagrammadan aniqlaniladi.

$$h_1 = 2180 \text{ kJ/kg}; h_2 = 35 \text{ kJ/kg}.$$

Suvni isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik

$$Q_c = M C_R (t_2 - t_1) = M C_R \Delta t$$

bu yerda, M -massasi 1 kg bug'ni sovitish uchun kerak bo'lgan suv miqdori, kg.

C_R - suvning massaviy izobarik issiqlik sig'imi, $C_R = 4,18 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$.

t_1, t_2 - suvning kondensatorga kirish va chiqishdagi haroratlari, $^{\circ}\text{C}$.

Kondensatorga energetik balans shartini (bug'dan ajralib chiqqan issiqlikning hammasi suvni isitish uchun sarflanadi) xisobga olgan holda

$$q_b = Q_c = M C_R \Delta t \quad \text{va}$$

$$M = \frac{q_b}{C_R \Delta t} = \frac{2145}{4,18 \cdot 15} = 34,2 \text{ kg}.$$

18-masala

Harorati $t_1 = 400^{\circ}\text{C}$ bo'lgan 1 kg suv bug'i tashqi muhit bilan issiqlik almashmagan holda kengaytirilgan. Shunda uning bosimi $P_1 = 9$ MPa dan $P_2 = 4$ MPa gacha kamaygan.

Bug'ning oxirgi xolat parametrlarini, entalpiyasining o'zgarishini va kengaytirishdagi bajargan ishini aniqlang.

Yechish.

h-S diagrammasidagi $t_1 = 400^{\circ}\text{C}$ izoterma chizig'i bilan $P_1 = 9$ MPa izobara chiziqlarini kesishgan nuqtasini aniqlaymiz. Bu nuqtani "1" deb belgilaymiz. Shu nuqtadan $P_2 = 4$ MPa ga teng izobara chizig'i bilan kesishish nuqtasini "2" deb belgilaymiz. Diagrammadan ko'rinadiki 1 va 2 nuqtalar Yuqorigi chegaraviy chiziqdan Yuqorida joylashgan bo'lib, bu nuqtalarga mos keluvchi bug'ning holati qizdirilgan bug' ekan.

1) Diagrammadan: $h_1 = 3125 \text{ kJ/kg}$, $t_1 = 400^{\circ}\text{C}$, $v_1 = 0,03 \text{ m}^3/\text{kg}$,

$$h_2 = 2950 \text{ J/kg}, t_2 = 290^\circ\text{S}, v_2 = 0,05 \text{ kJ/kg}.$$

2) Entalpiyasining o'zgarishi:

$$h_1 - h_2 = 3125 - 2950 = 175 \text{ kJ/kg}.$$

3) Kengayishdagi ish:

$$l = u_1 - u_2,$$

bu tenglamada u_1 , u_2 - bug'ning boshlang'ich va keyingi holat ichki energiyasi:

$$u_1 = h_1 + p_1 \cdot v_1 = 3125 + \frac{9 \cdot 10^6 \cdot 0,03}{1000} = 3395 \text{ kJ/kg}$$

$$u_2 = h_2 + p_2 \cdot v_2 = 2950 + \frac{4 \cdot 10^6 \cdot 0,05}{1000} = 3150 \text{ kJ/kg}.$$

Demak, $l = 3375 - 3150 = 245 \text{ kJ/kg}$

8-vazifa

Bosimi r_1 va harorati t_1 bo'lgan 1 kg suv bug'iga izotermik jarayonda q miqdorida issiqlik beriladi. Bug'ning keyingi holati, holat ko'rsatkichlarini, kengayishdagi bajargan ishini va ichki energiyasining o'zgarishini aniqlang.

$h - s$ diagrammasida $s = \text{const}$ - bu to'g'ri vertikal chiziq.

Masalani $h - s$ diagramma yordamida yeching.

Masalani yechish uchun ma'lumotlar 8 jadvalda keltirilgan.

Jadval 8.

Shiftning oxirgi soni	P_1 , MPa	t_1 , $^\circ\text{C}$	Shiftning oxiridan oldingi soni	q , kJ/kg
0	20	400	0	570
1	14	380	1	460
2	16	460	2	630
3	18	330	3	410
4	12	630	4	1280
5	10	360	5	740
6	9	490	6	920
7	8	550	7	800
8	6	370	8	490
9	5	300	9	550

9. SUV BUG'IKUCH OURILMALARINING SIKLLARI

19-masala

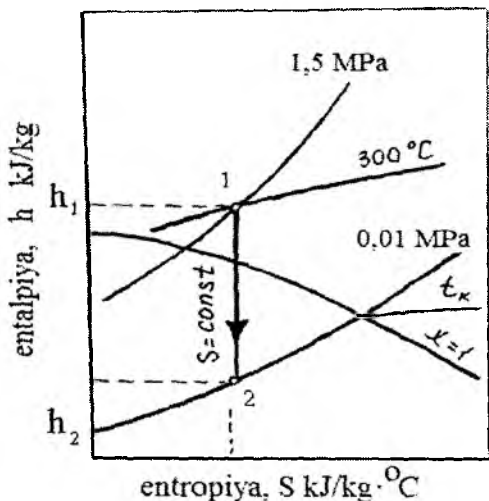
Renkin siklida ishlayotgan bug' mashinasiga kirayotgan bug'ning bosimi $P_1 = 1,5$ MPa va harorati $t_1 = 300$ °C, turbinadan chiqayotgan bug'ning bosimi $P_2 = 0,01$ MPa. Bug'ning sarfi $M = 940$ kg/soat. qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti va quvvatini aniqlang.

Yechish.

qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta_i = \frac{h_1 - h_2}{h_3 - h_2'}$$

bu tenglamada h_1 va h_2 bug'ning kengayishidan avvalgi va keyingi entalpiyalari, kJ/kg; h'_2 - bosimi P_2 ga teng bo'lgan kondensatning entalpiyasi, kJ/kg ($h'_2 = c_p \cdot t_k$, $s_r = 4,19$ kJ/kg 0C , t_k - kondensat harorati).



Rasm 5. h-S diagrammasidan foydalanish sxemasi

Bug'ning h_1 , h_2 va h'_2 entalpiyalari va t_k lar $h - s$ diagramasidan aniqlanadi (rasm 5).

$$h_1 = 3040 \text{ kJ/kg}, h_2 = 2190 \text{ kJ/kg}, h'_2 = 47 \text{ kJ/kg}.$$

$$\text{U holda} \quad \eta_i = \frac{3040 - 2190}{3040 - 47} = 0,3$$

Bug' qurilmasining quvvati

$$N = M \cdot (h_2 - h_1) = \frac{940}{3600} \cdot (3040 - 2190) = 222 \text{ kWt}$$

bu tenglamada M - bug'ning sarfi, kg/sek.

20-masala

Uchta bug' qurilmasi Renkin siklida ishlamoqda. Uchta siklga ham boshlang'ich bosim $P_1=2$ MPa, keyingi bosim $P_2=0,02$ MPa.

Birinchi siklida ishchi jism - quruqlik darajasi $x=0,9$ bo'lgan nam bug'; ikkinchi siklida - quruq to'yingan bug' va uchinchi siklida xarorati $t_1=300$ °C bo'lgan qizdirilgan bug'.

Sikllarning foydali ish koeffitsiyentlarini aniqlang va bir-biri bilan solishtiring.

Yechish.

Uchala sikl uchun ham foydali ish koeffitsiyentlari quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta_i = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_2'}$$

h-S diagrammasidan:

a) birinchi sikl uchun

$$h_1=2620 \text{ kJ/kg}, h_2=1960 \text{ kJ/kg}, h_2' = 60 \text{ kJ/kg}$$

b) ikkinchi sikl uchun

$$h_1=2800 \text{ kJ/kg}, h_2=2090 \text{ kJ/kg}, h_2' = 60 \text{ kJ/kg}$$

v) uchunchi sikl uchun

$$h_1=3020 \text{ kJ/kg}, h_2=2230 \text{ kJ/kg}, h_2' = 60 \text{ kJ/kg}$$

U holda

$$\text{a) } \eta_i = \frac{2620 - 1960}{2620 - 60} = 0,257$$

$$\text{b) } \eta_i = \frac{2800 - 2090}{2800 - 60} = 0,259$$

$$\text{v) } \eta_i = \frac{3020 - 2230}{3020 - 60} = 0,267$$

21-masala

Renkin siklida ishlayotgan bug' qurilmasiga qizdirilgan bug' kiritilgan. Bosimi $P_1 = 9$ MPa va harorati $t_1 = 450$ °C bo'lgan bug' turbinada bosimi $P' = 2,9$ MPa gacha kengaygandan keyin uning bosimi o'zgartirilmay $t' = 350$ °C gacha qayta qizdiriladi va yana turbinada bosimi $P_2 = 0,004$ MPa gacha kengayadi.

Siklning foydali ish ko'effitsiyentini aniqlang.

Yechish

Sikldagi bug'ning kengayishi va qayta qizdirilishi 6 - rasmda ifodalanagan. Bu rasmda 1 - 2 bug'ning dastlabki kengayishi, 2 - 3 bug'ni qayta qizdirish, 3 - 4 bug'ning keyingi kengayishi.

Bug' qayta qizdiriluvchi Renkin siklining foydali ish ko'effitsiyenti quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta_i = \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4)}{(h_1 - h_k) + (h_3 - h_2)}$$

bu yerda h_1, h_2, h_3, h_4 - bug'ning 1,2,3 va 4 - holatlardagi (rasm 6) entalpiyasi, kJ/kg;

h_k - kondensatning entalpiyasi, kJ/kg ($h_k = c_r t_k$).

h - S diagrammasidan:

$$h_1 = 3260 \text{ kJ/kg,}$$

$$h_2 = 2960 \text{ kJ/kg,}$$

$$h_3 = 3100 \text{ kJ/kg,}$$

$$h_4 = 2030 \text{ kJ/kg,}$$

$$h_k = 121 \text{ kJ/kg.}$$

$$\text{u holda} \quad \eta_i = \frac{(3260 - 2960) + (3100 - 2030)}{(3260 - 121) + (3100 - 2960)} = 0,42$$

Masalani yechish uchun ma'lumotlar 9-jadvalda keltirilgan.

Jadval 9

Shifrnig oxirgi soni	P_1 , MPa	X_1	Shifrnig oxirgidan oldingi soni	P_2 , MPa	X_2	Δt , °C
0	6	0,87	0	0,12	0,98	110
1	4,7	0,85	1	0,15	0,99	120
2	6,9	0,91	2	0,09	0,95	100
3	3,1	0,94	3	0,08	0,97	90
4	4,3	0,89	4	0,14	0,96	130
5	2,5	0,9	5	0,05	0,98	185
6	5,7	0,92	6	0,07	0,95	160
7	3,5	0,88	7	0,035	0,94	105
8	4,5	0,86	8	0,02	0,96	140
9	5,0	0,89	9	0,025	0,98	115

Nazorat savoolari va topshiriqlar

1. Bug' kuch qurilmalari sxemalarini tasvirlang va ularning bir biridan farq qiluvchi xususiyatlarini ko'rsating.
2. Bug' kuch qurilmasi siklining FIK ni oshirish yo'llarini ko'rsating. Siklning TS – koordinatalardagi tasvirlanishidan foydalanib, sikl tahlilini bajaring

II - bo'lim. ISSIQLIK ALMASHINUVI

1. KONVEKTIV ISSIQLIK ALMASHINUVI

1-masala.

Eni $\nu = 1,0$ m va uzunligi $l = 1,2$ m bo'lgan silliq plita shamol oqimiga qo'yilgan. Shamolning tezligi $\omega = 6$ m/s, harorati $t_f = 20$ °C. Plitaning harorati $t_\omega = 80$ °C.

Issiqlik berish koeffitsiyenti α bilan plitadan havoga o'tayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang.

Yechish

Masalaning shartidan aniq bo'lishicha bu yerda majburiy konveksiya sodir bo'lmoqda. Bunda Reynolds kriteriyasini topish kerak bo'ladi:

$$Re_{f,l} = \frac{\omega \cdot l}{\nu_f} = \frac{6 \cdot 1,2}{15,06 \cdot 10^{-6}} = 4,78 \cdot 10^5$$

bu yerda ν_f - havoning quyushqoqligi, m²/sek (ilova, 12 jadval)

$Re \geq 4 \cdot 10^4$ bo'lgan holda plita atrofiga turbulent oqim kuzatiladi va bu hodisa uchun Nuselt kriteriyasi $Nu_{f,l} = 0,37 \cdot Re_{f,l}^{0,8} \cdot Pr_f^{0,43}$ bu tenglamada Rr_f - Prandtl kriteriyasi (ilova, 12 jadval).

$$Nu_{f,l} = 0,037 \cdot (4,78 \cdot 10^5)^{0,8} \cdot 0,7^{0,43} = 1,12 \cdot 10^3$$

O'z navbatida
$$Nu_{f,l} = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_f}$$

bu yerda λ_f - havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, vt/m °C (ilova, 12 jadval) va bu tenglamadan

$$\alpha = \frac{Nu_{f,l} \cdot \lambda_f}{l} = \frac{1,12 \cdot 10^3 \cdot 0,0267}{1,2} = 24,8 \text{ Vt/m}^2 \text{ °C}$$

Plitadan havoga o'tayotgan issiqlik miqdori

$$Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t = 24,8 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot (80 - 20) = 1790 \text{ Vt}$$

2-masala

Diametri $d = 50$ mm va uzunligi $l = 3$ m bo'lgan gorizontal quvurdan suv oqib o'tadi. Suvning tezligi $\omega = 0,8$ m/s, o'rtacha harorati $t_f = 50$ °C, quvur ichki yuzasining harorati $t_\omega = 70$ °C. Issiqlik berish koeffitsiyenti - α ni aniqlang.

Yechish

quvur ichidagi suvning oqim tartibini bilish uchun Reynolds kriteriyasini hisoblaymiz:

$$Re_f = \frac{\omega \cdot d}{\nu} = \frac{0,8 \cdot 0,05}{5,56 \cdot 10^{-7}} = 7,2 \cdot 10^4$$

bu tenglamada $\nu = 5,56 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ [ilova, 13 jadval].

quvurda suv turbulent tartibda oqmoqda, chunki $Re = 7,2 \cdot 10^4 > 4 \cdot 10^4$

Gorizontaal quvurdagi turbulent oqim uchun Nuselt kriteriyasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Nu_f = 0,021 \cdot Re_f^{0,8} \cdot Pr_f^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_\omega} \right)^{0,25}$$

bu tenglamada $Rr_f = 3,54$; $Rr_\omega = 2,55$ [ilova, 13 jadval].

$$Nu_f = 0,021 \cdot (7,2 \cdot 10^4)^{0,8} \cdot 3,54^{0,43} \cdot \left(\frac{3,54}{2,55} \right)^{0,25} = 303$$

$$\text{Issiqlik berish koeffitsiyenti } \alpha = Nu_f \cdot \frac{\lambda_f}{d} = 303 \cdot \frac{0,64}{0,05} = 3880 \text{ Vt/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 0,64 \text{ Vt/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ [ilova, 13 jadval].}$$

1-vazifa

Suv oqayotgan gorizontaal quvurning diametri d va uzunligi l . Suvning oqim tezligi ω_f va harorati t_f , quvur ichki yuzasining harorati t_ω .

Issiqlik berish koeffitsiyenti α bilan quvurdan ajralayotgan issiqlik miqdori Q ni aniqlang. Masalani yechish uchun ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

Jadval 1

Shifrnig oxirgi soni	d, mm	l, mm	Shifrnig oxiridan oldingi soni	ω_f , m/s	t_f , $^\circ\text{C}$	t_ω , $^\circ\text{C}$
0	100	3000	0	0,2	100	40
1	20	4000	1	1,0	80	25
2	25	1000	2	0,3	90	20
3	10	1150	3	0,3	120	60
4	35	1800	4	1,5	115	50
5	15	4500	5	0,4	110	30
6	45	5000	6	0,5	95	35
7	40	1500	7	1,7	85	15
8	55	3500	8	0,8	125	70
9	65	2500	9	0,9	145	65

2. ISSIOLIK UZATISH

3-masala

Qalinligi $\delta = 250$ mm bo'lgan g'isht devorning bir tomonida harorati $t_{f1} = 600$ °C bo'lgan issiq gaz, ikkinchi tomonida harorati $t_{f2} = 30$ °C bo'lgan havo bor. Issiq gaz va devor orasidagi issiqlik berish koeffitsiyenti $\alpha_1 = 23,2$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, devorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\lambda = 0,81$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, devor bilan havo orasidagi issiqlik berish koeffitsiyenti $\alpha_2 = 9,3$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

1 m^2 devordan havoga o'tayotgan issiqlik miqdorini hamda devorning ikkala tomon yuzasining haroratlarini aniqlang.

Yechish.

1 m^2 devordan havoga o'tayotgan issiqlik miqdorini quyidagi tenglama yordamida aniqlaymiz:

$$q = k \cdot (t_{f1} - t_{f2}) = 2,17 \cdot (600 - 30) = 1240 \text{ Vt/m}^2$$

bu tenglamada k – issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{23,2} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{1}{9,3}} = 2,17 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Devor yuzasining harorati

$$t_{w1} = t_{f1} - q \cdot \frac{1}{\alpha_1} = 600 - 1240 \cdot \frac{1}{23,2} = 546 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{f2} + q \cdot \frac{1}{\alpha_2} = 30 + 1240 \cdot \frac{1}{9,3} = 163 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4-masala

Ichki diametri $d_1 = 200$ mm va tashqi diametri $d_2 = 216$ mm bo'lgan bug' uzatkich quvuri qalinligi $\delta = 120$ mm bo'lgan izolyatsiya qatlami bilan qoplangan. Bug'ning harorati $t_{f1} = 300$ °C, havoning harorati $t_{f2} = 25$ °C. Bug' tomonidagi issiqlik berish koeffitsiyenti $\alpha_1 = 116$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, tashqari tomonidagisi $\alpha_2 = 9,9$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, quvurning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\lambda_1 = 46,4$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, izolyatsiya qatlamidiki $\lambda_2 = 0,116$ $\text{Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Izolyatsiya bilan qoplangan bug' o'tkazgich quvurining issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K ni, issiqlik miqdori q ni va izolyatsiya qatlamining tashqi yuza harorati t_{w2} ni aniqlang.

Yechish.

Ko'p qatlamli silindrsimon devor uchun

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_1} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_2} \cdot \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_3}} =$$
$$= \frac{1}{\frac{1}{116 \cdot 0,2} + \frac{1}{2 \cdot 46,4} \cdot \ln \frac{216}{200} + \frac{1}{2 \cdot 0,116} \cdot \ln \frac{456}{216} + \frac{1}{9,9 \cdot 0,456}} = 0,29 \frac{\text{Vt}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Shunday qilib, $K = 0,29 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, bu tenglamada d_3 - izolyatsiya qatlamining diametri, m.

quvurning 1 m uzunligidan o'zatilayotgan issiqlik

$$q = k \cdot \pi \cdot (t_{f_1} - t_{f_2}) = 0,29 \cdot 3,14 \cdot 275 = 250 \text{ Vt/m.}$$

Izolyatsiya qatlamining tashqi yuzasidagi harorat

$$t_{w_2} = t_{f_2} + \frac{q}{\pi} \cdot \frac{1}{d_2 \cdot d_3} = 25 + \frac{250}{3,14 \cdot 9,9 \cdot 0,456} = 42,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5-masala

Qalinligi $\delta = 10 \text{ mm}$ devorning sovutilayotgan tomoni qovurg'аланan. qovurg'аланish ko'effitsiyenti $\frac{F_2}{F_1} = 13$. Devorning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti $\lambda = 46,5 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Issiqlik berish ko'effitsiyentlari $\alpha_1 = 232 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, $\alpha_2 = 11,6 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, haroratlar $t_{f_1} = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_{f_2} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Devorning 1 m² yuzasidan uzatilayotgan issiqlik miqdorini toping.

Yechish

qovurg'asimon devorning issiqlik uzatish ko'effitsiyenti:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{F_1}{F_2}} = \frac{1}{\frac{1}{232} + \frac{0,01}{46,5} + \frac{1}{11,6} \cdot \frac{1}{13}} = 89,5 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

uzatilayotgan issiqlik

$$q = k \cdot (t_{f_1} - t_{f_2}) = 89,5 \cdot (75 - 15) = 5370 \text{ Vt/m}^2$$

Agar devor silliq bo'lganda

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{23,2} + \frac{0,01}{46,5} + \frac{1}{11,6}} = 11,1 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

va

$$q = 11,1 \cdot (75 - 15) = 665 \text{ Vt/m}^2$$

Hisoblash natijalaridan ko'rinib turibdiki, yuzaning qovurg'аланishi issiqlik uzatishni 8,1 marta ko'paytirdi.

2- vazifa

Qalinligi δ ga teng tekis devorning bir tomonida harorati t_2 li issiq gaz, ikkinchi tomonida harorati t_c li suv bor. Devorning issiqlik qabul qilish koeffitsiyenti α_1 , issiqlik berish koeffitsiyenti α_2 . Devorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti - λ_d .

Devorning issiqlik uzatish koeffitsiyenti K ni, solishtirma issiqlik oqimi q ni va yuza haroratlarini toping. Shuningdek devorning suv tomoni qalinligi δ_2 li quyqa bilan qoplanga yuqorida topilishi lozim bo'lgan parametrlar qaysi tomonga o'zgarishini hisoblab ko'ring.

Masalani yechish uchun ma'lumotlar 11 jadvalda keltirilgan.

Jadval 2

Shiftning oxirgi soni	δ_d , mm	λ_d , $Vt/m^\circ C$	α_2 , $Vt/m^2^\circ C$	t_2 , $^\circ C$	Shiftning oxiridan oldingi soni	δ_2 , mm	λ_2 , $Vt/m^2^\circ C$	α_1 , $Vt/m^2^\circ C$	t_s , $^\circ C$
0	12	60	15	700	0	2,5	0,90	1200	100
1	14	58	12	750	1	3,0	0,92	1250	95
2	16	56	10	600	2	3,5	0,88	1300	105
3	18	54	8	500	3	4,0	0,90	1350	95
4	20	52	6	550	4	4,5	0,94	1400	115
5	22	50	5	580	5	5,0	0,96	1450	85
6	24	48	4	620	6	5,5	0,95	1500	125
7	26	46	3	640	7	6,0	1,00	1550	65
8	28	44	3	650	8	6,5	1,05	1600	90
9	30	42	3	680	9	7,0	0,97	1650	80

6-masala

Binoning devorlari - keramzitli betondan tashkil topgan bir qatlamli to'siq orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlansin.

quyidagi ma'lumotlar qabul qilinadi:

$\delta = 0,36$ m - devor qalinligi;

$\lambda = 0,75$ $Vt/(m \cdot K)$ - keramzitbetonning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

$t_v = 18$ $^\circ C$ - ichki havo harorati;

$t_T = -10$ $^\circ C$ - tashqi havo harorati;

$\alpha_1 = 7,7$ $Vt/m^2 \cdot K$ - devorning ichki sirtiga issiqlik berilish koeffitsiyenti;

$\alpha_2 = 23$ $Vt/m^2 \cdot K$ - devorning tashqi sirtidan issiqlik berish koeffitsiyenti;

$v = 3,9 \text{ m/s}$ - shamolning tezligi;

qo'shimcha ma'lumotlar:

$$\epsilon_N = \epsilon_V = \epsilon_0 = 0,9; \quad F_V = 18 \text{ m}^2; \quad F_H = 72 \text{ m}^2.$$

Yechish

Ichki issiq havo muhitidan devorning ichki sirtiga issiqlik berishga termik qarshilikni topamiz:

$$R_1 = 1/\alpha_1 = 1/7,7 = 0,13 \text{ m}^2\text{K/Vt}$$

Devorning issiqlik o'tkazuvchanlikka termik qarshiligi:

$$R_0 = \delta/\lambda = 0,36/0,75 = 0,48 \text{ m}^2\text{K/Vt}$$

Devorning tashqi sirtidan tashqi o'rab turuvchi muhitga issiqlik berishga termik qarshiligi:

$$R_2 = 1/\alpha_2 = 1/23 = 0,0435 \text{ m}^2\text{K/Vt}$$

Devorning to'la termik qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 0,13 + 0,48 + 0,0435 = 0,653 \text{ m}^2\text{K/Vt}$$

Devorning issiqlik uzatish koeffitsiyenti:

$$K = 1/R = 1,53 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Devor orqali o'tayotgan issiqlik oqimining zichligi:

$$q = K (t_i - t_e) = 1,53 (18 - 10) = 12,48 \text{ Vt/m}^2$$

Devor ichki sirtining harorati quyidagicha aniqlanadi:

$$t_{e1} = t_i - q R_1 = 18 - 12,48 \cdot 0,13 = 12,4 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Devor tashqi sirtining harorati quyidagicha aniqlanadi:

$$t_{e2} = t_e + q R_2 = 10 + 12,48 \cdot 0,0435 = 10,54 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Devorning ichki sirtiga issiqlik berishining konvektiv tashkil etuvchisi quyidagicha topiladi:

$$\alpha_{K1} = A_1 \times A_2 \times \sqrt[3]{\Delta t}$$

bunda A_1 koeffitsiyenti aniqlovchi haroratga bog'liq:

$$t_A = \frac{t_B - t_{C1}}{2}$$

$t_A, \text{ }^\circ\text{C}$	0	20
A_1	1,69	1,66

A_2 ning qiymatlari issiqlik beruvchi yuzaning yo'nalishiga bog'liq:

To'siq sirtining yo'nalishi	A_2
Vertikal	1
Gorizontal	1
Issiq tomoni yuqoriga yoki sovuq tomon pastga qaratilgan	1,3
Issiq tomon pastga yoki sovuq tomon yuqoriga qaratilgan	0,7

$$\alpha_{K1} = 1,66 \times \sqrt[3]{t_B - t_{C1}} = 1,66 \times \sqrt[3]{18 - 12,4} = 2,95 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

$\varepsilon_N = \varepsilon_V = \varepsilon_0 = 0,9$; $F_V = 18 \text{ m}^2$; $F_H = 72 \text{ m}^2$ larni qabul qilib, quyidagi formuladan devor ichki sirtining keltirilgan nurlanish koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$\varepsilon_{\text{IP}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_B} + \frac{F_B}{F_0} \times \left(\frac{1}{\varepsilon_0} - 1 \right)}$$

bunda ε_V - qaralayotgan to'siq ichki sirtining nurlanish koeffitsiyenti;

ε_0 - to'siqni o'rab turuvchi ichki sirlarning nurlanish koeffitsiyenti;

F_i - qaralayotgan to'siq ichki sirtining yuzasi;

F_t - to'siqni o'rab turuvchi ichki sirlarning yuzasi.

$$\varepsilon_{\text{IP}} = \frac{1}{\frac{1}{0,9} + \frac{18}{72} \times \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right)} = 0,878$$

Harorat koeffitsiyentini quyidagi formuladan topamiz:

$$B = 0,81 + 0,01 \cdot \frac{t_0 + t_{C1}}{2}$$

bunda, t_0 - to'siqni o'rab turuvchi sirlarning o'rtacha harorati.

Hisoblashlarda $t_0 = t_V$ deb qabul qilinadi.

$$B = 0,81 + 0,01 \cdot \frac{18 + 12,4}{2} = 0,962$$

Nurlanishning issiqlik berish koeffitsiyenti kuyidagicha topiladi:

$$\alpha_{H1} = \varepsilon_{\text{IP}} \cdot C_0 \cdot B$$

bunda, $S_0 = 5,7 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ - absolyut qora jismning nurlanish koeffitsiyenti.

$$\alpha_{N1} = 0,878 \cdot 5,7 \cdot 0,962 = 4,81 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Issiqlik berishning konvektiv tashkil etuvchisi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\alpha_{K2} = 10 \times \sqrt[3]{v}$$

bunda v - shamol oqimining tezligi, m/s.

$$\alpha_{K2} = 10 \times \sqrt[3]{3,9} = 19,7 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Tashqi sirt nurlanishining harorat koeffitsiyenti

$$B = 0,81 + 0,01 \times \frac{t_{C2} + t_H}{2} = 0,719$$

$\varepsilon_i = \varepsilon_0 = 0,9$ qabul qilib, quyidagi formuladan tashqi sirtning issiqlik berish-nurlanishining tashkil etuvchisini topamiz:

$$\alpha_{N2} = \varepsilon_{pr} \cdot S_0 \cdot V = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 5,7 \cdot 0,719 = 3,3 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

bunda, ε_N - qaralayotgan to'siqning tashqi sirtidagi nurlanish koefitsiyenti;

ε_0 - atrofda o'rab turuvchi tashqi sirtlarning nurlanish koefitsiyenti.

Olingan natijalar jadval ko'rinishiga keltiriladi.

t_{C1}	t_{C2}	R	K	q	α_{K1}	α_{N1}	α_{K2}	α_{N2}
$^{\circ}\text{C}$		$\text{m}^2 \cdot \text{K/Vt}$	$\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$	Vt/m^2	$\text{Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$			
12,4	-8,1	0,653	1,53	42,8	2.95	4.81	19.7	3,3

7-masala

Binoning devorlari - ohak-qumli suvoq - keramzitbeton -sement-qumli suvoqdan iborat bo'lgan ko'p qatlamli to'siq orqali issiqlik uzatish koefitsiyenti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlansin.

quyidagi ma'lumotlar qabul qilinadi:

$\delta_1 = 0,01 \text{ m}$ -ohak-qumli suvoqning qalinligi;

$\lambda_1 = 0,47 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ -ohak-qumli suvoqning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti;

$\delta_2 = 0,36 \text{ m}$ - keramzitbetonning qalinligi;

$\lambda_2 = 0,75 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ -keramzitbetonning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti;

$\delta_3 = 0,01 \text{ m}$ - sement-qumli suvoqning qalinligi;

$\lambda_3 = 0,58 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ - sement-qumli suvoqning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti;

$t_v = 20^{\circ}\text{C}$ - ichki havo harorati;

$t_t = -8^{\circ}\text{C}$ - tashqi havo harorati;

$\alpha_1 = 7,8 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$ - devorning ichki sirtiga issiqlik berish koefitsiyenti;

$\alpha_2 = 23,2 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$ - devorning tashqi sirtidan issiqlik berish koefitsiyenti;

$v = 3,9 \text{ m/s}$ - shamolning tezligi.

qo'shimcha ma'lumotlar:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_t = \varepsilon_0 = 0,9;$$

$$F_i = 18 \text{ m}^2; \quad F_t = 72 \text{ m}^2.$$

Yechish

Devor ichki sirtiga issiqlik berishga termik qarshilikni aniqlaymiz:

$$R = 1/\alpha_1 = 1/7,8 = 0,128 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}.$$

Devor qatlamlarining issiqlik o'tkazuvchanlikka termik qarshiliklari:

$$R_{01} = \delta_1/\lambda_1 = 0,01/0,47 = 0,0213 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt};$$

$$R_{02} = \delta_2/\lambda_2 = 0,36/0,75 = 0,48 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt};$$

$$R_{03} = \delta_3/\lambda_3 = 0,01/0,58 = 0,0172 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}.$$

Devor tashqi sirtidan berishga termik qarshilik:

$$R_2 = 1/\alpha_2 = 1/23,28 = 0,0429 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}.$$

Devorning to'la termik qarshiligi:

$$R = R_1 + R_{01} + R_{02} + R_{03} + R_2 = 0,69 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{Vt}.$$

Devorning issiqlik o'tatish koeffitsiyenti:

$$K = 1/R = 1,45 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Devor orqali issiqlik oqimining zichligi:

$$q = K \cdot (t_v - t_n) = 1,45 \cdot (20 + 8) = 40,59 \text{ Vt}/\text{m}^2$$

Devor ichki sirtining temperaturasi:

$$t_{c1} = t_v - q \cdot R_1 = 20 - 40,59 \cdot 0,128 = 14,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Devorning birinchi va ikkinchi qatlamlari orasidagi harorat

$$t_1 = t_B - q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right) = 20 - 40,59 \cdot (0,128 + 0,0213) = 13,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Devorning ikkinchi va uchinchi qatlamlari orasidagi harorat

$$t_2 = t_B - q \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) = -1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Devor tashqi sirtining harorati:

$$t_{c2} = t_n + q \cdot R_2 = -1,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Devor ichki sirtiga issiqlik berishning konvektiv tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{k1} = 1,66 \times \sqrt[3]{t_B - t_{c1}} = 2,48 \text{ Vt}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$$

Devor ichki sirtining keltirilgan nurlanish koeffitsiyenti:

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{0,9} + \frac{18}{72} \cdot \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right)} = 0,878$$

Devor ichki sirtining harorat koeffitsiyenti:

$$B = 0,81 + 0,01 \cdot \frac{20 + 14,8}{2} = 0,984$$

Devor ichki sirtiga nurlanish orqali issiqlik berishning tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{\Lambda_1} = 0,878 \cdot 5,7 \cdot 0,984 = 4,87 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Devor tashqi sirtining issiqlik berishining konvektiv tashkil etuvchisi

$$\alpha_{\kappa_2} = 10 \cdot \sqrt{3,9} = 19,5 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Devor tashqi sirti nurlanishining harorat koeffitsiyenti

$$B = 0,81 + 0,01 \cdot \frac{-1,9 - 8,0}{2} = 0,769$$

Devor tashqi sirtining nurlanish orqali tashkil etuvchisi

$$\alpha_{\Lambda_2} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 5,7 \cdot 0,719 = 3,3 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

8-masala

Havo oraliq qatlami bo'lgan ikki qavat oynali to'siq orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlansin.

quyidagi ma'lumotlar qabul qilinadi:

$\delta = 0,003 \text{ m}$ - deraza oynasining qalinligi;

$\lambda = 0,75 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ - oynaning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;

$t_V = 20^\circ \text{C}$ - ichki havo harorati;

$t_N = -8^\circ \text{C}$ - tashqi havo harorati;

$\alpha_1 = 8,3 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$ - oyna qoplangan ichki sirtning issiqlik berish koeffitsiyenti;

$\alpha_2 = 23 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$ - oyna qoplangan tashqi sirtning issiqlik berish koeffitsiyenti;

$R_{VP} = 0,17 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/Vt}$ - ikki qavat oyna qoplangan havo oraliqli qatlamning termik qarshiligi;

$v = 3,9 \text{ m/s}$ - shamolning tezligi.

qo'shimcha ma'lumotlar:

$\varepsilon_i = \varepsilon_t = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,93$ - ichki va tashqi oyna sirtlarining nurlanish koeffitsiyentlari;

$\varepsilon_0 = 0,95$ - ichki va tashqi o'rab turuvchi to'siqlarning nurlanish koeffitsiyenti;

$F_i = 3 \text{ m}^2$ - oyna qoplangan sirtlarning yuzasi;

$F_t = 60 \text{ m}^2$ - ichki o'rab turuvchi to'siq sirtlarining yuzasi.

Yechish

Oyna qoplangan ichki sirtga termik qarshilik:

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_1} = 0,12 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/Vt}$$

Oyna qoplangan tashqi sirtidan termik qarshilik:

$$R_2 = \frac{1}{\alpha_2} = 0,0435 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/Vt}$$

Oyna qoplangan to'siqning to'la termik qarshiligi:

$$R = R_1 + R_{VP} + R_2 = 0,333 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/Vt}$$

Oyna qoplangan to'siqning issiqlik uzatish koeffitsiyenti:

$$K = \frac{1}{R} = 1,45 \text{ Vt/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Oyna qoplangan to'siq orqali issiqlik oqimining zichligi:

$$q = K \cdot (t_V - t_H) \approx 62,88 \text{ Vt/m}^2$$

Oyna qoplangan to'siq ichki sirtining harorati:

$$t_{C1} = t_V - q \cdot R_1 = 10,4 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Oyna qoplangan to'siq ichki sirtining harorati:

$$t_{C2} = t_R - q \cdot R_2 = -0,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Oyna qalinligi bo'yicha haroratlar farqi $t_{C1} - t_1 \approx t_{C2} - t_2 \approx 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ dan oshmaydi va hisoblashlarda $t_1 = t_{C1}$, $t_2 = t_{C2}$ olinadi.

Oynalar orasidagi havo oraliqli qatlamning issiqlik berish koeffitsiyenti:

$$\alpha_{BII} = \frac{1}{R_{BII}} = 5,88 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Havo oraliqli qatlamning issiqlik berishining konvektiv tashkil etuvchisi:

$$\alpha = 0,7 \cdot (t_1 - t_2)^{\frac{1}{3}} = 1,54 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Havo oraliq qatlamidagi keltiritgan nurlanish koeffitsiyenti:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{0,93} + \left(\frac{1}{0,93} - 1 \right)} = 0,869$$

$$T_1 = 273 + t_1 = 283,4 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + t_2 = 272,4 \text{ K}$$

Havo oraliqli qatlamning issiqlik berishning nurlanish tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{ABII} = \varepsilon_{\Gamma\P} \cdot C_0 \cdot \frac{\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4}{t_1 - t_2} = 4,26 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Ichki sirtning issiqlik berishining konvektiv tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{K1} = 1,66 \times \sqrt[3]{t_B - t_{C1}} = 3,26 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}.$$

Ichki sirtning keltirilgan nurlanish ko'effitsiyenti:

$$\varepsilon_{\text{TP}} = \frac{1}{\frac{1}{0,93} + \frac{3}{60} \cdot \left(\frac{1}{0,95} - 1 \right)} = 0,928 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Harorat ko'effitsiyenti

$$B = 0,81 + 0,01 \cdot \frac{20 + 10,4}{2} = 0,962.$$

Oyna qoplangan ichki sirtiga nurlanish orqali issiqlik berishning tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{\Lambda 1} = 0,928 \cdot 5,7 \cdot 0,962 = 5,03 \text{ , Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Oyna qoplangan tashqi sirtidan issiqlik berishning konvektiv tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{K2} = 10 \cdot \sqrt{3,9} = 19 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Tashqi sirtning nurlanish harorat ko'effitsiyenti:

$$B = 0,81 + 0,01 \times \frac{-0,3 - 8}{2} = 0,768.$$

Oyna qoplangan tashqi sirtidan nurlanish orqali issiqlik berishning tashkil etuvchisi:

$$\alpha_{\Lambda 2} = 0,93 \cdot 0,95 \cdot 5,7 \cdot 0,768 = 3,99 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Olingan natijalar jadval ko'rinishiga keltiriladi:

t_{C1}	t_{C2}	R	K	Q	α_{K1}	α_{L1}	α_{KVP}	α_{LVP}	α_{K2}	α_{L2}
$^{\circ}\text{C}$		$\text{m}^2 \cdot \text{K/Vt}$	$\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$	Vt/m^2	$\text{Vt/m}^2 \cdot \text{K}$					
10,4	-0,3	0,33	2,99	62,8	3,26	5,03	1,54	4,26	19,0	3,99

3-vazifa

Binoning devorlari:

- sement-qumli qorishma suvoqli oddiy loydan tayyorlangan g'ishtdan;
- sement-qumli qorishma suvoqli silikatli g'ishtdan tashkil topgan bir qatlamli to'siq orqali issiqlik uzatish ko'effitsiyenti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlansin.

Hisoblashlar uchun ma'lumotlar 1,2,3 jadvallardan olinadi.

qo'shimcha ma'lumotlar:

$$\varepsilon_V = \varepsilon_0 = \varepsilon_N = 0,9; \quad F_V = 15 \text{ m}^2; \quad F_O = 60 \text{ m}^2.$$

4-vazifa

Binoning devorlari:

a) ohak-qumli suvoq - sement-qumli qotishma ustida terilgan g'isht - sement-qumli suvoq;

b) ohak-qumli suvoq - temirbeton - sement-qumli suvoqdan tashkil topgan ko'p qatlamli to'siq orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlansin.

Hisoblashlar uchun ma'lumotlar 3,4,6 jadvallardan olinadi.

qo'shimcha ma'lumotlar:

$$\varepsilon_V = \varepsilon_0 = \varepsilon_N = 0,9; F_V = 15 \text{ m}^2; F_0 = 60 \text{ m}^2.$$

5-vazifa

Havo oraliq qatlami bo'lgan ikki qavat oynali to'siq orqali issiqlik uzatish koeffitsiyenti K va issiqlik oqimining zichligi q aniqlansin.

Hisoblashlar uchun ma'lumotlar 3,7 jadvallardan olinadi.

qo'shimcha ma'lumotlar:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_t = 0,93; \quad \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,93; \quad \varepsilon_0 = 0,95; \quad F_V = 3 \text{ m}^2; F_0 = 60 \text{ m}^2.$$

Jadval 3

Devor-to'siq materialining nomi	δ, m	$\lambda, \text{Wt/(m} \cdot \text{K)}$
1. Sement-qumli qotishma suvoqli oddiy loydan tayyorlangan g'isht	0,36	0,56
2. Sement-qumli qotishma suvoqli silikatli g'isht	0,36	0,7
3. Temirbeton	0,2	1,69
4. Sement-qumli suvoq	0,01	0,58
5. Oxak-qumli suvoq	0,01	0,47
6. Deraza oynasi	0,003	0,75

Uy-joy va jamoat binolaridagi ichki havo haroratlari

Jadval 4

Binolar nomi	$t_i, ^\circ\text{C}$	Variant
Uy-joylar	18	1,2,3,4
Davolash muassasalari	20	5,6,7
Bolalar muassasalari	20	8,9,10,11
Maktablar va laboratoriyalar	16	12,13,14
Do'konlar	15	15,16,17
Teatrlar va klublar	18	18,19,20

Jadval 5

Variant №	Topshiriq	$t_i, ^\circ\text{C}$	$\alpha_1, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\alpha_1, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$v, \text{m/s}$
1	2	3	4	5	6
1	a	-3	7,3	23	3,8
2	a	-5	7,4	23	3,8
3	b	-3	7,5	23	3,7
4	b	-5	7,6	24	4,2
5	a	-1	7,5	23	3,7
6	a	-3	7,6	24	4,1
1	2	3	4	5	6
7	a	-5	7,7	25	4,6
8	b	-1	7,6	24	4,1
9	b	-3	7,7	25	4,6
10	b	-5	7,7	26	5,0
11	b	-7	7,8	26	5,1
12	a	-7	7,5	27	5,5
13	a	-9	7,5	26	5,1
14	b	-11	7,5	25	4,7
15	b	-11	7,6	24	4,3
16	a	-9	7,4	23	3,8
17	a	-7	7,3	24	4,2
18	b	-7	7,6	25	4,6
19	b	-9	7,7	26	5,1
20	b	-11	7,8	27	5,6

Jadval 6

Variant №	Topshiriq	$t_n, ^\circ\text{C}$	$\alpha_1, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\alpha_2, \text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$v, \text{m/s}$
1	a	-3	7,3	22,4	3,8
2	a	-5	7,4	23	3,8
3	b	-3	7,4	18,7	3,0
4	b	-5	7,5	24,7	4,2
5	a	-1	7,4	26,2	4,5
6	a	-3	7,5	27,2	4,7
7	a	-5	7,5	28,7	5,0
8	b	-1	7,5	27,3	4,7
9	b	-3	7,6	26,3	4,5
10	b	-5	7,7	24,8	4,2
11	b	-7	7,7	23,8	4,0

Variant №	Topshiriq	$t_N, ^\circ\text{C}$	$\alpha_1, \text{Vt}/(\text{m}^2\text{K})$	$\alpha_2, \text{Vt}/(\text{m}^2\text{K})$	$v, \text{m/s}$
12	a	-7	7,3	24,8	4,2
13	a	-9	7,3	26,3	4,5
14	b	-11	7,5	27,3	4,7
15	b	-11	7,5	28,8	5,0
16	a	-9	7,3	29,7	5,2
17	a	-7	7,2	28,7	5,0
18	b	-7	7,5	27,8	4,8
19	b	-9	7,5	26,8	4,6
20	b	-11	7,6	25,8	4,4

Jadval 7

Variant №	$t_i, ^\circ\text{C}$	$t_l, ^\circ\text{C}$	$\alpha_1, \text{Vt}/(\text{m}^2\text{K})$	$\alpha_2, \text{Vt}/(\text{m}^2\text{K})$	$R_{VP} (\text{m}^2 \text{K})/\text{Vt}$	$v, \text{m/s}$
1	2	3	4	5	6	7
1	18	-11	8,6	25,6	0,169	4,4
2	18	-9	8,5	26,7	0,172	4,6
3	18	-7	8,4	27,8	0,173	4,8
4	15	-7	8,2	28,7	0,174	5,0
5	15	-9	8,3	29,7	0,175	5,2
6	15	-11	8,3	28,6	0,175	5,0
7	16	-11	8,4	27,1	0,1756	4,7
8	16	-9	8,3	26,2	0,175	4,5
9	16	-7	8,3	24,8	0,175	4,2
10	20	-7	8,6	23,8	0,173	4,0
11	20	-5	8,5	24,9	0,171	4,2
12	20	-3	8,5	26,5	0,169	4,5
13	20	-1	8,4	27,6	0,169	4,7
14	20	-5	8,6	28,9	0,169	5,0
15	20	-3	8,5	27,5	0,169	4,7
16	20	-1	8,4	26,6	0,169	4,5
17	18	-5	8,4	24,9	0,170	4,2
18	18	-3	8,3	19,0	0,170	4,0
19	18	-5	8,4	22,7	0,171	3,8
20	18	-3	8,3	23,0	0,171	3,8

9-masala

Jami issiqlik yo'qotishlar aniqlansin:

1. a) issiqlik saqlaydigan qatlamsiz;
- b) issiqlik saqlaydigan qatlamli;

tomli shipga ega bo'lgan, 3-chi qavatning burchagidagi, ikki qavat oyna qoplangan 3-ta derazali xonasi uchun [(1,1 rasm, 3 qavat), 1 va 2 rasmlar].

2. 2-chi qavatning burchagidagi, ikki qavat oyna qoplangan 2-ta derazali xonasi uchun [(1 rasm, 2 qavat); 1 va 2 rasmlar].

3. a) yer ustidagi (issiqlik saqlaydigan qatlamsiz) polga [1.1; 1 rasm].

b) lagalar ustidagi (issiqlik saqlaydigan qatlamli) polga [1.b; 2 rasm].

v) yerto'la ustidagi polga ega bo'lgan, 1-chi qavatning ikki qavat qoplangan 1-ta derazali oraliq xonasi uchun.

Hisoblashlar uchun ma'lumotlar:

$t_v = 18^\circ\text{C}$ - ichki havo harorati;

$K_1 = 1,05 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ - tashqi devor uchun;

$K_2 = 2,65 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ - ikki qavat oyna qoplangan derazalar uchun;

$K_3 = 0,815 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ - tomli ship uchun;

$n_3 = 0,7$ - issiqlik saqlaydigan qatlamli ship uchun;

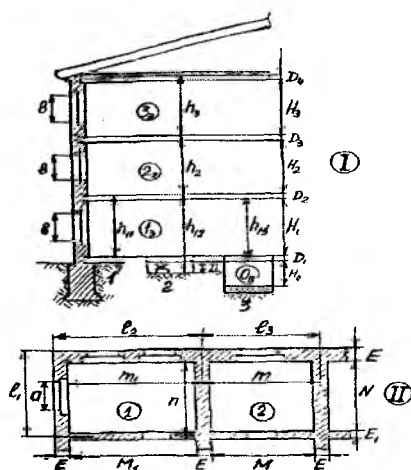
$K_4 = 0,64 \text{ Vt/m}^2\cdot\text{K}$ - pol uchun;

$n_4 = 0,6$ - yerto'la ustidagi pol uchun;

$\delta_n = 0,04 \text{ m}$; $\lambda_n = 0,175 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$ - taxtali pol uchun;

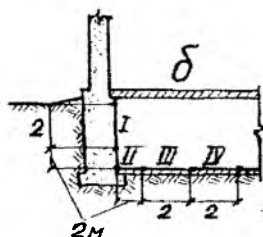
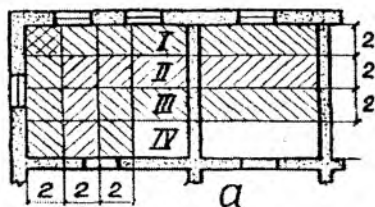
$\delta_o = 0,2 \text{ m}$; $\lambda_o = 0 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$ - havo qatlamli oraliq uchun;

$t_N = -2^\circ\text{C}$ - tashqi havoning harorati;



Rasm 1. Issiqlik uzatuvchi to'siqlarni o'lchash sxemasi:

I - binoning ko'ndalang kesimi: 1 - yer ustida pol; 2-lagalar ustida pol; 3 - yerto'la yoki pol osti; 1e - birinchi qavat; 2e - oraliq qavat; 3e - uchinchi qavat; II - binoning rejasi: 1 - burchakdagi xonalar; 2 - oraliq xonalar



Rasm 2. Pol (a) yoki yerdan pastga chuqurlashtirilgan devorlar (b) orqali issiqlik yo'qotishni aniqlash sxemasi:

I - birinchi zona (0 - 2 m); II - ikkinchi zona (2 - 4 m); III - uchinchi zona (4 - 6 m); IV - to'rtinchi zona (6 m va undan ortiq).

$N_1 = N_2 = N_3 = 2,6$ m; $Y_e = 0,38$ m; $Y_{e1} = 0,26$ m;

$M_1 = 8$ m; $M = 6,5$ m; $N = 4$ m; $a = 1,9$ m; $v = 1$ m.

$D_1 = 0,03$ m - yer va lagalar ustidagi pollar uchun (1 va 2 rasmlar);

$D_1 = 0,25$ m - yertula ustidagi pol uchun;

$D_0 = 0,2$ m; $H_0 = 2$ m; $Y_e = 0,38$ m; $Y_{e1} = 0,26$ m; $D_2 = D_3 = D_4 = 0,25$.

Yechish.

1. a) issiqlik saqlaydigan qatlamsiz;

b) issiqlik saqlaydigan qatlamli to'rtinchi qavatga ega bo'lgan, 3-chi qavatning burchagidagi, ikki qavat oyna qoplangan 3-ta derazali xonasi uchun (1, 3e; 2 rasm). 3 ta derazaning yuzasi: $F_2 = 3 \cdot a \cdot v = 3 \cdot 1,9 \cdot 1 = 5,7$ m².

Tashqi devorlar o'lchamlari: $l_1 = E + N - (E_1/2) = 0,38 + 4 + 0,13 = 4,5$ m;

$l_2 = E + M_1 + (E/2) = 0,38 + 8 + 0,19 = 8,6$ m;

$h_3 = H_3 + D_4 = 2,6 + 0,25 = 2,8$ m.

Tashqi devorlarning yuzasi:

$F_1 = (l_1 + l_2) \cdot h_3 - F_2 = (4,5 + 8,6) \cdot 2,8 - 5,7 = 31$ m².

Shipning o'lchamlari:

$m_1 = M_1 + (E/2) = 8 + 0,19 = 8,19$ m; $n = N + (E_1/2) = 4 + 0,13 = 4,13$ m².

Shipning yuzasi:

$F_3 = m_1 \cdot n = 8,19 \cdot 4,13 = 33,8$ m².

Tashqi devorlar orqali issiqlik yo'qotishlar:

$$Q_1 = F_1 \cdot K_1 \cdot (t_B - t_H) = 31 \cdot 1,05 \cdot 20 = 651 \text{ Vt.}$$

Ichki devorlar orqali issiqlik yo'qotishlar hisobga olinmaydi, chunki qo'shni xonalar ham isitiladi.

Derazalar orqali issiqlik yo'qotishlar:

$$Q_2 = F_2 \cdot K_2 \cdot (t_B - t_H) = 5,7 \cdot 2,65 \cdot 20 = 302,1 \text{ Vt.}$$

Ship orqali issiqlik yo'qotishlar:

a) issiqlik saqlaydigan qatlamsiz bo'lganda:

$$Q_3 = F_3 \cdot K_3 \cdot (t_B - t_H) = 33,8 \cdot 0,815 \cdot 20 = 550,9 \text{ Vt.}$$

b) issiqlik saqlaydigan qatlamli bo'lganda:

$$Q_2 = F_3 \cdot K_3 \cdot n_3 \cdot (t_B - t_H) = 33,8 \cdot 0,815 \cdot 0,7 \cdot 20 = 385 \text{ Vt.}$$

Pol orqali issiqlik yo'qotishlar hisobga olinmaydi, chunki 2-qavatdagi xonalar ham isitiladi.

Xonadagi jami issiqlik yo'qotishlar:

a) issiqlikni saqlaydigan qatlamsiz bo'lganda:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 651 + 302,1 + 550,9 = 1504 \text{ Vt;}$$

b) issiqlikni saqlaydigan qatlamli bo'lganda

$$Q = 651 + 302,1 + 385 = 1338,1 \text{ Vt.}$$

2. 2-chi qavatning burchagidagi, ikki qavat oyna qoplangan 2-ta derazali xonasi uchun (1.1, 2 o'; 2.1 rasm).

2 -ta derazaning yuzasi: $F_2 = 2 \cdot a \cdot v = 2 \cdot 1,9 \cdot 1 = 3,8 \text{ m}^2$.

Tashqi devorlarning o'lchamlari: $l_1 = 4,5 \text{ m}$; $l_2 = 8,6 \text{ m}$; $h_3 = 2,8 \text{ m}$.

Tashqi devorlarning yuzasi: $F_1 = (4,5 + 8,6) \cdot 2,8 - 3,8 = 32,9 \text{ m}^2$.

Tashqi devorlar orqali issiqlik yo'qotishlar:

$$Q_1 = 32,9 \cdot 1,05 \cdot 20 = 690,9 \text{ Vt.}$$

Derazalar orqali issiqlik yo'qotishlar:

$$Q_2 = 3,9 \cdot 2,65 \cdot 20 = 201,4 \text{ Vt.}$$

Ichki devorlar, ship va pol orqali issiqlik yo'qotishlar hisobga olinmaydi, chunki qo'shni xonalar hamda 3- va 1 - chi qavatdagi xonalar ham isitiladi.

Jami issiqlik yo'qotishlar: $Q = Q_1 + Q_2 = 892,3 \text{ Vt.}$

3. a) yer ustidagi (issiqlik saqlaydigan qatlamsiz) polga (1.1, 1 rasm);

b) lagalar ustidagi (issiqlik saqlaydigan qatlamli) polga (1.1, 2 rasm);

v) yerto'la ustidagi polga (1.1, 3 rasm) ega bo'lgan, 1-chi qavatning, ikki qavat oyna qoplangan 1- ta derazali oraliq xonasi uchun:

Deraza yuzasi: $F_2 = 1,9 \cdot 1 = 1,9 \text{ m}^2$.

Tashqi devor yuzasi: $l_3 = M + 2 \cdot (E/2) = 6,5 + 0,38 = 6,9 \text{ m}$;

yer ustidagi pol a) $h_{11} = H_1 + D_2 = 2,6 + 0,25 = 2,8 \text{ m}$;
lagalar ustidagi pol b) $h_{12} = H_1 + D_2 + D_1 + D_0 = 2,6 + 0,25 + 0,03 + 0,2 = 3,1 \text{ m}$;
yerto'la ustidagi pol: v) $h_{13} = H_1 + D_2 + D_1 = 2,6 + 0,25 + 0,03 = 2,9 \text{ m}$.
Tashqi devorlar sirtining yuzasi:

$$\text{a) } F_1 = l_3 \cdot h_{11} - F_2 = 6,9 \cdot 2,8 - 1,9 = 17,4 \text{ m}^2$$

$$\text{a) } F_1 = l_3 \cdot h_{12} - F_2 = 6,9 \cdot 3,1 - 1,9 = 19,5 \text{ m}^2$$

$$\text{a) } F_1 = l_3 \cdot h_{13} - F_2 = 6,9 \cdot 2,9 - 1,9 = 18,1 \text{ m}^2$$

Polning o'lchamlari:

$$m = M + 2 \cdot (E/2) = 6,5 + 0,38 = 6,9 \text{ m};$$

$$n = N + E_1/2 = 4 + 0,13 = 4,1 \text{ m}.$$

Polning yuzasi:

$$F_4 = m \cdot n = 6,9 \cdot 4,1 = 28,3 \text{ m}^2.$$

Tashqi devorlar orqali issiqlik yo'qotishlar:

$$\text{a) } Q_1 = F_1 \cdot K_1 \cdot (t_B - t_H) = 17,4 \cdot 1,05 \cdot 20 = 365,4 \text{ Vt};$$

$$\text{a) } Q_1 = F_1 \cdot K_1 \cdot (t_B - t_H) = 19,5 \cdot 1,05 \cdot 20 = 409,5 \text{ Vt};$$

$$\text{a) } Q_1 = F_1 \cdot K_1 \cdot (t_B - t_H) = 18,1 \cdot 1,05 \cdot 20 = 380,1 \text{ Vt}.$$

Deraza orqali issiqlik yo'qotishlar:

$$Q_2 = F_2 \cdot K_2 \cdot (t_B - t_H) = 1,9 \cdot 2,65 \cdot 20 = 100,7 \text{ Vt}.$$

Pol soha-zonalarining yuzasi aniqlanadi.

Xonaning eni $N = 4 \text{ m}$ bo'lganda 2 zonadan iborat bo'ladi.

Zonalarining yuzasi: $F_{41} = F_{42} = 2 \cdot M = 2 \cdot 6,5 = 13 \text{ m}^2$.

Yer ustidagi polning termik qarshiligi:

$$R_p = \delta_p / \lambda_p = 0,04 / 0,075 = 0,228 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / Vt}.$$

Laga ustidagi polning termik qarshiligi:

$$R_0 = \delta_p / \lambda_p + \delta_0 / \lambda_0 = 8,196 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / Vt}.$$

Pol orqali issiqlik yo'qotishlar:

a) yer ustida

$$Q_4 = \left[\frac{F_{41}}{R_{\text{HП}}^1 + R_{\text{П}}} + \frac{F_{42}}{R_{\text{HП}}^2} \right] \cdot (t_B - t_H) = \left[\frac{13}{2,15 + 0,228} + \frac{13}{4,30 + 0,228} \right] \cdot 20 =$$

$$= (5,467 + 2,871) \cdot 20 = 166,8 \text{ Vt}$$

b) lagalar ustida

$$Q_4 = \left[\frac{F_{41}}{R_{H1}^1 + R_{\pi}} + \frac{F_{42}}{R_{H1}^2} \right] \cdot (t_B - t_H) = \left[\frac{13}{2,15 + 8,2} + \frac{13}{4,30 + 8,2} \right] \cdot 20 =$$

$$= (1,256 + 1,04) \cdot 20 = 45,9 \text{ Vt}$$

v) yerto'la orqali

$$Q_4 = F_4 \cdot K_4 \cdot n \cdot (t_v - t_n) = 28,3 \cdot 0,64 \cdot 0,6 \cdot 20 = 217,3 \text{ Vt}$$

Jami iss=lik yo'qotishlar:

$$a) Q = Q_1 + Q_2 + Q_4 = 365,4 + 100,7 + 166,8 = 632,9 \text{ Vt.}$$

$$b) Q = 409,5 + 100,7 + 45,92 = 556,1 \text{ Vt.}$$

$$v) Q = 380,1 + 100,7 + 217,3 = 698,1 \text{ Vt.}$$

Olingan natijalar (Q, Vt) jadvalga yoziladi:

3 qavatning burchakdagi xonasi		2 qavatning burchakdagi xonasi	1 qavatning oraliq xonasi		
a	v		a	b	v
1504	1338	982,3	632,9	556,1	698,1

6-vazifa

Jami issiqlik yo'qotishlar aniqlansin:

1. a) issiqlik saqlaydigan qatlamsiz,

b) issiqlik saqlaydigan qatlami, tomli shipga ega bo'lgan, 3-chi qavatning burchakdagi, ikki qavat oyna qoplangan 3-ta derazali xonasi uchun (I, I, 3 e; II, 1-rasm).

2. 2-chi qavatning burchakdagi, ikki qavat oyna qoplangan 2-ta derazali xonasi uchun (I, I, 2e; II, 1-rasm).

3. a) yer ustidagi (issiqlik saqlaydigan qatlamsiz) polga (I, I, 1 rasm),

b) lagalar ustidagi (issiqlik saqlaydigan qatlamlı) polga (I, I, 2-rasm),

v) yerto'la ustidagi polga (I, I, 3-rasm) ega bo'lgan, 1-chi qavatning, ikki qavat oyna qoplangan 1-ta derazali oraliq xonasi uchun.

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

$t_B = 18^\circ\text{C}$ - ichki havoning harorati,

$K_1 = 1,05 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$ - tashqi devor uchun,

$K_2 = 2,65 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$ - ikki qavat oyna qoplangan derazalar uchun,

$K_3 = 0,815 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$ - tomli ship uchun:

$n_3 = 0,7$ - issiqlik saqlaydigan qatlamlı ship uchun,

$K_4 = 0,64 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$ - pol uchun:

$n_4 = 0,6$ - yerto'la ustidagi pol uchun,

$\delta_n = 0,04 \text{ m}$; $\lambda_n = 0,175 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$ -taxtali pol uchun,

$\delta_0 = 0,2 \text{ m}$; $\lambda_0 = 0 \text{ Vt/m}\cdot\text{K}$ -havo qatlamli oraliq uchun.

$D_1 = 0,03 \text{ m}$ - yer va lagalar ustidagi pollar uchun (1,I, 1 va 2-rasm);

$D_1 = 0,25 \text{ m}$ - yerto'la ustidagi pollar uchun (1,I, 3-rasm);

$D_0 = 0,2 \text{ m}$; $N_0 = 2 \text{ m}$; $Y_e = 0,38 \text{ m}$; $Y_{e1} = 0,26 \text{ m}$; $D_2 = D_3 = D_4 = 0,25 \text{ m}$.

Variantlar bo'yicha kerakli ma'lumotlar 8-jadvaldan olinadi.

Jadval 8

Variant	$t_H, ^\circ\text{C}$	$N_1=N_2=N_3$ m	M_1 , m	M , m	N , m	a , m	v , m
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	2,8	7	6	5	2	1,6
2	-2	2,7	8	6,5	4,5	1,9	1,5
3	-4	2,6	9	7	4	1,8	1,4
4	0	2,6	7	7	3,5	1,7	1,3
5	-2	2,7	8	6,5	3,5	1,6	1,4
6	-4	2,8	9	6	4	1,5	1,5
7	0	2,7	7	6	4,5	1,6	1,6
8	-2	2,6	8	7	5	1,7	1,5
9	-4	2,7	9	6,5	5	1,8	1,4
10	0	2,8	7	6	4,5	1,9	1,3
1	2	3	4	5	6	7	8
11	-2	2,7	8	6	4	2	1,4
12	-4	2,8	9	6,5	3,5	1,9	1,5
13	0	2,6	7	7	3,5	1,8	1,6
14	-2	2,7	8	7	4	1,7	1,5
15	-4	2,8	9	6,5	4,5	1,6	1,4
16	0	2,6	7	6	5	1,5	1,3
17	-2	2,7	8	6	4,5	1,6	1,4
18	-4	2,8	9	6,5	4	1,7	1,5
19	0	2,7	7	7	3,5	1,8	1,6
20	-2	2,6	8	6,5	4	1,9	1,0

3. ISSIOLIK TARMOOLARINI HISOBLASH

10-masala

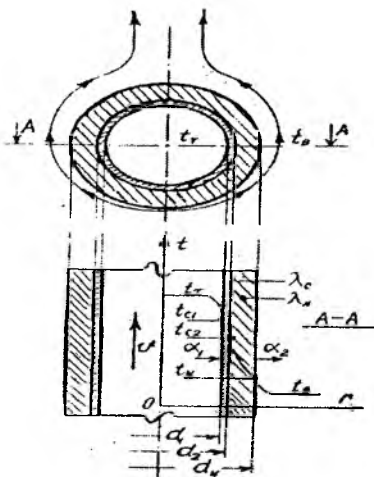
Ichki d_1 va tashqi d_2 diametrlri gorizontall po'lat quvurli o'tkazgichda o'rtacha v tezlikka ega bo'lgan va t_t temperaturali issiq suv harakatlanadi. quvurli o'tkazgich issiqlikizolyatsiyaga ega va t_v haroratli havoning tabiiy konveksiyasi bilan sovitiladi. (3 rasm).

Suvdan havoga issiqlik uzatish koeffitsiyenti K ; 1 m quvurli o'tkazgichdan issiqlik yo'qotishlari q ; po'lat quvurli o'tkazgichning tashqi sirtidagi t_{s2} (issiqlikizolyatsiyasiz bo'lganda) va issiqlikizolyatsiyasi t_i (issiqlikizolyatsiya bo'lganda) haroratlari; issiqlikizolyatsiyasining foydali ish koeffitsiyenti η_i aniqlansin.

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

$d_1 = 0,184$ m; $d_2 = 0,194$ m; $v = 1,4$ m/s; $d_i = 0,35$ m; $t_t = 110$ °C; $t_v = 0$ °C; $\lambda_i = 0,046$ Vt/m·K – issiqlik izolyatsiyasi (mineralli momiq) materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

qo'shimcha ma'lumotlar: $\lambda_s = 57$ Vt/m·K - ST 3 markali po'lat quvur materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.



Rasm 3. Issiqlik izolyatsiyali quvurning silindrik devori orqali issiqlik uzatishni hisoblash sxemasi

Yechish

1. Issiqlik izolyatsiyasi bo'lmaganda

Masala yaqinlashishning ketma-ketlik usulida yechildi. Yaqinlashishning boshlang'ich xolatida, quvur ichki sirtining o'rtacha harorati suvning o'rtacha haroratiga $t_i = t_{s1} = 110^\circ\text{C}$ yaqin deb qabul qilindi. quvurdagi suv oqimi uchun Reynolds soni hisoblanadi: $t_i = 110^\circ\text{C}$ bo'lganda 2 jadvaldan: $\nu_i = 0,268 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Reynolds soni quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\text{Re}_T = \frac{\nu \cdot d_i}{\nu_T} = \frac{1,4 \cdot 0,184}{0,268 \cdot 10^{-6}} = 96,1 \cdot 10^4$$

Shunga asosan $\text{Re}_i = 96,1 \cdot 10^4 > 10^4$, quvurdagi chuv oqimi turbulent bo'ladi.

Belgilovchi harorat sifatida $t_{ot} = 110^\circ\text{C}$ ni qabul qilib, 2 jadvaldan: $\lambda_T = 0,685 \text{ Wt/m}\cdot\text{K}$; $\text{Pr}_T = 1,57$. $\mu/\mu_{s1} = 1$ olinadi.

Nusselt soni quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{Nu}_T = 0,116 \times (\text{Re}_T^2 - 125) \times \text{Pr}_T^{1/3} \times \left(\frac{\mu}{\mu_T} \right)^{0,14} = 0,023 \times (961000)^{0,8} \times (1,57)^{1/3} = 1633,9$$

quyidagi ifodadan quvurning ichki sirtiga issiqlik berish koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\text{Nu}_T = \frac{\alpha_i \cdot d_i}{\lambda_T} \Rightarrow \alpha = \text{Nu} \cdot \frac{\lambda_T}{d_i} = 1633,9 \cdot \frac{0,685}{0,184} = 6082,9, \text{ Wt/m}^2\cdot\text{K}.$$

Birinchi yaqinlashishda $t_{s2} = 100^\circ\text{C}$ olinadi. Bundan belgilovchi harorati:

$$t_{\text{os}} = \frac{t_B + t_T}{2} = \frac{0 + 100}{2} = 50^\circ\text{C}$$

2 jadvaldan: $\lambda_v = 2,79 \cdot 10^{-2} \text{ Wt/m}^2\cdot\text{K}$; $\nu_v = 18,58 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;

$$\text{Pr}_v = 0,71; \quad \beta_v = 1/(273 + 50) = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}.$$

quyidagi formula bo'yicha Gragof soni aniqlanadi:

$$\text{Gr}_B = \frac{g \cdot \beta_B \cdot d_B^3 \cdot (t_u - t_B)}{\nu_B} = \frac{9,8 \cdot 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,194 \cdot 100}{(18,58 \cdot 10^{-6})^2} = 1,707 \cdot 10^7.$$

quyidagi formula bo'yicha Nusselt soni aniqlanadi.

$$\text{Nu}_v = 0,5 \cdot (\text{Gr}_v \cdot \text{Pr}_v)^{0,25} = 0,5 \cdot (1,707 \cdot 10^7 \cdot 0,71)^{0,25} = 93,3$$

quyidagi formula bo'yicha quvurning tashqi sirtidan issiqlik berish koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\text{Nu}_B = \frac{\alpha_2 \cdot d_U}{\lambda_B} \Rightarrow \alpha_2 = \text{Nu}_B \cdot \frac{\lambda_B}{d_U} = 93,3 \cdot \frac{2,79 \cdot 10^{-2}}{0,194} = 6,01 \text{ Bm/m}^2\text{K}$$

quyidagi formula bo'yicha issiqlik izolyatsiyasiz bo'lganda quvurning to'la termik qarshiligi aniqlanadi:

$$R = \frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_c} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2} = \frac{1}{6082,9 \cdot 0,184} + \frac{1}{2 \cdot 57} \ln \frac{0,194}{0,184} + \frac{1}{6,01 \cdot 0,194} = 0,875 (\text{mK}) / \text{Bm}$$

Silindrik devor orqali issiqlik uzatishning chiziqli koeffitsiyenti:

$$K = 1/0,875 = 1,143 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

Issiqlik oqimining zichligi:

$$q = 1,143 \cdot 3,14 (110 - 0) = 402,1 \text{ Vt/m.}$$

quvurning ichki sirtidagi harorati:

$$t_{c1} = t_T - q \frac{1}{\pi} \frac{1}{\alpha_1 d_1} = 110 - 402,1 / (3,14 \cdot 6082,9 \cdot 0,184) = 110 - 0,1 = 110^0 \text{C}$$

quvurning tashqi sirtidagi harorati:

$$t_{c2} = t_B + q \frac{1}{\pi} \frac{1}{\alpha_2 d_2} = 0 + 109,8 = 109,8^0 \text{C}$$

2. Issiqlik izolyatsiyali bo'lganda

Birinchii yaqinlashishda quvurning ichki sirtidagi issiqlik berish intensivligi izolyatsiyasiz bo'lgan holdagidek qabul qilinadi; izolyatsiyasining tashqi sirtidagi harorati $t_i = 20^0 \text{C}$.

Belgilovchi harorati $t_{ov} = (0 + 20)/2 = 10^0 \text{C}$; $\beta_v = 1/(273 + 10) = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$.

2-jadvaldan: $\lambda_v = 2,51 \cdot 10^{-2} \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$, $v_v = 14,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ olinadi.

$$\text{Grasgof soni: } Gr_B = \frac{9,8 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,35 \cdot 20}{(14,66 \cdot 10^{-6})^2} = 1,117 \cdot 10^9.$$

Nusselt soni:

$$Nu_v = 0,5 \cdot (1,117 \cdot 10^9 \cdot 0,71)^{0,25} = 83,92$$

quvurning tashqi sirtidan issiqlik berish koeffitsiyenti:

$$\alpha_2 = 83,92 \cdot \frac{2,51 \cdot 10^{-2}}{0,35} = 6,01 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

To'la termik qarshiligi

$$R_i = 8,934 \cdot 10^{-4} + 4,642 \cdot 10^{-4} + 6,41 + 0,475 = 6,886 (\text{m} \cdot \text{K})/\text{Vt.}$$

Issiqlik uzatish koeffitsiyenti

$$K_i = 1/6,886 = 0,145 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}.$$

Issiqlik oqimining zichligi

$$q_i = 0,145 \cdot 3,14 \cdot 110 = 47,287 \text{ Vt/m.}$$

Izolyatsiyaning tashqi sirtidagi harorati:

$$t_U = t_B + q \frac{1}{\pi} \frac{1}{\alpha_2 d_U} = 0 + 8,3 \approx 8^\circ \text{C}$$

Ikkinchi yaqinlashishda $t_i=10^\circ\text{C}$ olinadi. 2-jadvaldan $t_{ov}=5^\circ\text{C}$ bo'lganda: $\lambda_v = 2,474 \cdot 10^{-2} \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$; $v_v=14,02 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $R_r = 0,71$; $\beta_v=1/278 = 3,6 \cdot 10^{-3}$ olinadi.

Grasof soni:

$$Gr_B = \frac{9,8 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,35 \cdot 10}{(14,02 \cdot 10^{-6})^2} = 7,696 \cdot 10^8.$$

Nusselt soni:

$$Nu_v = 0,5 \cdot (7,696 \cdot 10^8 \cdot 0,71)^{0,25} = 42,985.$$

quvurning tashqi sirtidan issiqlik berish koeffitsiyenti:

$$\alpha_2 = 42,985 \frac{2474 \cdot 10^{-2}}{0,35} = 3,04 \text{ Vt/m}^2 \cdot \text{K}$$

To'la termik qarshilik:

$$R_i = 8,934 \cdot 10^{-4} + 4,642 \cdot 10^{-4} + 0,94 = 7,351 \text{ (m}\cdot\text{K)/Vt}.$$

Issiqlik uzatish koeffitsiyenti

$$K_i = 1/7,351 = 0,136 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$$

Issiqlik oqimining zichligi:

$$q_i = 0,136 \cdot 3,14 \cdot 110 = 47,29 \text{ Vt/m}.$$

Izolyatsiyaning tashqi sirtidagi harorati:

$$t_U = t_B + q \frac{1}{\pi} \frac{1}{\alpha_2 d_U} = 0 + 13,3 = 13^\circ \text{C}$$

Shunga asosan: 1 m quvurdagi issiqlik oqimining zichligi izolyatsiyasiz bo'lganda: $q=402,07 \text{ Vt/m}$, izolyatsiyali bo'lganda $q_i=47,28 \text{ Vt/m}$.

Mineralli momiq issiqlikizolyatsiyasining foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta_i = 1 - (q_i/q) = 0,88.$$

Issiqlikizolyatsiyasi tufayli issiqlik yo'qotishlar 88 % ga kamayadi.

Olingan natijalar jadval ko'rinishda yoziladi:

$\frac{t_{c1}}{t_{c1}}$	$\frac{t_{c2}}{t_U}$	$\frac{R}{R_U}$	$\frac{K}{K_U}$	$\frac{q}{q_U}$	$\frac{\alpha_1}{\alpha_1}$	$\frac{\alpha_2}{\alpha_2}$	η_i
$^\circ\text{C}$		m·K/Vt	Vt/m·K	Vt/m	Vt/(m ² ·K)		
110	109,8	0,875	1,143	402,1	6082,9	6,01	0,88
110	13	7,351	0,136	47,28	6082,9	3,04	

7-vazifa

Ichki d_1 va tashqi d_2 diametrli gorizonta po'lat quvurli o'tkazgichda o'rta v tezlikka ega bo'lgan va t_1 haroratli issiq suv harakatlanadi.

quvurli o'tkazgich issiqlikizolyatsiyaga ega va t_v haroratli havoning tabiiy konveksiyasi bilan sovitiladi.

Suvdan havoga issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti K ; 1 m quvurli o'tkazgichdan issiqlik yo'qotishlari q ; po'lat quvurli o'tkazgichning tashqi sirtidagi t_{s2} (issiqlik izolyatsiyasiz bo'lganda) va issiqlik izolyatsiyasi t_i (issiqlik izolyatsiyasi bo'lganda) haroratlari berilganda issiqlik izolyatsiyasining foydali ish koeffitsiyenti η_i aniqlansin.

Hisoblash uchun ma'lumotlar 1, 2 jadvallardan olinadi.

qo'shimcha ma'lumotlar: $\lambda_s = 57 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ - St 3 markali po'lat quvur materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

Izolyatsiya turlari:

1 - $\lambda_1 = 0,075 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ - mineralli momiq,

2 - $\lambda_1 = 0,046 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ - shishali momiq,

3 - $\lambda_1 = 0,082 \text{ Vt/(m} \cdot \text{K)}$ - ko'pikli beton.

quyida keltirilgan fizik parametrlar har 5°C oraliq haroratlar uchun keltirilgan. Oraliqdagi belgilovchi haroratlar uchun belgilovchi harorati jadvalda yaqinroq bo'lgan kattalikkacha yaxlitlanadi va haroratning bu qiymatlari bo'yicha fizik parametrlar olinadi.(10-11 jadval)

Jadval 9

Variant №	d_1	d_2	v	t_t	t_B	d_i	Izolyatsiya turi
	m		m/sek	$^\circ\text{C}$		m	
1	0,101	0,108	1	105	4	0,20	3
2	0,101	0,108	1,2	100	2	0,20	2
3	0,101	0,108	1,4	95	0	0,20	1
4	0,119	0,127	1	110	4	0,25	3
5	0,119	0,127	1,2	105	2	0,25	2
6	0,119	0,127	1,4	100	0	0,25	1
7	0,151	0,159	1	120	4	0,3	3
8	0,151	0,159	1,2	115	2	0,3	2
9	0,151	0,159	1,4	110	0	0,3	1
10	0,2	0,216	1	120	4	0,43	3
11	0,2	0,216	1,2	115	2	0,43	2
12	0,2	0,216	1,4	110	0	0,43	1
13	0,082	0,089	1	90	4	0,18	3
14	0,082	0,089	1,2	85	2	0,18	2
15	0,082	0,089	1,4	80	0	0,18	1
16	0,125	0,133	1	100	4	0,22	3

Variant №	d_1	d_2	v	t_i	t_B	d_i	Izolyatsiya turi
	m		m/sek	°C		m	
17	0,125	0,133	1,2	95	2	0,22	2
18	0,125	0,133	1,4	90	0	0,22	1
19	0,184	0,194	1	105	2	0,38	3
20	0,184	0,194	1,2	100	0	0,38	2

Jadval 10

To'yinish chizig'idagi suvning fizik parametrlari							
$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Vt/(m} \cdot \text{K)}$	$v, 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Rr	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Vt/(m} \cdot \text{K)}$	$v, 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Rr
70	0,668	0,415	2,55	95	0,681	0,31	1,85
75	0,671	0,39	2,4	100	0,683	0,295	1,75
80	0,675	0,366	2,25	105	0,684	0,281	1,66
85	0,677	0,346	2,1	110	0,685	0,268	1,57
90	0,680	0,326	1,95	115	0,685	0,256	1,5

Jadval 11

P = 0,0981 MPa bosimdagi quruq havoning fizik parametrlari							
$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Vt/(m} \cdot \text{K)}$	$v, 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Rr	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Vt/(m} \cdot \text{K)}$	$v, 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Rr
0	2,438	13,75	0,71	60	2,86	19,60	0,71
5	2,47	14,2		65	2,89	20,12	
10	2,51	14,66		70	2,92	20,65	
15	2,54	15,13		75	2,95	21,19	
20	2,58	15,61		80	2,99	21,74	
25	2,61	16,09		85	3,02	22,28	
30	2,65	16,58		90	3,06	22,82	
35	2,68	17,07		95	3,09	23,36	
40	2,72	17,57		100	3,12	23,91	
45	2,75	18,07		105	3,15	24,48	
50	2,79	18,58		110	3,18	25,06	
55	2,82	19,09		115	3,21	25,63	

Masalan: belgilovchi harorat $t = 82^\circ\text{C}$ bo'lganda, vaqinroq bo'lgan $t = 80^\circ\text{C}$ qiymatgacha yaxlitlanadi; belgilovchi harorat $t = 83^\circ\text{C}$ bo'lganda esa $t = 85^\circ\text{C}$ gacha yaxlitlanadi va bu qiymatlar bo'yicha fizik parametrlar olinadi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Qattiq, suyuq, gazli muhitli jismlarda va vakuumda issiqlik qaysi usullar bilan tarqaladi?
2. Harorat maydoni, izotermik sirt, issiqlik oqimi tushunchalariga aniqliklar berish.
3. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni (Fure qonuni) formulasini keltiring. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ ning fizik ma'nosi qanday?
4. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasini yozing va unga kiruvchi a'zolarining fizik ma'nolarini tushuntiring.
5. Chegara shartlari tushunchasi nimani bildiradi? Birinchi, ikkinchi, uchinchi va to'rtinchi chegaraviy shartlarni aytib bering.
6. Tekis va silindrik devorlarning issiqlik qarshiliklarini hisoblash uchun formulalarni yozing.
7. Issiqlik uzatilishi aniqlanishini bering. Issiqlik uzatilish tenglamasini yozing, issiqlik uzatilish koeffitsiyentining fizik ma'nosini aniqlang va uni hisoblash formulasini keltiring.

3 - bo'lim. ISSIQLIKNI QISHLOQ XO'JALIGIDA QO'LLASH

1. TO'SINLAR OROALI ISSIQLIK YO'OOLISHI

1-masala

Ta'mirlash ustaxonasini chilangar-mexanik bo'limining tashqi devoridan yo'qotiladigan issiqlik sarfini aniqlang. Xonaning rejasi va kesimi rasm 1 da ko'rsatilgan. Devorlari oddiy loy g'ishtdan qurilgan. Tashqi devor qalinligi 510 mm bo'lib, ichki tomonidan 20 mm qalinlikda sement-qumli suvoq qilingan. Ichki devor qalinligi 260 mm bo'lib, ikki tomonidan ham suvoq qilingan.

Deraza oynalari ikki qavatdan, o'lchamlari 1,7 x 1,9 m. Pol va shift konstruksiyasi rasm 1 da ko'rsatilgan. Tashqi va ichki havoning haroratlari $t_{\text{tashq}} - 18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{ich}} = 18^{\circ}\text{C}$. Tashqi devor shimoliy - g'arb tomonga qaratilgan.

Yechish:

Xonalardagi haroratlar farqi 5°C dan yuqori emas deb qabul qilib, ichki devorlaridan yo'qoladigan issiqlik sarfini hisobga olmaymiz.

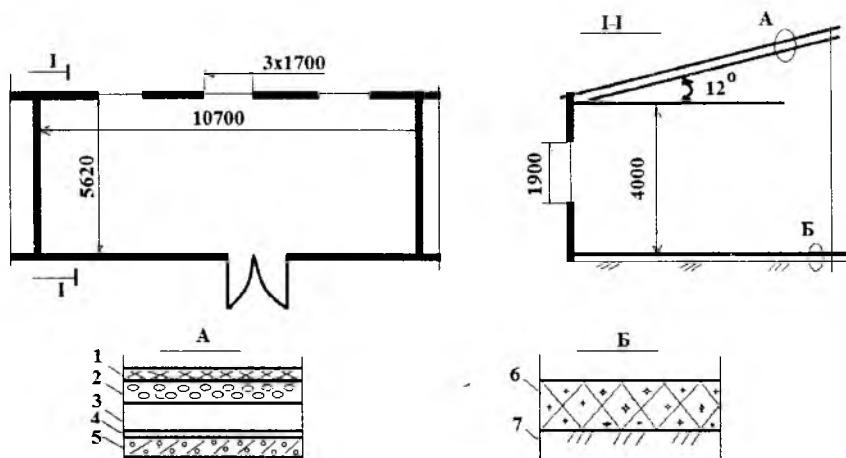
Tashqi devorlarning issiqlik yo'qolishiga qarshiligini hisoblab topamiz. Issiqlik o'tkazishga qarshilikni quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$R_0 = R_B + \sum_{i=1}^{i=m} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_H$$

bu yerda: R_1 - devorning ichki sirtining issiqlik qabul qilishiga termik qarshiligi, $\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Vt}$ (jadval 1);

Jadval 1

To'siq elementlari	$R_1, \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Vt}$
Devorlarning ichki yuzalari, pollar, silliq shiftlar uchun, bo'rtib chiqqan qovurg'ali shiftlar ($h/a \leq 0,3$ - bunda h - qovurg'a balandligi: a- yonma-yon joylashgan qovurg'alar qirralari orasidagi masofa)	0,115
$h/a > 0,3$ bo'lgan bo'rtib chiqqan qovurg'ali shiftlar	0,132
1m^2 pol yuzasiga 80 kg dan ortiq vazni to'g'ri keladigan chorva joylashgan binoning ichki yuzalari	0,086
1m^2 pol yuzasiga 80 kg va undan kam vaznli chorva joylashgan binoning ichki yuzalari	0,115
Shiftlar (cherdakli yopilgan tom yoki qoplamali tom)	0,115



Rasm 1. Binoning rejasi va qirgimlari:

- 1-ruberoid qatlam $\delta=2\text{mm}$; 2-Ikki qatlamli qora qog'oz, $\delta=6\text{mm}$; 3-Keramzitbeton $\delta=140\text{mm}$; 4-Pergamin $\delta=1.5\text{mm}$; 5-Temirbeton plita $\delta=50\text{mm}$; 6-Beton M 300;
7-Zichlangan tuproq.

$$\sum_{i=1}^{i=m} \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \text{qalinligi } \delta_i \text{ (m) bo'lgan maolom qatlamlarning issiqlik}$$

o'tkazuvchanlikka termik qarshiliklar yig'indisi. Bunda materiallar issiqlik o'tkazuvchanligi λ_i , $\text{Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$ qiymatlari ayrim qurilish materiallari uchun 2-jadvaldan olinadi.

Jadval 2

Hom g'isht	$\lambda_{h.g.} = 0,76 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Suvoq	$\lambda_s = 0,84 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Temirbeton	$\lambda_{t.b.} = 1,98 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Pergamin	$\lambda_p = 0,17 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Keramzitobeton	$\lambda_{k.b.} = 0,2 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Ruberoid	$\lambda_r = 0,17 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Bitum	$\lambda_{b.m.} = 0,27 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$
Beton	$\lambda_b = 1,81 \text{ Vt/m}\cdot^\circ\text{C}$

R_H - devorning tashqi yuzasining issiqlik berishga termik qarshiligi (tashqi devorlar va cherdaksiz tomalar uchun $R_n=0,043 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/Vt}$, cherdakli

qoplama va isitilmaydigan yerto'lalar ustidagi qoplamalar uchun $R_n=0,086\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$) [5, 273 bet, 9,10,11 ilova].

Yuqoridagilardan $R_v=0,115\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$ va $R_n=0,043\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$.

$$R_{0\text{m.o.}} = 0,115 + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,51}{0,76} + 0,043 = 0,853\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$$

Yog'och romlarga o'rnatilgan derazalar va eshiklarning issiqlik o'tkazishga qarshiligi R_0 3-jadval dan olinadi.

Jadval 3

Konstruksiya	Oynalar orasidagi masofa, mm	R_0 , $\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$
Bir qatlam oynali	-	0,17
Ikki qatlam oynali	50...55	0,34
Alohida romlarda ikki qatlam oynali	100...110	0,38
Bir qatlamli darvozalar va tashqi eshiklar	-	0,215
Ikki qatlamli darvozalar va tashqi eshiklar	-	0,43
Bir qatlamli ichki eshiklar	-	0,34

Demak, $R_0=0,34\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$

Cherdaksiz tomning shifti qoplamasi uchun:

($R_v=0,115\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{S/Vt}$, $R_n=0,043\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$),

$$R_{\text{kon}} = 0,115 + \frac{0,05}{1,98} + \frac{0,0015}{0,17} + \frac{0,014}{0,2} + \frac{0,006}{0,17} + \frac{0,009}{0,17} + 0,043 = 0,309$$

$R_{\text{kop}}=0,309\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C/Vt}$.

Pol maydonini tashqi devorlarga parallel qilib ikki metrlik zonalarga bo'lib chiqsak, 2 ta 2 metrlik va 1 ta kengligi 1,62 metrlik zonalar hosil qilamiz.

Zonalar maydoni $g'_I = g'_{II} = 10,7 \cdot 2 = 21,4\text{m}^2$; $g'_{III}=17,3\text{m}^2$

Har bir zonaning issiqlik o'tkazishga qarshiligini isitilmaydigan pollarnikiga kabi aniqlaymiz:

$\lambda_8 > 1,16\text{Vt/m}\cdot^{\circ}\text{C}$; $R_{n(I)} = 2,15$; $R_{n(II)} = 4,31$; $R_{n(III)} = 8,6$.

Uchta deraza o'rning umumiy yuzasi: $F_{\text{der}} = 3 \cdot 1,7 \cdot 1,9 = 9,69\text{m}^2$.

Tashqi devorning yuzasini (deraza o'rning umumiy yuzasisiz) quyidagicha topiladi: $F_{\text{tash.dev.}} = 10,7 \cdot 4 - 9,69 = 33,11\text{m}^2$.

Potolok yuzasi

$$F_{\text{pot}} = \frac{5,62}{\cos 12^{\circ}} \cdot 10,7 = 61,53\text{m}^2$$

Alohida olingan to'siqlardan yo'qalayotgan asosiy issiqlik yo'qolishlarini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Phi = \frac{F}{R_0} \cdot (t_B - t_H) \cdot n$$

bunda F- to'siq yuzasi, m²;

t_B, t_H - ichki va tashqi havoni hisobiy haroratlari, °C; R₀ – issiqlik uzatilishiga umumiy qarshilik, m²·°C/Vt;

n - to'siq tashqi yuzasining tashqi o'rab turgan havoga nisbatan joylashishini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, jadval 4 dan olamiz:

Jadval 4

To'siq turlari	n
Tashqi devorlar, chordaksiz shift qoplamalari, siyrak panjaralangan pulat listli, cherepitsali yoki asbotsement qoplamali cherdakli shift qoplamalari, tuproqqa qo'yilgan pollar	1
Tashqi havo bilan o'ralgan sovuq yerto'la usti qoplamasi, o'ramli materiallardan tayyorlangan tushama qoplamli cherdakli shift	0,9
Yorug' uchun tirqishli, isitilmagan yerto'la usti qoplamasi	0,75
Tashqi muhit bilan bog'lanmagan va isitilgan xonani isitilmagan xonadan ajratib turuvchi to'siq devor	0,4

Tashqi devor orqali yo'qalayotgan issiqlik oqimi:

$$\Phi_T = \frac{33,1}{0,853} \cdot [18 - (-18)] \cdot 1 = 1397 \text{ Vt},$$

derazalar orqali yo'qalayotgan issiqlik oqimi:

$$\Phi_O = \frac{9,69}{0,47} \cdot [18 - (-18)] \cdot 1 = 742 \text{ Vt},$$

qoplamalar orqali yo'qalayotgan issiqlik oqimi:

$$\Phi_K = \frac{61,53}{0,309} \cdot [18 - (-18)] \cdot 1 = 7168 \text{ Vt},$$

pol orqali yo'qalayotgan issiqlik oqimi:

$$\Phi_n = \left(\frac{21,4}{2,15} + \frac{21,4}{4,3} + \frac{17,3}{8,6} \right) \cdot [18 - (-18)] \cdot 1 = 610 \text{ Vt},$$

Shimoliy-g'arb tomonga qaragan tashqi devor va derazalar orqali qo'shimcha yo'qalayotgan issiqlik oqimi 10% ni tashkil etadi.

Tashqi havoning infilg'ratsiyalanishi natijasida yo'qalayotgan qo'shimcha issiqlik oqimi:

$$F_{inf} = 0,3 \cdot (1397 + 742 + 7168 + 610) = 2975 \text{ Vt}$$

Shunday qilib, to'siqlardan yo'qalayotgan umumiy issiqlik oqimi:

$$F_{to'siq} = (1397 + 742) \cdot 1,1 + 7168 + 610 + 2975 = 13105 \text{ Vt}$$

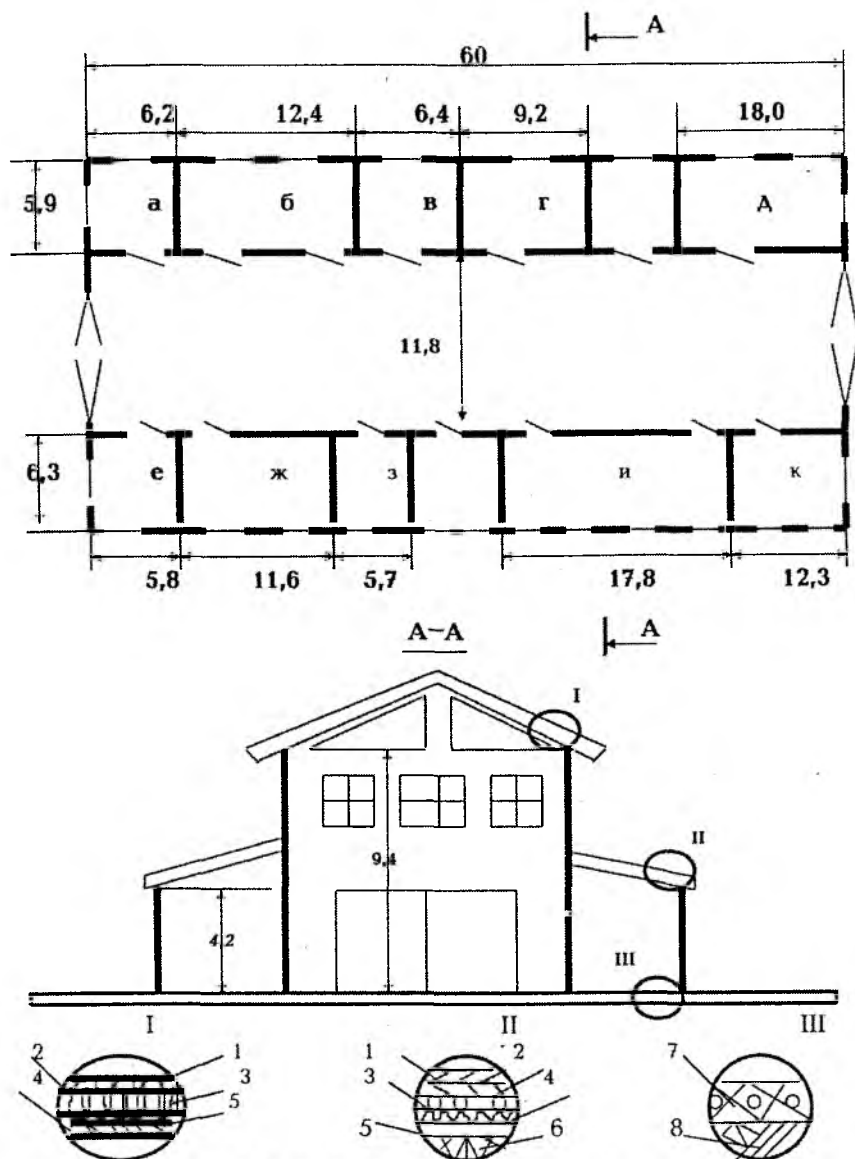
1-vazifa

Xo'jalik tuzatish ustaxonasini bo'limlarining tashqi devorlari orqali yo'qotiladigan issiqlikni aniqlang? Ustaxonaning reja va qirqimlari rasm 2 da ko'rsatilgan.

Tashqi va ichki devor qalinliklari va materiallari jadval 5 dan qabul qilinadi. Tashqi devor uchun suvoq fa=at ichki tomondan, ichki devorda esa ikki tomonlama qilingan. Hisoblanadigan bo'lim ichki havo harorati t_u , tashqi havo harorati t_b , xonalar haroratlari farqlari t_F , xona rejasi ko'rsatkichi jadval 5 dan olinadi. Hisoblanadigan xonalarning oynalari qo'shramkali bo'lib, oyna o'lchami $1,5 \times 2,0$ metr, Derazalar soni esa berilgan xona rejasidan olinadi. Eshiklar bittalik bo'lib, o'lchamlari $1,8 \times 2,2$ metr. Pol va tom konstruksiyalari rasm 2 da keltirilgan.

Jadval 5

Shifrnig oxiridan oldingi soni	t_b , °C	δ_{TD} , mm	δ_{ID} , mm	t_u , °C	Shifrnig oxirgi soni	t_F , °C	Suvoq qalinligi $\delta_{s=}$, mm	Devor materiali	Berilgan xona
0	20	250	200	- 25	0	10	20	TB	g
1	18	510	200	- 35	1	11	10	Xg'	z
2	22	400	300	- 27	2	9	10	Sg'	a
3	24	250	200	- 18	3	8	20	BGr	d
4	19	200	180	- 30	4	22	15	YoD	i
5	17	270	220	- 29	5	14	10	Xg'	b
6	20	500	300	- 22	6	12	15	Sg'	e
7	16	350	270	- 33	7	18	20	ShB	k
8	23	300	220	- 24	8	20	15	TB	v
9	21	380	250	- 23	9	21	10	YoD	j



Rasm 1. Vazifa 1 uchun berilgan bino rejasi

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Binoning issiqlik rejimi nima va uning o'rchov birliklari qiymatlari qaysi omillardan aniqlanadi?
2. Binoni o'rab turuvchi to'sinlar yuzalainining issiqlik muvozanat tenglamasini yozingva tashkil etuvchilarining tahlilini keltiring.
3. Qurilish materiallarining qaysi asosiy issiqlik-fizik tavsiflarini bilasiz?
4. Tashqi havo infiltratsiyasi nima?
5. Bino ichi mikroiklimi nima?
6. Binodan yo'qalayotgan issiqlik oqimi qanday topiladi?.
7. Bino to'sinlarining issiqlik yo'qolishiga qarshiligi nima va qanday aniqlanadi?
8. Qo'shimcha yo'qalayotgan issiqlik miqdori nimani hisobga oladi?

2. ISITISH ASBOBINI TANLASH

2-masala

Masala 1 ning ko'rsatkichlari bo'yicha berilgan bino xonasi uchun isitish asbobi yuzasini aniqlang va suvli isitish sistemasi (tizimi) uchun isitkich asboblari tanlang. Isitkich asboblari uchun qovurg'ali cho'yan quvurlar qabul qiling. Uzatish magistralidagi issiqlik tashuvchi suvning harorati 95 °C, qaytish magistralidagi suvning harorati 70 °C bo'lsin.

Yechish

Avvalombor isitish tizimining uzatish quvurlaridan ajralayotgan issiqlik oqimini aniqlaymiz. Issiq suv uzatish quvurlari deraza ostidan o'tganligi sababli uzatish quvuri isitish asbobi bilan birga isitiladigan xonaning ichida joylashgan deb hisoblanadi. Shuning uchun uzatish quvurlari va hamda isitish asboblarini bir biriga ulagichlar uchun koeffitsiyent $\eta = 1$ ga, pol ustidan o'tuvchi qaytish quvuri uchun esa $\eta = 0,75$ ga teng [5, 84 bet, 5.2 formula]. Uzatish va qaytish magistrali o'tkazish quvurlarining diametri 32 mm va uzunligi 10,7 m bo'lib, ularning yuzasi maydoni

$$F_{o,q} = F_{ss} = 3,14 \cdot 0,032 \cdot 10,7 = 1,08 \text{ m}^2$$

Isitish asboblari va uzatish quvurlarini ulagichlar soni oltita (har bir asbobga ikkitadan) bo'lib, ularning diametrlarini 20 mm va uzunligini 0,8 m qabul qilib, yuzasi maydonini topamiz:

$$F_{ul} = 6 \cdot 3,14 \cdot 0,02 \cdot 0,8 = 0,3 \text{ m}^2.$$

Isitish asbobi ichidagi suvning o'rtacha harorati va xona havosi harorati farqlari

$$[(95 + 70) / 2] - 18 = 64,5^{\circ}\text{C}$$

ekanligidan uzatish quvurining issiqlik uzatish koeffitsiyentini [5, 85 bet, jadval 5.3] dan topamiz:

$$K = 14 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}.$$

Uzatish magistrali quvurlari yuzasidan ajralayotgan issiqlik oqimi quyidagicha topiladi:

$$F_{u=} = F_{uv} \cdot K_{uv} \cdot (t_{uv} - t_{havo}) \cdot \eta = 1,08 \cdot 14 \cdot (95 - 18) = 1164 \text{ Vt}$$

qaytish magistrali quvurlari uchun

$$F_m = 1,08 \cdot 14 \cdot (70 - 18) \cdot 0,75 = 590 \text{ Vt}$$

quvurlarni isitish asboblari ulagichlar uchun

$$F_{ulagich} = 0,3 \cdot 14 \cdot ((90 + 70 / 2) - 18) = 271 \text{ Vt}$$

Barcha uzatish quvurlaridan ajralayotgan issiqlik oqimlari yig'indisi:

$$F_{\Sigma uv} = 1164 + 590 + 271 = 2025 \text{ Vt}$$

Isitish asbobi devorga erkin o'rnatilgan deb qabul qilamiz va $\beta_1 = 1$, quvur ochiq holda joylashganligidan $\beta_2 = 1$ ga teng [5, 84 bet, 5.1 formula].

Har bir deraza romi tagiga uchtdan qovurg'ali cho'yan quvur - isitish asbobi o'rnatamiz deb qabul qilamiz. Isitish asbobi uchun jadval 6 dan issiqlik uzatish koeffitsiyentini qabul qilamiz:

$$K = 4,7 \text{ Vt/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}.$$

Isitish asbobining talab qilinadigan issiqlik berish yuzasi maydoni taxminan quyidagicha topiladi:

$$F_{uc.A} = \frac{(\Phi_{DCLK} - \Phi_{KTB}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{K_{uc.A} \cdot (t_{uc.A} - t_{XIBO})} = \frac{(13105 - 2025) \cdot 1 \cdot 1}{4,7 \cdot \left(\frac{95 + 70}{2} - 18 \right)} = 36,5 \text{ m}^2$$

Shunday qilib, qabul qilamiz: isitish asbobi - cho'yan qovurg'ali quvur, uning uzunligi 2000 mm, isitish yuzasi maydoni 4 m² (jadval 7). quvurlar soni

$$n = 36,5 : 4 \approx 9 \text{ ta.}$$

Xonaning har bir derazasi ostiga uchtdan qovurg'ali quvurdan iborat isitish asboblari o'rnatiladi.

Ochiq joylashtirilgan isitish asboblarning issiqlik uzatish ko'effitsiyenti

Jadval 6

Isitish asboblari	Issiqlik uzatish ko'effitsiyenti $K_{asb} \cdot Vt/m^2 \cdot ^\circ C$					
	Isitish asbobidagi suvning o'rtacha harorati bilan bino xonasi ichidagi havo haroratlari farqi, $^\circ C$			Isitish asbobidagi suv bug'ining ortiqcha bosimi, kPa		
	60...70	70...80	>80	<68,7	98,1	>98.1
Cho'yon radiatorlar:						
M-140	9,6	9,9	10,0	10,4	-	-
M-140-AO	9,2	9,5	9,6	10,0	-	-
RD-90	10,1	10,3	10,5	-	-	-
RD-26	9,3	9,7	10,1	-	-	-
V85 A	11,6	11,7	12,0	-	-	-
Aylanma qovurg'ali cho'yan quvurlar						
bitta quvurli	5,8	5,8	5,8	7,0	7,5	7,8
ikki quvurli (ustma-ust)	5,3	5,3	5,3	5,8	6,3	6,5
uchta quvurli (ustma-ust)	4,7	4,7	4,7	5,3	5,6	5,8
quyidagidiametrli bitta po'lat quvur, mm.						
≤ 32	14,0	14,6	14,6	15,2	16,2	17,0
32...108	12,2	12,8	13,4	14,0	14,9	15,6
133...159	12,2	12,2	12,2	13,4	14,3	15,0
quyidagidiametrli ustma ust joylashgan bir necha po'lat quvurlar, mm						
≤ 32	12,8	12,8	13,4	14,6	15,6	16,3
> 32	10,5	10,5	10,5	12,8	13,8	14,4

Qovurg'ali cho'yan quvurlarning asosiy ko'rsatkichlari Jadval 7

Uzunligi, m	Bitta quvurning isitish yuzasi maydoni, m^2	Bitta quvur ko'rsatkichlar uchun	
		massa, kg	sig'imi, l
1000	2	37,6	3,85
1500	3	56,4	5,80
2000	4	75,2	7,70

Cho'yan radiatorlarning asosiy ko'rsatkichlari

Jadval 8

Model	Seksiyalar to'liq balandligi o'lchamlari, chuqurligi mm			Seksiya isitish yuzasi maydoni, m ²	Bitta seksiyaning o'rtacha massasi, kg
M -140	582	140	96	0,254	7,70
M - 140 - AO	582	140	96	0,299	7,80
RD - 90	582	90	96	0,203	6,95
RD - 26	582	90	100	0,205	6,87
V - 85A	593	87	88	0,176	5,45

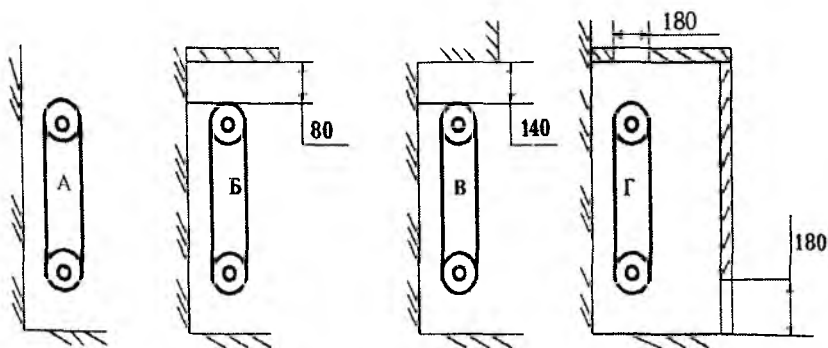
2-vazifa

Birinchi vazifadan kelib chiqib, xo'jalik ustaxonasining bo'limlari uchun isitish asbobi yuzasini aniqlang va isitish asbobini tanlang. Isitish asboblari derazalar ostiga joylashtiring, ularning joylashish o'rni derazalar soniga teng. Isitish tizimi uchun uzatish magistrali quvuridagi harorat t_{UZ} , qaytish magistrali uchun - t_v , uzatish quvuri diametri d_1 , vertikal qismi uzunligi l_1 , gorizontal qismi uzunligi l_2 , qaytish magistrali quvuri diametri d_2 , uzunligi l_3 , ulagich quvuri diametri d_3 , ulagich uzunligi l_4 . Isitish asbobining devorga joylashishi usullari rasm 1 da keltirilgan, magistrallarning joylashish usullari - "O" ochiq, -"Yo" yopiq.

Hisoblash uchun ma'lumotlar 9-jadval da keltirilgan.

Jadval 9

Shifrnin oxiridan oldingi soni	t_{UZ} , °C	d_1 , mm	d_2 , mm	d_3 , mm	o/yo	Shifrnin oxirgi soni	t , °C	l_4 , m	variant
0	95	32	30	20	yo	0	65	0,6	A
1	105	40	32	15	yo	1	70	0,5	B
2	110	35	35	20	o	2	75	0,7	V
3	90	30	32	15	o	3	75	0,4	G
4	115	42	40	20	yo	4	80	0,5	G
5	105	40	35	15	yo	5	70	0,6	V
6	100	45	30	20	o	6	65	0,4	B
7	110	42	32	15	o	7	75	0,7	A
8	105	32	40	20	yo	8	70	0,5	B
9	95	40	32	15	yo	9	60	0,7	V



Rasm-2. Isitish asboblari o'rnatish usullari:

a)-asbob devorga erkin o'rnatilgan; b) asbob tekis devorga yuqori to'siqli joylashtirilgan; v) asbob devorga chuqirligi 130 mm dan kam bo'lmagan uyali qilib joylashtirilgan; g) asbob tekis devorga yuqori va pastki teshikli to'siqli va old tomonidan yog'och eshikli to'siqli shaklida joylashtirilgan.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Qishloq xo'jalik inshootlarini isitish tizimlari turlarini sanab bering.
2. Suvli ismtish tizimini gapirib bering.
3. Havo bilan isitish tizimi sxemasini keltiring.
4. Isitish asboblari tanlashni tushuntirib bering.
5. Markazlashgan isitish tizimi afzalliklari nimada?
6. Suvli isitish tizimi isitish asboblari hisoblash va tanlash qanday amalga oshiriladi?

3. ISITISH TIZIMI OUVURLARI XISOBI

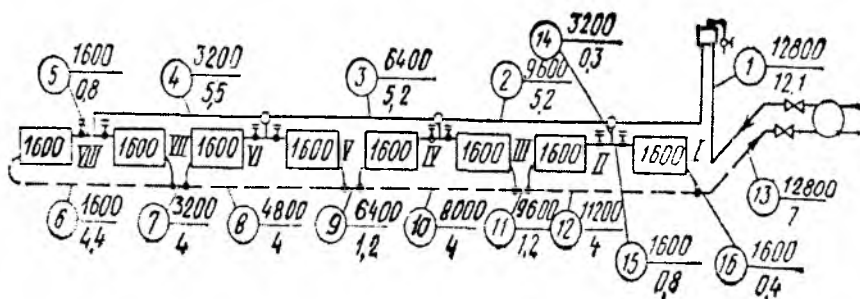
3-masala

Haroratlari 95...70 oC bo'lgan issiqlik tashuvchili issiqliktarmog'iga ulangan suvli isitish tizimi (3-rasm) quvurlarining diametrlarini hisoblang. Isitish asboblari sifatida M-140-AO rusumli radiatorlar qabul qiling, radiatorlar har biri 10 seksiyali qilib 8 batareyaga joylashtirilgan. Har bir isitish asbobining issiqlik berishi (V_t) 6-rasmda ko'rsatilgan. Uzatish magistrali deraza ostidan, qaytish magistrali esa polning ustidan o'tadi.

Yechish

Yechishni issiqlik tashuvchi(suv)ning VIII isitish asbobi orqali o'tuvchi asosiy (eng uzoq) aylanma halqasidan boshlaymiz. Sxemada

aylanalar ichida ushbu halqaning hisoblanayotgan qismi (uchastkasi)ning tartib raqami berilgan, o'ngda suratda issiqlikyuklamasi (Vt), maxrajda esa ushbu qismning uzunligi (m) ko'rsatiladi. Ko'rilyotgan qismdagi issiqlikyuklamasi issiqlik oqimini emas, balki talab qilinadigan issiqlik miqdorini tahminlovchi isitish asbobidan oqib o'tayotgan issiqlik tashuvchi sarfini ko'rsatadi. Shuning uchun qaytish magistrali qismlaridagi issiqlik oqimi ko'rsatkichlari uzatish magistralining aynan to'g'ri keluvchi qismlari issiqlik oqimi ko'rsatkichlariga to'g'ri keladi.



Rasm 3. Isitish tizimining umumiy ko'rinishi

Hisoblashlarda har bir metr uzatuvchi quvurlardagi o'rtacha bosim yo'qotishlari 100 Pa ga teng etib qabul qilinadi. Hisoblanayotgan aylanish halqasi uzatuvchi quvurlarining umumiy uzunligi: $\Sigma l = 50,8$ m. Bu holda tizimdagi aylanish bosimining taxminiy qiymati

$$P = 100 \cdot 50,8 = 5080 \text{ Pa.}$$

Quyidagi formuladan ishqalanishda yo'qalayotgan o'rtacha bosimni aniqlaymiz:

$$P_{\text{sp}} = \frac{0,65 \cdot P}{\Sigma l} = \frac{0,65 \cdot 5080}{50,8} = 65 \text{ Pa/m.}$$

Halqaning har bir qismi uchun issiqlik tashuvchining sarfini quyidagi formuladan topamiz:

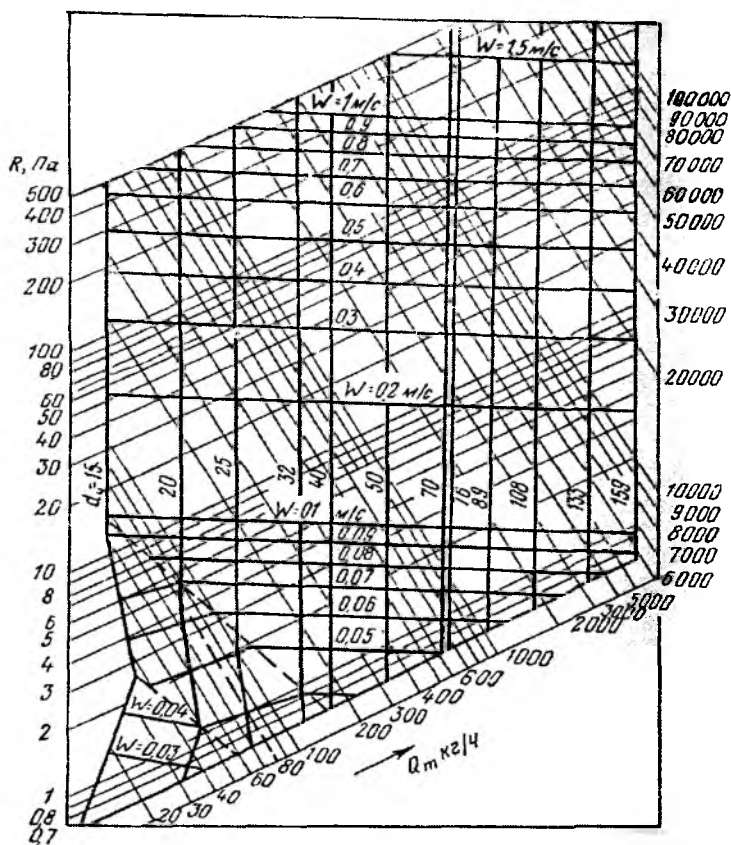
$$Q_m = \frac{3,6 \cdot \Phi}{4,19 \cdot \Delta t}, \text{ kg/soat}$$

Masalan, halqaning 1 va 13 qismlari uchun sarf bir xil bo'ladi:

$$Q_{m1,13} = \frac{3,6 \cdot 12800}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 440 \text{ kg/soat}$$

Halqaning 2 va 11 qismlari uchun:

$$Q_{m2,11} = \frac{3,6 \cdot 9600}{4,19 \cdot 25} = 330 \text{ kg/soat}$$



Rasm 4. Suvli isitish tizimi o'tkazgich quvurlari diametrlarini hisoblash uchun nomogramma

Hisoblashlar natijasi keltiriladigan 10-jadvalning 1...4 ustunlarini to'ldiramiz. Undan so'ng 4-rasmda keltirilgan nomogramma yordamida Q_m va R_{sr} larning qiymatlari yordamida aylanish halqasi qismlari uchun quvur diametrini, issiqlik tashuvchining tezligi(ω)ni va R ning haqiqiy qiymatlarini aniqlaymiz. Topilgan qiymatlarni jadvalning 5...7 ustunlariga yozib qo'yamiz va 8 ustunga R_l ning topilgan qiymatlarini kiritamiz.

Suvli isitish tizimi o'tkazgich quvurlari hisobi blanki

Jadval 10

Halqa qismi №	Issiqlik yuklamasi F_v	Issiqlik tashuvchi sarfi, Q_m , kg/soat	Halqa qismi uzunligi l , m	quvur diametri d , mm	Suvning tezligi ω , m/s	P , Pa/m	P_i , Pa	$\Sigma \zeta$	Z Pa	R_{i+z} Pa
VIII isitish asbobi orqali o'tuvchi bosh aylanma halqa										
1	12800	440	12,1	25	0,23	35	423,5	5,0	130,6	554,1
2	9600	330	5,2	20	0,27	63	327,6	1	35,9	363,5
3	6400	220	5,2	20	0,18	28	145,6	1	15,9	
4	3200	110	5,5	15	0,17	35	192,5	2,5	35,7	228,2
5	1600	55	0,8	15	0,09	12	9,6	6,5	25,9	35,5
6	1600	55	4,4	15	0,09	12	52,8	4	15,9	68,7
7	3200	110	1,2	15	0,17	35	42,0	1	14,3	56,3
8	4800	165	4,0	15	0,23	78	312,0	1	26,1	338,1
9	6400	220	1,2	20	0,18	28	33,6	1	15,9	49,5
10	8000	275	4,0	20	0,22	44	176,0	1	23,8	199,8
11	9600	330	1,2	20	0,27	63	75,6	1	35,9	111,5
12	11200	385	4,0	20	0,32	87	348,0	1	50,3	398,3
13	12800	440	7,0	25	0,23	35	245,0	3,5	91,4	336,4
$\Sigma(RI + Z)_{1-14} = 2901,4 \text{ Pa}$										
1 va 13 qismlarning qayta hisobi										
1	12800	440	12,1	20	0,37	120	1452	6,5	169,7	1621,7
13	12800	440	7,0	20	0,37	120	840	4,5	117,5	957,5
$\Sigma(RI + Z) = 2579,2 \text{ Pa}$										
I isitish asbobi orqali o'tuvchi kichik aylanma halqa										
14	3200	110	0,3	15	0,17	35	10,5	1,5	21,4	31,9
15	1600	55	0,8	15	0,09	12	9,6	6,5	25,9	35,5
16	1600	55	0,4	15	0,09	12	4,8	2,5	10,0	14,8
$\Sigma(RI + Z)_{15-17} = 82,2 \text{ Pa}$										

2 - qism ($d = 20 \text{ mm}$): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\Sigma \zeta_2 = 1$;

3 - qism ($d = 20 \text{ mm}$): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\Sigma \zeta_3 = 1$;

4-qism ($d = 15 \text{ mm}$): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta=1$;

90° li shoxobcha- $\zeta = 1,5$; $\Sigma \zeta_4 = 2,5$;

5 - qism ($d = 15 \text{ mm}$): uch tomonga tarmoqlash jo'mragi - $\zeta = 1,5$; ikki karrali rostlash jo'mragi - $\zeta = 4$; radiatorning yarmi - $\zeta = 1$; $\Sigma \zeta_5 = 6,5$;

6 - qism ($d = 15 \text{ mm}$): radiatorning yarmi - $\zeta = 1$; ikkita 90 °C li shoxobcha - $\zeta = 3$; $\Sigma \zeta_6 = 4$;

7 - qism ($d = 15 \text{ mm}$): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\Sigma \zeta_7 = 1$;

- 8 - qism (d = 15 mm): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\sum \zeta_8 = 1$;
 9 - qism (d = 20 mm): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\sum \zeta_9 = 1$;
 10 - qism (d = 20 mm): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\sum \zeta_{10} = 1$;
 11 - qism (d = 20 mm): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\sum \zeta_{11} = 1$;
 12 - qism (d = 20 mm): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; $\sum \zeta_{12} = 1$;
 13 - qism (d = 25 mm): uch tomonga ajratish teshigi - $\zeta = 1$; 90° li shoxobcha - $\zeta = 2$; surma jo'mrak - $\zeta = 0,5$; $\sum \zeta_4 = 3,5$;

[6, 164 bet 5 ilova]dan berilgan issiqlik tashuvchining oqimi tezligi(ω)dan dinamik bosim qiymatini qabul qilamiz va quyidagi formula yordamida xalqaning hamma qismlari uchun joylardagi qarshiliklardan yo'qotilayotgan bosim(Z)ni topamiz:

$$Z = \sum \zeta \cdot P_d,$$

bunda $\sum \zeta$ - halqa qismlarida joylardagi qarshiliklar koeffitsiyentlari yig'indisi;

$P_d = \omega^2 \cdot \rho / 2$ - suyuqlik oqimining dinamik bosimi, Pa;

ω - issiqlik tashuvchi(suv)ning harakat tezligi, m/s;

ρ - suvning zichligi, kg/m³.

Hisoblashlardan olingan natijalarni 10-jadvalning 10 ustuniga yozib boramiz.

11 ustunga esa halqa qismlarida yo'qolayotgan umumiy bosimlarni aniqlab, yozib boramiz, shundan so'ng hisoblanayotgan halqa uchun yo'qolayotgan bosimlar yig'indisini quyidagicha topamiz:

$$\sum (R_l + Z)_{1...13} = 2761,4 \text{ Pa}$$

Quvurlar diametrlari to'g'ri tanlangan deb hisoblash uchun halqaning e'tiborga olinmagan joylardagi qarshiliklarini hisobga oluvchi zahira bosimining qiymati 10% dan oshmasligi kerak.

Zahiradagi bosim quyidagicha topiladi:

$$\frac{P - \sum (R_l + Z)}{P} \cdot 100 = \frac{5080 - 2761,4}{5080} \cdot 100 = 45,6 \text{ f } 10 \%,$$

Demak, shart bajarilmaganidan halqaning eng ko'p yuklangan 1 va 13 qismlari quvurlari diametrlarini 25 mm dan 20 mm gacha almashtiramiz. Bu holda issiqlik tashuvchining tezligi oshadi, bundan esa ishqalanish va joylardagi qarshiliklar ta'sirida bosim yo'qotishlar oshadi (10-jadvalning qayta hisoblangan 1...13 qismlar).

Hisoblashlardan so'ng, ushbu qismlarda bosim yo'qolishi qiymati birlamchi holatga nisbatan 1688,7 Pa ga oshdi. Shuning uchun bosim yo'qolishi $\sum (R \cdot l + Z)_{1...13} = 2091,4 + 1688,7 = 4590,1 \text{ Pa}$ ga teng.

Bundan bosim zahirasi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{P - \sum (R \cdot l + Z)}{P} \cdot 100 = \frac{5080 - 4590,1}{5080} \cdot 100 = 9,6 \%,$$

bu esa quyiladigan shartni qanoatlantiradi.

Asbob 1 orqali o'tuvchi kichik aylanish halqasi uchun hisoblashlar bajaramiz.

Yangi 14,15 va 16 qismlar uchun avvalgi o'xshash qismlar hisobini bajaramiz. Berilgan va hisoblab topilgan qiymatlarni 10-jadvalga kiritamiz.

Kichik halqadagi umumiy bosim yo'qolishi

$\sum (R \cdot l + Z)_{1..13} = 1123,4 + 498,3 + 82,2 + 957,5 = 2661,4$ Pa ga teng, bu qiymat esa isitish tizimi uchun mo'ljallanayotgan aylanish bosimi (5080 Pa) dan ancha kichik.

14, 15 va 16 qismlar quvurlari diametrlarini kichiraytirish mumkin emas, chunki ular minimal (15 mm) qiymatga ega, shuning uchun tizimga mo'ljallangan bosimning ortiqchasini 1 isitish asbobi o'lagichiga o'rnatilgan ikkilamchi tuzatish jumragi bilan pasaytirish mumkin.

Isitish tizimidagi boshqa asboblarning o'lagichlari quvurlari diametrini ham 15 mm etib qabul qilamiz.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Suvli va suv bug'i bilan isitish tizimi sxemasini tushuntirib bering?
2. Isitish tizimi uchun quvurlar tanlovi qanday amalga oshiriladi?
3. Kichik va katta suv aylanish tizimi nima?
4. Ochiq quvurlardan issiqlik ajralishi qanday hisoblanadi?
5. Suvli isitish tizimida suv sarfi va suv harakatiga qarshilik qanday hisoblanadi?
6. Nasos talab qiladigan bosim qanday hisoblab topiladi?
7. Joylardagi qarshiliklar nima qanday aniqlanadi?

4-masala

Masala 1 ning berilgan ko'rsatkichlari bo'yicha xo'jalik ta'mirlash ustaxonasining chilangar-mexanik bo'limi uchun kerakli havo almashinish sarfini hisoblab toping. Havo almashinishining karrali soni $K = 2,5$.

Yechish

Binoning chilangar-mexanik bo'limi hajmi:

$$V_N = 10,7 \cdot 5,62 \cdot 4 + 10,7 \cdot \frac{5,62 \cdot 12}{2} = 276,4 \text{ m}^3$$

Havo almashinish sarfi quyidagicha topiladi:

$$Q = K \cdot V_x = 2,5 \cdot 276,4 = 691 \text{ m}^3/\text{soat}$$

4-vazifa

Vazifa 1 da berilgan ko'rsatkichlar bo'yicha masala 4 ni yeching.

4. CHORVACHILIKDA ISITISH TIZIMI XISOBI

5-masala

Chorva tagiga solinadigan to'shamasiz molxonada bog'langan holda saqlanayotgan 200 bosh sigirlar bor xonani sovuq mavsum davrida shamollatish uchun kerak bo'ladigan havo almashinish sarfmi aniqlang. Sigirlarning o'rtacha laktatsiyalanishi (sut berishi) 15 litrni, har bir sigirning tirik vazni o'rtacha 550 kg ni tashkil qiladi. Sigirlar joylashgan bino (molxona) xonasining o'rtacha o'lchamlari: uzunligi - 66 metr; eni - 20,5 metr, balandligi - 2,8 metr. Tashqi o'rab turuvchi havo harorati $t_t = -25^\circ\text{C}$, nisbiy namligi $\varphi_t = 85\%$, xona havosi uchun - $t_i = 10^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 70\%$. Barometrik bosim 99,3 kPa.

Yechish

Sovuq mavsum davri uchun chorvachilik binolarida havo almashinishi hisobi havo tarkibidagi namlikka nisbatan havo tarkibidagi zaharli gazlarni hisobga olgan holda olib boriladi.

Havo tarkibidagi namlik bo'yicha havo almashinish hisobi.

Bitta chorvadan ajralayotgan namlik miqdori [5, 277 bet, 19 ilova] dan olinadi:

$$W_{ch} = 476 \text{ g/soat.}$$

Molxona binosi ichki devorlari yuzasidan bug'lanayotgan nam miqdori chorvalardan ajralayotgan nam miqdorining 10 % ni tashkil qiladi. U holda umumiy ajralayotgan nam:

$$W = 1,1 \cdot 476 \cdot 200 = 104700 \text{ g/soat.}$$

Tashqi atmosfera havosi va molxona ichidagi havolarning namlik saqlash xususiyatlari (d) ni H-d diagramma [ilova, 129 bet]dan topamiz:

$t_t = -25^\circ\text{C}$ va $\varphi_t = 85\%$ bo'lganda $d_t = 0,5 \text{ g/kg}$ quruq havoda;

$t_i = +10^\circ\text{C}$ va $\varphi_i = 70\%$ bo'lganda $d_i = 5,3 \text{ g/kg}$ quruq havoda.

Havoning zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\rho = \frac{346}{273 + t} \cdot \frac{P_1}{P}, \text{ kg/m}^3$$

bunda t - havo harorati, $^\circ\text{C}$; P = 99,3 kPa - barometrik bosim;

P_1 - berilgan xo'jalik joylashgan tumandagi hisobiy barometrik bosim.

$$\rho = \frac{346}{273 + 10} = 1,223 \text{ kg/m}^3$$

Xonadagi havo tarkibidagi ortiqcha namlikni haydash uchun havo almashinish sarfi quyidagicha topiladi:

$$Q_w = \frac{W}{(d_u - d_r) \cdot \rho} = \frac{104700}{(5,3 - 0,5) \cdot 1,223} = 17800 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Havo tarkibidagi zaharli gaz miqdorini kamaytirish uchun havo almashinish sarfi.

Bitta chorvadan ajralayotgan zaharli gaz - uglekislotalar hajmi [5, 277 bet, 19 ilova]dan olinadi: $V_{CO_2} = 150 \text{ l/soat}$. Chorva saqlanayotgan molxona ichidagi havo tarkibida ruxsat etilgan SO_2 konsentratsiyasi $S_1 = 2,5 \text{ l/m}^3$, tashqi atmosfera havosida SO_2 ning miqdori $S_T = 0,3 \text{ l/m}^3$ [6, 161 bet, 2 ilova].

Bino xonasi ichidagi havo tarkibida zaharli gazlar (ko'pincha SO_2) konsentratsiyasi miqdori ruxsat etilganidan oshganda havo almashinish sarfi quyidagi formuladan topiladi: $Q_3 = \frac{V_3}{C_u - C_T}, \text{ m}^3/\text{soat}$,

bunda V_3 - xonada ajralayotgan zaharli gazlar hajmi, l/soat;

S_1 - xona havosi tarkibidagi zaharli gazlarning ruxsat etilgan konsentratsiyasi, l/m³;

S_T - tashqaridan kiritilayotgan havo tarkibidagi zaharli gazlarning ruxsat etilgan konsentratsiyasi, l/m³ (uglekislotalar uchun $S_T = 0,3 \text{ l/m}^3$).

$$Q_{CO_2} = \frac{150 \cdot 200}{2,5 - 0,3} = 13460 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Berilgan molxona uchun havo almashinish sarfining namlik bo'yicha Yuqori qiymatga ega ekanligidan qabul qilamiz:

$$Q = Q_w = 17840 \text{ m}^3/\text{soat}.$$

Molxonaning berilgan xonasi hajmi $V = 66 \cdot 20,5 \cdot 2,8 = 3790 \text{ m}^3$

Havo almashinishning karrali soni $K = 17840 / 3790 \approx 4,7$

bu ko'rsatkich chorvachilik binolarini sovuq mavsum davrida shamollatish uchun berilgan me'yoriy ko'rsatkichlarga ($K = 3 \dots 5$) mos keladi.

5-vazifa

Chorva tagiga solinadigan to'shamasiz molxonada bog'langan holda saqlanayotgan n_c bosh sigirlar bor xonani sovuq mavsum davrida shamollatish uchun kerak bo'ladigan havo almashinish sarfini aniqlang. Sigirlarning o'rtacha laktatsiyalanishi (sut berishi) L litrni, har bir sigirning tirik vazni o'rtacha m kg ni tashkil qiladi. Sigirlar joylashgan bino (molxona) xonasining o'rtacha o'lchamlari: uzunligi - 66 metr; eni - 20,5

metr, balandligi - 2,8 metr. Tashqi o'rab turuvchi havo harorati t_t °S, nisbiy namligi φ_t %, xona havosi uchun - $t_i = 10$ °C, $\varphi_i = 75$ %. Barometrik bosim 99,3 kPa. Vazifani yechish uchun ma'lumotlar jadval 11 da keltirilgan.

Jadval 11

Berilgan ko'rsatkichlar	Shifrning oxiridan oldingi soni									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_c ,	190	195	205	210	220	225	230	240	245	250
L , litr	10	12	13	14	15	20	15	16	17	18
m , kg	450	470	430	480	500	510	520	530	540	460
t_t , °C	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-24	-26	-28	-22
φ_t , %	75	85	80	70	75	80	85	70	65	80

6-masala

Masala 5 ning topilgan qiymatlari uchun xonaga kiritilayotgan havoni qizdirish uchun kalorifer qurilmasini tanlang. Sigirxonadagi ortiqcha issiqlik oqimi 108000 Vt ni tashkil qiladi; nam ajralishi - 104700 g/soat. Isitish tizimi uchun issiqlik tashuvchi - 29,4 kPa ortiqcha bosimli suv bug'i.

Yechish.

Shamollatishda ichki havo tarkibidagi namlik va issiqlikbarvarakayiga tashqariga haydalishini hisobga olib, kiritilayotgan havoning kaloriferdan keyingi haroratini H-d-diagramma yordamida aniqlaymiz. Bu hol uchun issiqlik- namlik nisbati koeffitsiyenti (jarayon yoyi koeffitsiyenti)ni aniqlaymiz:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot \Phi_{\text{opt}}}{W}, \quad \text{kJ/kg}$$

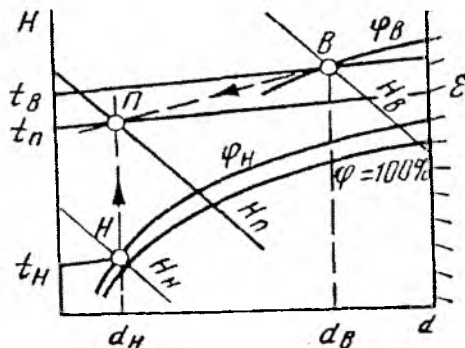
bunda F_{ort} - ortiqcha issiqlik miqdori, W - ortiqcha namlik miqdori.

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 108000}{104700} = 3720 \text{ kJ/kg}$$

Diagrammada xona ichidagi havoning ko'rsatkichlari ($t_i=+10$ °C, $\varphi_i=70$ %) bo'yicha V nuqtani belgilab, bu nuqta orqali jarayon yoyi koeffitsiyenti $\varepsilon = 3720$ ga parallel to'g'ri chiziq o'tkazamiz, pastdan Yuqoriga esa $d_i=0,5$ g/kg qiymatdan vertikal chiziq chizamiz. Ikkala chiziqlar kesishgan nuqtani P harfi bilan belgilaymiz. Ushbu kesishish nuqtasidan o'tadigan xarorat chizig'i ko'rsatkichi kiritilayotgan havo

haroratining kalariferdan keyingi qiymatini ko'rsatadi: $t_{kr}=t_k=4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bu haroratda havo zichligi

$$\rho = \frac{346}{273 + 4} = 1,249 \text{ kg/m}^3$$



Rasm 3. Xonadagi ortiqcha issiqlik va namlikni haydash uchun havo almashinish sarfi hisobi uchun

Kiritilayotgan tashqi havoni qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik oqimi quyidagi formuladan topiladi:

$$F = 0,278 \cdot Q \cdot \rho \cdot C_r \cdot (t_k - t_l), \text{ Vt}$$

bunda Q - havoning hajmiy sarfi, m^3/soat ;

ρ - t_k haroratidagi havoning zichligi, kg/m^3 ;

$C_r = 1 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ - havoning solishtirma izobarik issiqlik sig'imi;

t_k - havoning kalariferdan keyingi harorati, $^{\circ}\text{C}$;

t_l - tashqi havoning kalarifergacha bo'lgan harorati, $^{\circ}\text{C}$.

$$F = 0,278 \cdot 17840 \cdot 1,249 \cdot 1 \cdot [4 - (-25)] = 179600 \text{ Vt.}$$

[6, 31 bet, rasm 10] dan havoning massaviy tezligini $v\rho = 8,5 \text{ kg}/(\text{s} \times \text{m}^2)$ ga teng deb qabul qilamiz va quyidagi formuladan kalariferning havo o'tishi bo'yicha kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$f_x = \frac{Q \cdot \rho}{3600 \cdot (v\rho)_x} \text{ m}^2$$

bunda $(v\rho)_x$ - havoning hisobiy massaviy tezligi,

$4...12 \text{ kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ son qiymat qabul qilinadi,

$$f_x = \frac{17840 \cdot 1,249}{3600 \cdot 8,5} = 0,728 \text{ m}^2$$

Plastinkali kaloriferlarning asosiy ko'rsatkichlari

Jadval 12

Kalo rifer nomeri	Isitish yuzasi maydoni, m ²	Kesim yuzalari, m ²			Massa, kg		
		havo bo'yicha	issiqlik tashuvchi bo'yicha				
		KVB K3PP K3VP	KVB K3PP	K3VP	KVB	K3PP	K3VP
2	9,9	0,115	0,0046	0,00076	53	56	55
3	13,2	0,154	0,0061	0,00076	69	75	72
4	16,7	0,195	0,0061	0,00076	85	90	87
5	20,9	0,244	0,0076	0,00096	106	110	107
6	25,3	0,295	0,0076	0,00096	125	129	125
7	30,4	0,354	0,0092	0,00114	152	155	148
8	35,7	0,416	0,0092	0,00114	174	178	172
9	41,6	0,486	0,0107	0,00178	201	204	198
10	47,8	0,558	0,0107	0,00178	224	232	225
11	54,6	0,638	0,0122	0,00203	-	260	253

12 jadvalda havo o'tishi bo'yicha 0,728 m² kesim yuzali kalorifer yo'q. Shuning uchun kesim yuzasi $f=0,354$ m² bo'lgan K3PP - 7 kaloriferdan ikkitasini parallel o'rnatamiz, bundan $f=2 \cdot 0,354 = 0,708$ m².

Havoning haqiqiy massaviy tezligi

$$v_p = \frac{Q \cdot \rho}{3600 \cdot f} = \frac{17840 \cdot 1,249}{3600 \cdot 0,708} = 8,74 \text{ kg/(s} \cdot \text{m}^2\text{)}$$

[6, 31 bet, rasm 10] dan tanlangan kalorifer uchun issiqliko'zatisht koeffitsiyentining qiymatini topamiz: $K = 31,1$ Vt/(m²·°C). Kaloriferning haqiqiy issiqlik berish yuzasi $2 \cdot 30,4 = 60,8$ m².

quyidagi formuladan tanlangan kalorifer uchun olinadigan haqiqiy issiqlik oqimini topamiz:

$$\Phi_K = K \cdot F \cdot (t'_{YP} - t_{YP}), \text{ Vt}$$

bunda K - issiqlik uzatish koeffitsiyenti, Vt/m²·°C;

F - kaloriferning isitish yuzasi maydoni, m² (kaloriferlar parallel ulanganida yuzalar qo'shiladi);

t_{ur} - issiqlik tashuvchining o'rtacha qiymati, °C;

Issiqlik tashuvchi suv bo'lganda $t_{ur} = (t_g - t_o)/2$. Agar issiqlik tashuvchi 29,4 kPa ortiqcha bosimli to'yingan suv bug'i bo'lsa, $t_{ur} = 100$ °C; $t_{ur} = (t_k + t_i)/2$ - qizdirilayotgan havoning o'rtacha harorati, °C.

$$\Phi_K = 31,1 \cdot 60,8 \cdot \left(100 - \frac{4 - 25}{2}\right) = 208900 \text{ Vt.}$$

Issiqlik berish bo'yicha zahira issiqlik miqdori

$$\frac{208900 - 179600}{179600} \cdot 100 = 16,3 \% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

Agar $F_K = (1,15 \dots 1,2) \cdot F$ bo'lsa, kalorifer tanlanishi to'g'ri hisoblanadi. Bizning holatda $F_K = 1,163 \cdot F$, demak, kalorifer tanlash hisobi to'g'ri olib borilgan.

6-vazifa

Vazifa 5 ning olingan qiymatlari uchun molxonaga kiritilayotgan havoni qizdirishga kalorifer qurilmasini tanlang.

5. KALORIFER TANLASH

7-masala

Xo'jalik mexanik ustaxonasini shamollatish uchun ustaxonaga kiritilayotgan tashqi havo sarfi $15000 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lganda havoni qizdirish maqsadida kalorifer tanlang. Tashqi havoning hisoblashlar uchun ko'rsatkichlari quyidagilar: $t_T = -29^\circ\text{C}$, shamollatish hisobi uchun harorat : $t_{T,K} = -20^\circ\text{C}$; havoning kaloriferdan keyingi harorati $t_K = +18^\circ\text{C}$, tashqi havo barometrik bosimi $101,3 \text{ kPa}$. Issiqlik tashuvchi ishchi jism suv bo'lib, uzatish magistralida suv harorati 95°C , qaytish magistralida -70°C .

Yechish

$$\text{Havoning zichligi } \rho = \frac{346}{273+18} \cdot \frac{101,3}{99,3} = 1,213 \text{ kg/m}^3$$

Ustaxonaga kiritilayotgan tashqi havoni qizdirish uchun talab qilinadigan issiqlik oqimi quyidagicha topiladi:

$$F = 0,278 \cdot 15000 \cdot 1,213 \cdot [18 - (-20)] = 192000 \text{ Vt.}$$

Mascaviy tezlikni $\nu\rho = 8 \text{ kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ qiymatini qabul qilamiz va kalorifer qurilmasining havo o'tkazish bo'yicha hisobiy kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$f_K = \frac{15000 \cdot 1,213}{3600 \cdot 8} = 0,63 \text{ m}^2.$$

Jadval 12 dan KFB - 11 kaloriferini tanlab olamiz ($f = 0,638 \text{ m}^2$, $F = 54,6 \text{ m}^2$, $f_v = 0,0122 \text{ m}^2$) va havo massaviy tezligining aniq son qiymatini topamiz:

$$\upsilon\rho = \frac{15000 \cdot 1213}{3600 \cdot 0,638} = 7,92 \text{ kg/(s} \cdot \text{m}^2)$$

Suvning kalorifer quvurlaridagi tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega = \frac{\Phi}{10^3 \cdot \rho_c \cdot C_c \cdot (t_r - t_o) \cdot f_{KB}}, \text{ m/s}$$

bunda ρ_s - suvning zichligi, $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$;

s_s - suvning solishtirma issiqlik sig'imi,

$s_s = 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$;

t_g, t_o - suvning kaloriferga kirishi va undan chiqishidagi haroratlari, $^\circ\text{C}$;

f_{KV} - kaloriferning issiqlik tashuvchi ishchi jism o'tishi uchun quvurlari ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ;

$$\omega = \frac{192000}{10^6 \cdot 4,19 \cdot (95 - 70) \cdot 0,0122} = 0,15 \text{ m/s.}$$

[6, 31 bet, rasm 10] dan $\upsilon\rho = 7,92 \text{ kg/(s} \cdot \text{m}^2)$ va $\omega = 0,15 \text{ m/s}$ qiymatlar uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentini topamiz:

$$K = 25,3 \text{ Vt/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

Kaloriferning haqiqiy issiqlik berishi

$$\Phi_K = 253 \cdot 54,6 \cdot \left(\frac{95 + 70}{2} + \frac{18 - 20}{2} \right) = 112500 \text{ Vt}$$

qurilma uchun ikkita ketma-ket ulangan kaloriferni qabul qilamiz:

$$F_{K=2} = 2 \cdot 112500 = 225000 \text{ Vt}$$

Kaloriferning zahira issiqlik berishi

$$\frac{225000 - 192000}{192000} \cdot 100 = 17,2\%$$

bu kalorifer tanlash shartlarini qanoatlantiradi.

7-vazifa

Xo'jalikning mexanik ustaxonasini shamollatish uchun ustaxonaga kiritilayotgan tashqi havo sarfi $Q \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lganda havoni qizdirish maqsadida kalorifer tanlang. Tashqi havoning hisoblashlar uchun ko'rsatkichlari quyidagilar: t_t $^\circ\text{C}$, shamollatish hisobi uchun harorat : t_{tk} $^\circ\text{C}$; havoning kaloriferdan keyingi harorati : t_K $^\circ\text{C}$, tashqi havo barometrik bosimi R_b kPa. Issiqlik tashuvchi ishchi jism suv bo'lib, uzatish magistralida suv harorati t_x $^\circ\text{C}$, qaytish magistralida - t_q $^\circ\text{C}$.

Vazifa 7 uchun ma'lumotlar jadval 13 da keltirilgan.

Jadval 13

Shifning oxiridan oldingi soni	$t_t, ^\circ\text{C}$	$t_{t.k.}, ^\circ\text{C}$	$Q, \text{m}^3/\text{soat}$	$t_{k.}, ^\circ\text{C}$	Shifning oxirgi soni	P_b, kPa	$t_x, ^\circ\text{C}$	$t_q, ^\circ\text{C}$
0	-20	-15	12000	18	0	100	90	70
1	-22	-17	13000	20	1	102	95	75
2	-24	-19	14000	18	2	101	90	70
3	-18	-13	16000	20	3	99	95	75
4	-26	-21	11000	18	4	98	90	70
5	-30	-25	19000	20	5	100	95	75
6	-19	-14	13000	18	6	101	90	70
7	-21	-16	16000	20	7	102	95	75
8	-23	-18	17000	18	8	100	90	70
9	-27	-22	20000	20	9	99	95	75

6. CHORVACHILIK BINOLARINI SHAMOLLATISH XISOBI

8-masala

5 va 6 masalalardagi berilgan qiymatlar yordamida molxona uchun shamollatish (ventilyatsiyalash) tizimini hisoblang. Molxona sxemasi 4-rasmda keltirilgan.

Jadval 14

qism t.r.	$Q, \text{m}^3/\text{soat}$	l, m	$v, \text{m/s}$	d, mm	$P, \text{Pa/m}$	Pl, Pa	$\sum \zeta$	P_D, Pa	Z, Pa	$RI + Z, \text{Pa}$
1	17840	10	15	648	3,0	30,0	2,30	140	322	352
2	8920	5	12	512	2,7	13,5	0,25	90	22,5	36
3	4460	30,5	7	475	1,08	33,0	22,0	30,6	673	706
$\sum (Pl + Z) = 1094 \text{ Pa}$										

Yechish

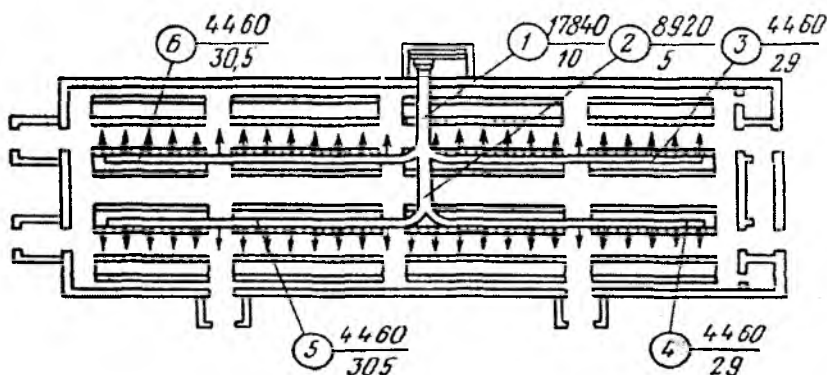
1. Shamollatish tarmog'ini havo sarfi o'zgarmas bo'lgan alohida qismlarga bo'lamiz va aylanalar ichiga ularning tartib raqamlarini yozib qo'yamiz, aylananing o'ng tomoniga suratda berilgan qismdagi havo sarfini (m^3/soat), maxrajda esa qismning uzunligini (m) keltiriladi.

2. Havoning harakat tezligi (v) ni 1 qism uchun 15 m/s, 2 qismda -

12 m/s, 3...6 qismlarda - 6-7 m/s qabul qilib, quyidagi formuladan qismlar uchun havo quvurlari diametrlarini aniqlaymiz va hisoblash natijalarini 14 jadvalga kiritamiz:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_i}{3600 \cdot \pi \cdot v_i}} = \sqrt{\frac{Q_i}{900 \cdot \pi \cdot v_i}} \quad \text{m}$$

bunda Q_i - havo sarfi, m³/soat.



Rasm 4. Molxonani shamollatish tizimini hisoblash sxemasi

3. Bino bo'ylab bir tekis havo tarqatishni ta'minlash to'rtta bo'ylama havo uzatkich yordamida amalga oshiriladi (3...6 qismlar). Ventilyator qurilmasidan eng uzoq joylashgan 5 qism uchun havo chiqish teshik yuzasini hisoblab topamiz.

Teshiklar orasidagi masofani 2 metrdan qabul qilamiz, u holda umumiy uzunligi $l = 30,5$ metr bo'lgan havo uzatkichning to'g'ri chiziqli qismida 15 ta teshik bo'ladi. Havoning teshikdan chiqishdagi tezligini 6 m/s qabul qilib, quyidagi formula yordamida ventilyatordan eng uzoq joylashgan teshikning yuzasini topamiz:

$$f_1 = \frac{Q_i}{3600 \cdot n \cdot v} = \frac{4460}{3600 \cdot 15 \cdot 6} = 0,0137 \text{ m}^2.$$

Havo quvurining ko'ndalang kesimi $F = 3,14 \cdot 0,475^2 / 4 = 0,178 \text{ m}^2$ ni aniqlab, havo quvuridagi teshiklar soni quyidagitengsizlikni qanoatlantirishni tekshiramiz:

$$n < 1 + \frac{F}{\mu \cdot f_1} = 15 < 1 + \frac{0,178}{0,65 \cdot 0,0137} = 21$$

Demak, $15 < 21$ ekanligidan, teshiklar soni to'g'ri tanlangan.

Quyidagi formuladan A_i koeffitsiyentlarning qiymatlarini 2...15 teshiklar uchun hisoblab topamiz:

$$A_i = \sqrt{\frac{1}{1 - \left[\frac{\mu \cdot (i - 1) \cdot f_1}{F} \right]^2}} = A_2 = \sqrt{\frac{1}{1 - \left[\frac{0,65 \cdot (2 - 1) \cdot 0,0137}{0,178} \right]^2}} = 1,001$$

$$A_3 = 1,01; A_4 = 1,023; \dots A_{15} = 1,4.$$

Havo quvurining 2...15 teshiklari yuzasini quyidagicha topamiz:

$$f_1 = A_1 \times f_i; f_2 = 1,001 \cdot 0,0137 = 0,01371 \text{ m}^2;$$

$$f_3 = 1,01 \cdot 0,0137 = 0,0138 \text{ m}^2; f_4 = 1,023 \cdot 0,0137 = 0,014 \text{ m}^2;$$

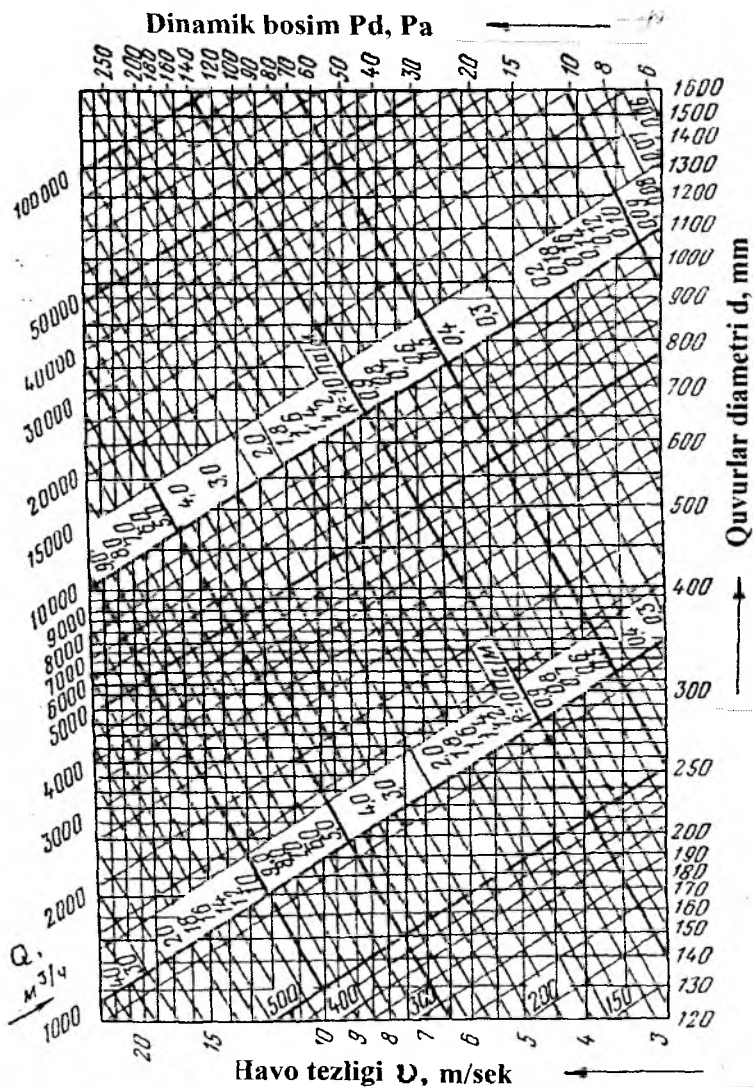
$$\dots f_{15} = 1,4 \cdot 0,0137 = 0,0192 \text{ m}^2.$$

4. 5 rasmdagi nomogramma yordamida shamollatish tarmog'ining eng uzun shaxobchasidagi (1,2 va 5 qismlar) ishqalanishdan yo'qolayotgan bosimni aniqlaymiz. Masalan, 1 qism uchun nomogramma o'qlaridan $d_1 = 648 \text{ mm}$ va $v_1 = 15 \text{ m/s}$ nuqtalarini topamiz. Ushbu nuqtalardan tiklangan perpendikulyarlar $R_1 = 3 \text{ Pa/m}$ qiymatini ko'rsatadi. Nomogrammaning

Yuqori qismi ko'rsatkichlaridan berilgan tezlik uchun oqimning dinamik bosimini 1 qism uchun topamiz: $P_{D1} = 135 \text{ Pa}$ ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ uchun). 4°C haroratli kiritilayotgan havoning haqiqiy zichligi quyidagicha topiladi: $\rho_t = 346/(273 + 4) = 1,249 \text{ kg/m}^3$. Shuning uchun $P_{D1} = 135 \cdot 1,249/1,2 = 140 \text{ Pa}$. Xuddi shunday qilib tarmoqning 2 va 5 qismlari uchun ham P va P_D larning qiymatlarini topamiz va olingan natijalarni 14 jadvalning to'g'ri keladigan ustunlariga yozib qo'yamiz.

5. P_1 ning hamma qiymatlarini hisoblab topamiz.

6. 15 jadval yordamida joylardagi qarshiliklar koeffitsiyentlarni aniqlaymiz:



Rasm 5. Aylana kesimli po'lat havo quvurlarini hisoblash uchun nomogramma

1 qism: oqimning yo'nalishi o'zgartiruvchi jalyuz (darparda)li panjara kirish - $\zeta = 2$; quvurning ventilyatorga yaqinlashandagi torayish joyi

yaoni diffuzor - $\zeta = 0,15$; aylana kesimli 90° li shaxobcha ($R/d = 2$) - $\zeta = 0,15$; $\sum \zeta_1 = 2,3$;

2 qism: kesimning birdan torayish joyi

$(F_5/F_1 = d_2^2/d_1^2 = 512^2 / 648^2 = 0,62)$ - $\zeta = 0,25$; $\sum \zeta_2 = 0,25$;

5 qism: kesimning birdan qisqarish joyi

$(F_5/F_2 = d_5^2/d_2^2 = 475^2 / 512^2 = 0,86)$ - $\zeta = 0,1$; aylana kesimli 90° li shaxobcha ($R/d = 2$) - $\zeta = 0,15$; 15 ta yon chiqish teshiklari ($v_0/v_1 = 6/7 = 0,86$) - $\zeta = 1,45 \cdot 15 = 21,75$; $\sum \zeta_6 = 22,0$;

Topilgan natijalarni 14 jadvalga kiritamiz.

7. 1,2 va 5 qismlar uchun $Z = \sum \zeta R_D$ ning qiymatlarini hisoblab topamiz va 14 jadvalga kiritamiz.

8. qismlar bo'yicha va umumiy shamollatish tarmog'i uchun yo'qalayotgan bosimlar yig'indisi $\sum R \cdot l + Z$ ni hisoblab topamiz:

$\sum R \cdot l + Z = 1094 \text{ Pa}$.

9. Tarmoqdan chiqayotgan havo tezligi ($v = 6 \text{ m/s}$) uchun

$R_D = 6^2 \cdot 1,249/2 = 22,5 \text{ Pa}$ ni topib va 6 rasmdagi grafikdan K3PP rusumli kaloriferlar uchun havoning massaviy tezligi $8,74 \text{ kg/(s} \cdot \text{m}^2)$ bo'lgandagi qarshilik 55 Pa ekanligini topamiz, bundan foydalanib esa quyidagi formuladan ventilyatorning haydashi kerak bo'lgan to'liq bosimini hisoblab topamiz:

$P_V = 1,1 \cdot [\sum (R \cdot l + Z) + R_{D,V} + R_K] = 1,1 \cdot (1094 + 22,5 + 55) = 1288 \text{ Pa}$.

10. Ventilyatorning havo sarfini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

Havo quvurlari uchun joylardagi qarshiliklar koeffitsiyentlari ζ

Jadval 15

Joylardagi qarshiliklar turlari	ζ
Oqimni yo'nalishini o'zgartiruvchi jalyuz panjarasiga kirish	2
Ventilyator diffuzori	0,15
Aylana yoki kvadrat kesimli 90° li tirsak	1,1
90° li to'g'ri burchak kesimli $b/a = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0$ bo'lgan tirsak	1,65; 1,1; 0,77; 0,53
Kesimning birdan kengayishi $F_1/F_2 = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7$	0,8; 0,5; 0,25; 0,1
Kesimning birdan qisqarishi $F_2/F_1 = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7$	0,47; 0,38; 0,3; 0,2
$R/d = 1; 2; 3$ dagi aylana yoki kvadrat kesimli 90° li shoxobcha	0,25; 0,15; 0,12

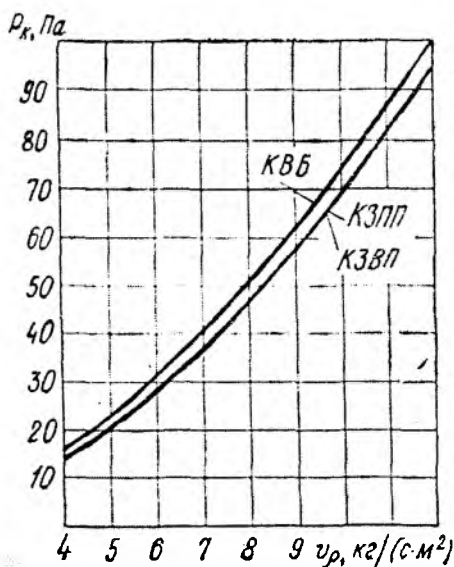
Joylardagi qarshiliklar turlari	ζ
$R/a = 1$ va $b/a = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0$ dagi to'g'ri burchak kesimli 90° shoxobcha	0,38; 0,25; 0,18; 0,12
Xuddi shunday, $R/a = 2$ bo'lgandagi	0,23; 0,15; 0,11; 0,07
Xuddi shunday, $R/a = 3$ bo'lgandagi	0,18; 0,12; 0,08; 0,06
$v_0/v_1 = 0,4; 0,6; 1,0; 1,2$ bo'lgandagi o'tkir qirrali yon teshiklardan chiqish	1,1; 1,25; 1,6; 1,8
Oqim yo'nalishining o'zgarib chiqishi:	
panjarasiz	2,0
panjarali	2,5
qopqoqli so'ruvchi mo'ri	1,3
Silindrik deflektor	1,0
<u>Izoh:</u> R - havo uzatkich o'qining burilish radiusi; d - diametr yoki kvadrat kesimining tomoni; b va a - to'g'ri burchakli havo o'tkazgichning balandligi va eni; v_0 - havo o'tkazgichning yon teshiklaridan chiqish tezligi; v_1 - havo o'tkazgichdagi havoning tezligi	

$$Q_B = k_{\Pi} \cdot Q \cdot \frac{273 + t}{273 + t_B} = 1,1 \cdot 17840 \cdot \frac{273 + 4}{273 + 10} = 19200 \text{ m}^3/\text{soat}$$

bunda k_p - havo quvurlarida tashqi so'rilishlarni tuzatish koeffitsiyenti (uzunligi 50 m gacha bo'lgan po'lat, plastmassa va asbotsementli quvurlar uchun 1,1, boshqa hollarda - 1,15); t - ventilyator orqali o'tuvchi havoning harorati, $^\circ\text{C}$; t_B - binoning ishchi qismidagi havo harorati, $^\circ\text{C}$.

11. Ventilyator tanlashni 7 rasmda keltirilgan nomogrammadan topamiz. O'ng tomonda joylashgan shkaladan $Q_B = 19200 \text{ m}^3/\text{soat}$ nuqtasini topamiz. Ushbu nuqtadan o'tkazilgan gorizontol to'g'ri chizig'i bilan kesishadigan nur orqali № 8 raqamli ventilyator topiladi.

Topilgan nuqtani yuqoriga vertikal ko'chirib, $P_V = 1288 \text{ Pa}$ chizig'i bilan kesishgan no'tasida ventilyatorning foydali ish koeffitsiyenti $\eta_V = 0,79$ ni va o'lchamsiz koeffitsiyent $A = 9300$ ni topamiz, ventilyatordan chiqishdagi havo tezligi 17 m/s ni tashkil etadi, bundan ventilyator o'qi aylanishlar sonini quyidagicha topamiz:



Rasm 6. Bir qator darpardali kaloriferdan havo o'tishida bosim kamayishi

$$n = \frac{A}{N_0} = \frac{9300}{8} = 1162 \text{ ayl/min.}$$

Ventilyator uchun elektr dvigatelning talab qiladigan quvvati quyidagi formuladan topiladi:

$$N_B = \frac{Q_B \cdot P_B}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\Pi}} = \frac{19200 \cdot 1288}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,79 \cdot 0,95} = 9,1 \text{ kVt.}$$

bunda η_V - ventilyatorning foydali ish ko'effitsiyenti, nomogrammadan topilgan qiymat; η_P - uzatmaning foydali ish ko'effitsiyenti (ventilyator g'ildiragining elektr dvigatel valiga to'g'ridan-to'g'ri o'rnatilishida $\eta_P = 1$, muftali bog'lanish uchun $\eta_P = 0,98$, tasmali uzatmalar uchun $\eta_P = 0,95$).

quyidagi 16-jadvaldan elektr dvigateli quvvatining zahira ko'effitsiyentini topamiz:

Elektr dvigateli zahira quvvati koeffitsiyenti

Jadval 16

Elektr dvigateli vali quvvati, kVt	Ventilyatorlar uchun zahira koeffitsiyen- ti, k_z	
	markazdan qochma	o'q bo'ylab
< 0,5	1,5	1,2
0,5 dan 1,0 gacha	1,3	1,15
1,01 dan 2 gacha	1,2	1,1
2,01 dan 5 gacha	1,15	1,05
> 5	1,1	1,05

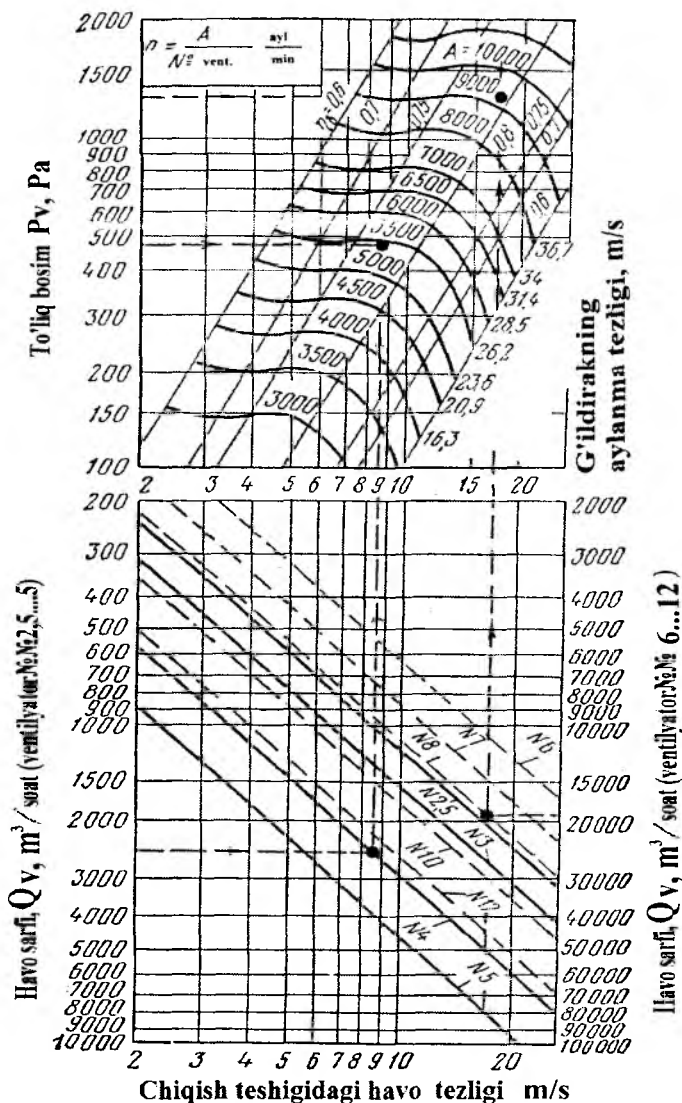
Bundan, $k_z = 1,1$. quyidagi formuladan elektr dvigatelining belgilangan quvvatini topamiz:

$$N_{bel} = k_z \cdot N_B = 1,1 \cdot 9,1 = 10 \text{ kVt.}$$

Katalogdan quvvati va val aylanishlar soni yaqin elektr dvigateli tanlaymiz. Aylanishlar soni farq qilganda, ventilyator va elektr dvigatellari orasidagi tasmali uzatkich shkivi diametrini tanlash orqali rostlanadi.

8-vazifa

5 va 6 vazifalardagi berilgan qiymatlar yordamida molxona uchun shamollatish (ventilyatsiyalash) tizimini hisoblang. Molxona sxemasi 4 rasmda keltirilgan.



Rasm 7. S4-70 rusumli markazdan qochma ventilyatorlarni tanlash nomogrammasi

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Chorravchilik va parrandachilik inshootlarida shamollatish hisobi kaysi zaharlovchi faktorlar asosida yilning sovuq, issiq va o'tish davrlarida hisoblangadi?
2. Havo tarkibidagi ortiqcha zaharli gazlar, suv bug'lari va ortiqcha issiqlik miqdorlariga nisbatan shamollatish uchun havo sarflari tenglamalarini keltiring.
3. Isitish tizimi uchun issiqlik quvvati tenglamasini yozing va unga kiruvchi qiymatlarni tushuntirib bering?
4. Kalorifer qanday tanlanadi? Uni hisoblash asoslari va tenglamasini keltiring va tushuntirib bering.
5. Ventilyator tanlash qanday amalga oshiriladi?

7. KONVEKTIV G'ALLA QURITGICHNING ISSIQLIK XISOBI

9-masala

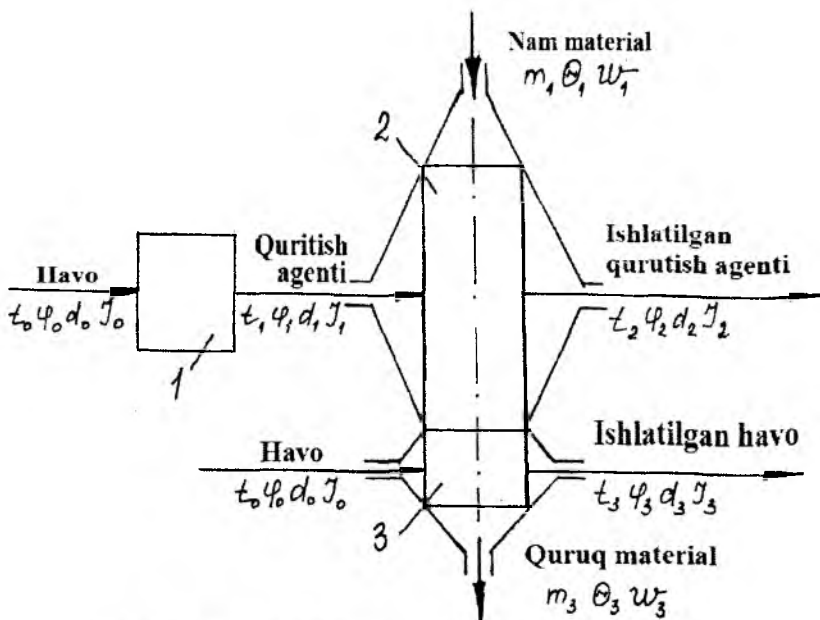
Oziq - ovqat g'allasi bug'doyni quritish uchun ish unumdorligi 0,43 tonna/soat bo'lgan konvektiv quritkichning issiqlik hisobini bajaring. quritkichni hisoblash sxemasi 8 rasmda keltirilgan. quritkich shaxta (quduqsimon bo'shliq) shaklida bo'lib, suyuq yoqilg'i (traktor kerosini) da ishlaydigan o'txonali havo isitkichga ega.

Yoqilg'ining ishchi vazni tarkibi quyidagicha: $S^r = 86 \%$, $N^r = 13,7 \%$, $S^r = 0,2 \%$, $O^r = 0,05 \%$. Tashqi havo ko'rsatkichlari: $t_0 = 5^\circ\text{S}$, $\phi_0 = 75 \%$. quritish agentining quritkich kamerasi (bo'linmasi)ga kirishdan oldingi harorati $t_1 = 140^\circ\text{C}$, quritish kamerasidan chiqayotgan quritish agentining nisbiy namligi $\phi_0 = 65 \%$. Sovutish kamerasidan chiqayotgan havo harorati $t_3 = 25^\circ\text{C}$. g'allaning quritkichga kirguncha namligi va harorati $\omega_1 = 20 \%$, $\Theta_1 = 5^\circ\text{C}$, quritkichdan chiqayotgan g'alla uchun - $\omega_1 = 15 \%$, $\Theta_1 = 50^\circ\text{C}$, sovuqkich kamerasidan chiqayotgan g'alla uchun - $\omega_1 = 14 \%$, $\Theta_1 = 15^\circ\text{C}$.

Yechish

quritkich agentining ko'rsatkichlarini hisoblash. Ishchi yoqilg'ining yuqori yonish issiqligini quyidagi formuladan topamiz:

$$\begin{aligned} Q_B^p &= 340 \cdot C^p + 1260 \cdot H^p + 104 \cdot (O^p - S_A^p) = \\ &= 340 \cdot 86 + 1260 \cdot 13,7 - 104 \cdot (0,05 - 0,2) = 46470 \quad , \text{ kJ/kg.} \end{aligned}$$



Rasm 8. quritkich qurilmasini hisoblash sxemasi.

1 kg yoqilg'ining to'liq yonishi uchun kerak bo'ladigan nazariy quruq havo miqdori quyidagi formuladan topiladi:

$$L_0 = 0,115 \cdot C^r + 0,345 \cdot N^r - 0,043 \cdot (O^r - S_1^r) = \\ = 0,0115 \cdot 86 + 0,345 \cdot 13,7 - 0,043 \cdot (0,05 - 0,2) = 14,6 \text{ kg/kg.}$$

Ortiqcha havo miqdori koeffitsiyentini quyidagi formuladan topamiz:

$$\alpha = \frac{Q_B^p \cdot \eta_t + c_T \cdot t_T - \frac{9H^p + W^p}{100} \cdot i_n - \left(1 - \frac{9H^p + W^p + A^p}{100}\right) \cdot c_{c.a} \cdot t_{c.a}}{L_0 \cdot \left(\frac{d_0 \cdot i_n}{1000} - l_0 + c_{c.a} \cdot t_{c.a}\right)},$$

bunda η_t - o'txonaning foydali ish koeffitsiyenti bo'lib, o'txonadan chiqayotgan gazlar issiqligining sarf bo'lgan yoqilg'i issiqligiga nisbati bilan aniqlanadi (qattiq va suyuq yoqilg'ilarda ishlaydigan g'alla quritkichlar o'txonasi uchun $\eta_t = 0,9$, gaz bilan ishlaganda $\eta_t = 0,95$); $s_1 = 2,1 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$ - yoqilg'ining issiqlik sig'imi; t_t - yoqilg'ining harorati,

qabul qilamiz: $t_i = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$; i - berilgan haroratda quritish agentidagi suv bug'lari entalpiyasi, u quyidagi formuladan topiladi:

$$i_p = 2500 + 1,84 \cdot t_{c,a} = 2500 + 1,84 \cdot 140 = 2760 \text{ kJ/kg};$$

$s_{s,a}$ - quritish agentining issiqlik sig'imi, $s_{s,a} = 1 \text{ kJ/(kg} \cdot ^{\circ}\text{S)}$; $t_{c,a}$ - quritish agentining harorati, $t_{c,a} = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$; I_o - atmosfera havosining entalg'piyasi, kJ/kg quruq havo; d_o - atmosfera havosining nam saqlash xususiyati, g/kg quruq havo. I_o va d_o larni nam havoning I - d diagrammasi yordamida topamiz (9 rasm): $I_o = 15,2 \text{ kJ/kg}$; $d_o = 4 \text{ g/kg}$.

$$\alpha = \frac{46470 \cdot 0,9 + 2,1 \cdot 5 - \frac{9 \cdot 13,7}{100} \cdot 2760 - \left(1 - \frac{9 \cdot 13,7}{100}\right) \cdot 1 \cdot 140}{14,6 \cdot \left(\frac{4 \cdot 2760}{1000} - 15,2 + 1 \cdot 140\right)} = 19,3$$

quritish agenti tarkibi gaz-havo aralashmasidan iborat. Uning boshlang'ich nam saqlashi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$d_1 = \frac{10 \cdot (9H^p + W^p) + \alpha \cdot L_o \cdot d_o}{\alpha \cdot L_o + 1 - \frac{A^p + 9H^p + W^p}{100}}$$

$$d_1 = \frac{10 \cdot 9 \cdot 13,7 + 19,3 \cdot 14,6 \cdot 4}{19,3 \cdot 14,6 + 1 - \frac{9 \cdot 13,7}{100}} = 8,4 \text{ g/kg quruq havo.}$$

Nam havoning I - d diagrammasidan foydalanib, quritkich kamerasiga kirayotgan quritish agentining entalg'piyasini topamiz:

$$I_1 = 165 \text{ kJ/kg.}$$

quritkich kamerasidagi quritish jarayonining hisobi.

quritkichdan chiqayotgan g'allaning vazni quyidagicha topiladi:

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} = 430 \cdot \frac{100 - 20}{100 - 15} = 405 \text{ kg/soat}$$

quritkich kamerasida bug'lanayotgan namlik vazni topamiz:

$$W = \frac{G_1 \cdot \omega_1 - G_2 \cdot \omega_2}{100} = \frac{430 \cdot 20 - 405 \cdot 15}{100} = 25,3 \text{ kg/soat.}$$

G'allaning issiqlik sig'imi quyidagicha hisoblab topiladi:

$$c_1 = 1,55 \cdot \frac{100 - \omega}{100} + 4,19 \cdot \frac{\omega}{100} = 1,55 \cdot \frac{100 - 15}{100} + 4,19 \cdot \frac{15}{100} = 1,85 \text{ kJ/kg} \cdot ^{\circ}\text{S}$$

bunda 1,55 va 4,19 - quruq g'allaning va suvning issiqlik sig'implari, kJ/(kg °C); $\omega_2 = 15\%$ - g'allaning quritkich kamerasidan chiqishdagi namligi.

Fallani qizdirish uchun yo'qalayotgan issiqlikni ushbu formuladn topamiz:

$Q_m = G_2 \cdot c_2 \cdot (\Theta_2 - \Theta_1) = 425 \cdot 1,85 \cdot (50 - 5) = 35400 \text{ kJ/soat,}$
solishtirma issiqlik yo'qolishi

$$q_m = \frac{Q_m}{W} = \frac{35400}{25,3} = 1590 \text{ kJ/kg bug'langan suv.}$$

quritkich kamerasi devorlaridan uni o'rab turuvchi muhitga yo'qalayotgan solishtirma issiqlik $q_p = 3...8 \text{ kJ (kg bug'langan suv)ni}$ tashkil qiladi. Bundan qabul qilamiz: $q_p = 5 \text{ kJ/(kg bug'langan suv).}$

quritkich kamerasiga qo'shimcha kirayotgan va undan yo'qalayotgan issiqlik miqdori farqi quyidagicha topiladi:

$$\Delta = (s_v \cdot \Theta_1 + q_d) - (q_m - q_p) = 4,19 \cdot 5 - (1590 + 5) = -1574 \text{ kJ/kg bug'langan suv.}$$

G'allani quritish jarayonini h - d diagrammada tasvirlaymiz (9 rasm). A nuqtasi tashqi havoning boshlang'ich ko'rsatkichlariga to'g'ri keladi ($t_0 = 5^\circ\text{C}$, $\varphi_0 = 75\%$), V_1 nuqtasi quritish agentining quritkichdan oldingi holatini ko'rsatadi ($t_1 = 140^\circ\text{C}$, $d_1 = 8,4 \text{ g/(kg quruq havo)}$). AV_1 chizig'i quritish agentining qizish jarayonini ifodalaydi.

V_1 nuqtadan $I_1 = 165 \text{ kJ/kg}$ chizig'ini ishlatib bo'lingan quritish agentining nisbiy namligi ($\varphi_2 = 65\%$) egri chizig'igacha o'tkazib, S nuqtasini topamiz. V_1S chizig'i nazariy quritkichdagi quritish jarayonini ko'rsatadi.

V_1S chizig'ida ixtiyoriy olingan ye nuqtadan gorizontal to'g'ri yef chizig'ini $d_1 = 8,4 \text{ g/(kg quruq havo)}$ chizig'i bilan kesishishguncha o'tkazamiz. Hosil bo'lgan ef kesim uzunligi 35 mm ni tashkil etadi. quyidagi formuladan vertikal yeE kesimning uzunligini hisoblab topamiz:

$$eE = ef \cdot \Delta \cdot \frac{m_d}{m_i \cdot 1000} = 35 \cdot (-1574) \cdot \frac{0,6}{1,75 \cdot 1000} = -19 \text{ mm.}$$

o'tkazamiz, uni $\varphi_2 = 65 \%$ egri chizig'i bilan kesishguncha davom ettiramiz va S' nuqtasini topamiz, bu nuqta haqiqiy quritkichdagi kuritish jarayonining oxirgi nuqtasidir. S' nuqtasidan gorizonta $S'D'$ chizig'ini $d_1 = 8,4$ g/kg vertikal chizig'i bilan kesishguncha chizamiz. $S'D'$ kesmaning uzunligi 45 mm ga teng.

quritish agentining solishtirma sarfi

$$l = \frac{1000}{CD \cdot m_d} = \frac{1000}{45 \cdot 0,6} = 37 \text{ kg/kg bug'langan suv.}$$

Solishtirma issiqlik sarfi

$$Q = q \cdot W = 5540 \cdot 25,3 = 140000 \text{ kJ/kg.}$$

Sovutish jarayoni hisobi. Sovutish kamerasidan keyingi g'alla vaznini aniqlaymiz:

$$G_3 = G_2 \cdot \frac{100 - \omega_2}{100 - \omega_3} = 405 \cdot \frac{100 - 15}{100 - 14} = 400 \text{ kg/soat.}$$

Sovutish kamerasida bug'langan namlik vazni quyidagicha topiladi:

$$W_x = G_2 - G_3 = 405 - 400 = 5 \text{ kg/soat.}$$

Sovutish kamerasidan chiqayotgan g'allaning issiqlik sig'imini quyidagicha hisoblab topamiz:

$$c_3 = 1,55 \cdot \frac{100 - \omega}{100} + 4,19 \cdot \frac{\omega}{100} = 1,55 \cdot \frac{100 - 14}{100} + 4,19 \cdot \frac{14}{100} = 1,92 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C).}$$

quritish kamerasida qizigan g'allaning sovutish kamerasiga olib kirgan issiqlik miqdorini topamiz:

$$Q_{m.x} = G_3 \cdot c_3 \cdot (\Theta_2 - \Theta_3) = 400 \cdot 1,92 \cdot (50 - 15) = 26800 \text{ kJ/soat.}$$

Bundan solishtirma issiqlik miqdori

$$q_{m.x} = \frac{Q_{m.x}}{W_x} = \frac{26800}{5} = 5360 \text{ kJ/kg bug'langan namlik.}$$

Sovutish kamerasiga g'alladan bug'lanayotgan namlik bilan kirayotgan issiqlik,

$$s_v \cdot \Theta_2 = 4,19 \cdot 50 = 210 \text{ kJ/kg bug'langan namlik.}$$

Sovutish kamerasidan tashqi o'rab turuvchi muhitga yo'qalayotgan issiqlik juda kam ekanligidan, uni hisobga olmaymiz ($Q_{p.x} = 0$).

Sovutish kamerasiga kirayotgan va undan chiqayotgan issiqlik-miqdorlari farqi,

$$\Delta = s_v \cdot \Theta_2 + q_{m.x} - q_{p.x} = 210 + 5360 - 0 = 5570 \text{ kJ/kg bug'langan namlik.}$$

Keyingi hisoblashlarni 10 rasmda ko'rsatilgandek grafoanalitik usulda bajaramiz. A nuqtadan o'tuvchi I_0 = sonst chizig'ida ixtiyoriy ye nuqtani olamiz (9 rasm). Kesma ef = 9 mm ga teng bo'lsin. U holda

$$eE = ef \cdot \Delta \cdot \frac{m_d}{m_i \cdot 1000} = 9 \cdot 5570 \cdot \frac{0,6}{1,75 \cdot 1000} = 17 \text{ mm.}$$

Kesma E ni vertikal holda yuqoriga joylashtiramiz. AE to'g'ri chizig'ini sovutkich kamerasidan chiqayotgan havo harorati ($t_3 = 25^\circ\text{C}$) chizig'i bilan kesishguncha davom ettirib, S_3 nuqtasini topamiz. d_0 =sonst chizig'iga perpendikulyar bo'lgan S_3D_3 gorizontol kesma 26 mm ga teng.

Sovutish kamerasidagi quruq havoning solishtirma sarfi

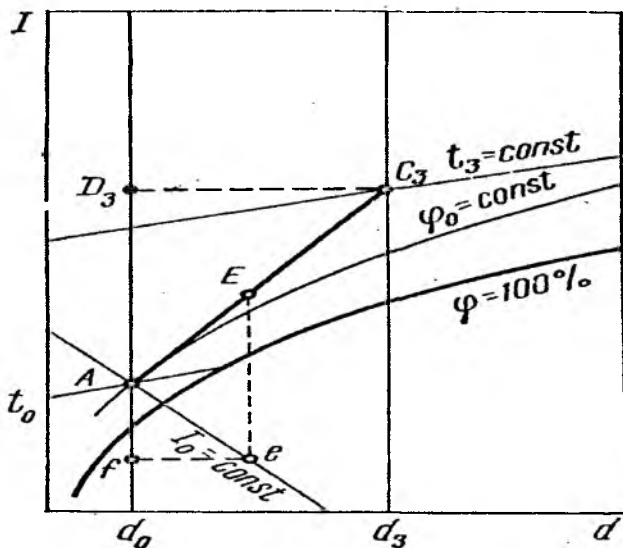
$$l_x = \frac{1000}{C_3 D_3 \cdot m_d} = \frac{1000}{26 \cdot 0,6} = 64,2 \text{ kg/kg bug'langan namlik.}$$

quruq havoning soatlik sarfi

$$L_x = l_x \cdot W_x = 64,2 \cdot 5 = 320 \text{ kg/soat.}$$

9-vazifa

Oziq - ovqat g'allasi bug'doyni quritish uchun ish unumdorligi G-tonna/soat bo'lgan konvektiv quritkichning issiqlik hisobini bajaring. quritkichni hisoblash sxemasi 8 rasmda keltirilgan. quritkich shaxta (quduqsimon bo'shliq) shaklida bo'lib, suyuq yoqilg'i (traktor kerosini)da ishlaydigan o'txonali havo isitkichga ega.



Rasm 10. I - d diagramada sovutish jarayoni ko'rinishi.

Vazifani bajarish uchun ma'lumotlar quyidagi 17,18 jadvallardan olinadi.

Jadval 17

Berilgan ko'rsatkichlar	Shifrnig oxiridan oldingi raqami									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$S^r, \%$	82,9	85,82	83,0	85,0	84,9	85,7	51,85	91,7	86,0	85,1
$N^r, \%$	10,37	10,86	10,4	14,9	14,4	13,3	12,72	7,8	12,0	14,3
$S^R, \%$	3,4	0,19	2,68	0,05	-	-	-	0,5	-	-
$O^r, \%$	0,98	0,98	0,7	0,05	0,7	1,0	35,43	-	1,65	0,6
$A^r, \%$	0,15	0,15	0,1	-	-	-	-	-	0,15	-
$W^r, \%$	2,2	2,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-
$s_t, \text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,1	2,5	2,3	1,9	2,0
$t_t, ^\circ\text{C}$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$t_o, ^\circ\text{C}$	15	16	17	17	18	19	20	21	22	23
$\varphi_0, \%$	50	55	60	65	70	75	70	65	60	55

Jadval 18

Berilgan ko'rsatkichlar	Shifrnig oxirgi raqami									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_1, ^\circ\text{C}$	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
$G, \text{tonna/soat}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70
$\varphi_2, \%$	60	65	70	75	70	65	60	65	70	65
$\omega_1, \%$	30	28	25	22	20	18	20	22	23	30
$\Theta_1, ^\circ\text{C}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\Theta_2, ^\circ\text{C}$	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$t_3, ^\circ\text{C}$	8	9	10	8	9	10	8	9	10	8

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Quritish nima? quritishning usullarini ko'rsating va solishtirish tahlilini bajaring.
2. quritish jarayoni kinetikasini tahlil qiling.
3. Konvektiv g'alla quritkichlar klassifikatsiyasini bering.

8. SAOLAGICHLARNING ISSIOLIK HISOBI

10-masala

1000 tonna sig'imli saqlagichda to'kilgan xolda saqlanayotgan oziq-ovqatlik kartoshka uyumini aktiv shamollatish uchun talab qilinadigan jadallik ko'rsatkichlarini aniqlang. Saqlashda sovutish jarayonining birinchi davri davomiyligi 10 kun (240 soat) bo'lib, ma'sulot haroratini 15°C dan 8°C gacha pasaytirish kerak. Saqlagichning ichki o'lchamlari: uzunligi 48 metr, eni 18 metr, tashqi qoplamaning Yuqori nuqtasigacha (tashqi devorgacha) bo'lgan balandligi 4,8 metr. Saqlagich joylashgan tumanning hisobga olinuvchi qishki havo harorati -30°C va havoning yillik o'rtacha harorati $3,8^{\circ}\text{C}$. Berilgan sovutish davri uchun tashqi havoning o'rtacha harorati $t_{n.f} = 3^{\circ}\text{C}$. Shamollatish uchun kiritilayotgan havoning ventilyator va havo quvurlarida isishini hisobga olgan holdagi harorati $t_p = 5^{\circ}\text{C}$.

Yechish.

quyidagi 19 jadvaldan kartoshkaning 0°C dagi nafas olish solishtirma issiqlik miqdori $-q_0 = 20 \text{ Vt/t}$, harorat koeffitsiyenti $b=0,0617$, massaviy issiqlik sig'imi $s = 3,56 \text{ kJ/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ ni topamiz.

Jadval 19

Meva va sabzavotlar	Fizik zichligi ρ_f , t/m^3	Massaviy issiqlik sig'imi s , $\text{kJ/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$	0°C da nafas olish solishtirma issiqligi q_0 , t/t	Nafas olish tezligining harorat koeffitsiyenti b , $1/^{\circ}\text{C}$
Olma	0,88	3,77	12,1	0,0932
Nok	1,00	3,81	9,5	0,1675
Olcha	1,06	3,35	17,3	0,1338
qora smorodina	1,07	3,60	27,4	0,1903
Uzum	1,04	3,70	13,8	0,1277
Olxo'ri	1,03	3,64	18,8	0,1149
Limon	0,87	3,73	11,2	0,0718
Apelsin	0,86	3,81	10,6	0,0733
Kartoshka	1,08	3,56	10,0	0,0617
Karam	0,73	4,10	14,5	0,0778
Sabzi	1,04	3,73	13,5	0,1319
Lavlagi	1,05	3,83	19,5	0,0717
Pomidor	0,99	3,98	11,0	0,1144
Piyoz	0,94	3,77	11,0	0,0668

Berilgan sovutish davri uchun mahsulotlardan ajralayotgan umumiy fizik issiqlikni quyidagi formuladan topamiz:

$$q_{\Phi} = \frac{3,6 \cdot [0,93 - 0,13 \cdot b \cdot (t_1 - t_2)] \cdot (e^{bt_1} - e^{bt_2}) \cdot q_0 \cdot \tau_{\Phi}}{b \cdot (t_1 - t_2)}$$

bunda $t_1 = 15^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 8^{\circ}\text{C}$.

$$q_{\Phi} = \frac{3,6 \cdot [0,93 - 0,13 \cdot 0,0617(15 - 8)](e^{0,0617 \cdot 15} - e^{0,0617 \cdot 8}) \cdot 10 \cdot 240}{0,0617 \cdot (15 - 8)} = 15400 \text{ kJ/t.}$$

Fiziologik issiqlikni hisobga oluvchi koeffitsiyent,

$$\varepsilon_{\Phi} = 1 + \frac{q_{\Phi}}{10^3 d(t_1 - t_2)} = 1 + \frac{15400}{10^3 \cdot 3,56 \cdot (15 - 8)} = 1,62.$$

quyidagi 20 jadvaldan saqlagich to'sinlari uchun issiqlik uzatish koeffitsiyentini topamiz: $k_{st}=0,44$, $k_{pok}=0,35 \text{ Vt/(m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$.

Jadval 20

To'sin turlari	Tashqi havoning yillik o'rtacha harorati uchun saqlagich to'sinlari issiqlik uzatish koeffitsiyentlari [Vt/(m ² ·°C)]		
	0 va undan past	1 ... 8	9 va Yuqori
Tashqi devorlar	0,47 / 0,47	0,40 / 0,44	0,30 / 0,34
Ustki qoplama	0,41 / 0,41	0,35 / 0,35	0,29 / 0,29

Izoh: Suratda ichki harorat 0°C bo'lganda, maxrajda - 4°C uchun.

Tashqi devor va qoplamalarning solishtirma yuzalari:

$$F_{st} = (4,8 \cdot 48 \cdot 2 + 4,8 \cdot 18 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 0,634 \text{ m}^2/\text{t},$$

$$F_{pok} = 18 \cdot 48 \cdot 10^{-3} = 0,864 \text{ m}^2/\text{t}.$$

Pol orqali issiqlikuzatilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent $\varepsilon_p = 0,75$, to'sinlar orqali issiqlikkirishini hisobga oluvchi koeffitsiyent $\varepsilon_0 = 0,65, 21$ jadvaldan saqlagich balandligidan foydalanish koeffitsiyenti $\varepsilon_{i.v.} = 0,834$.

To'sinlar sirtining keltirilgan solishtirma yuzasi quyidagi formuladan

$$\text{topiladi: } F_0 = \frac{2 \cdot (B + L) \cdot \frac{h}{\varepsilon_{H.B}} + B \cdot L \cdot \varepsilon_{\Pi}}{M},$$

bunda B va L - saqlagichning eni va uzunligi, m; h - uyumning maksimal balandligi, m; $\varepsilon_{i.v.}$ - saqlagich balandligidan foydalanish koeffitsiyenti; M - saqlagichning umumiy sig'imi,tonna:

$$M = V \cdot L \cdot H \cdot m_{vn}, = 4,8 \cdot 48 \cdot 0,542 = 1000 \text{ tonna.}$$

Jadval 21

Saqlanadigan maxsulot- ning joylashish turi va usuli	Uyumning maksimal balandligi h, m	Saqlagich balandligidan foydalanish koeffitsiyenti $\epsilon_{i,v}$	Saqlagichning solishtirma sig'imi m_{vn} , t / m^3
1	2	3	4
Kartoshka:			
to'kilgan uyum	4,0	0,834	0,542
yopiq idishlarda	4,0	0,834	0,465
konteynerlarda	5,5	0,934	0,342
Lavlagi:			
yopiq idilarda	4,0	0,834	0,443
konteynerlarda	5,5	0,930	0,312
Karam:			
to'kilgan uyum	2,8	0,778	0,311
yopiq idishlarda	2,8	0,778	0,264
konteynerlarda	5,0	0,834	0,217
Sabzi:			
yopiq idishlarda	2,8	0,778	0,457
konteynerlarda	5,0	0,834	0,216
Olma:			
konteynerlarda	6,0	0,934	0,245
yashiklarda	5,2	0,863	0,207

bu yerda N - saqlagich balandligi, m;

m_{vn} - saqlagich ichki hajmining solishtirma sig'imi, t/m^3 .

$$F_0 = \frac{2(18 + 48) \frac{4}{0,834} + 18 \cdot 48 \cdot 0,75}{1000} = 1,28 \text{ m}^2/t.$$

Issiqlik uzatish koeffitsiyentining o'rtacha o'lchov koeffitsiyenti

$$k_0 = \frac{k_{CT} \cdot F_{CT} + k_{ТОК} \cdot F_{ТОК} \cdot \epsilon_{II}}{F_0},$$

Hisoblab topilgan qiymatlardan

$$k_0 = \frac{0,44 \cdot 0,634 + 0,35 \cdot 0,864 \cdot 0,75}{1,28} = 0,396 \text{ Вт/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$$

qo'shimcha kirayotgan issiqlikni hisobga oluvchi koeffitsiyent

$$\varepsilon_{D,T} = 1 + \frac{3,6 \cdot k_0 \cdot F_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot [t_{H\Phi} - 0,5 \cdot (t_1 + t_2)] \cdot \tau_\Phi + g_T \cdot c_T \cdot (t_1 - t_2)}{10^3 \cdot c \cdot (t_1 - t_2)},$$

bu yerda g_t - idishning solishtirma vazni, kg/t ; s_t - idishning massaviy issiqlik sig'imi, kJ/(kg · °C).

Formulaga topilgan qiymatlarni qo'yib,

$$\varepsilon_{D,T} = 1 + \frac{3,6 \cdot 0,396 \cdot 1,28 \cdot 0,65 \cdot [3 - 0,5 \cdot (15 + 8)] \cdot 240}{10^3 \cdot 3,56 \cdot (15 - 8)} = 0,9.$$

Ko'rilayotgan xolda harorat $t_{n,f}$ ning past ekanligidan, tashqaridan issiqlikkirmaydi, balki saqlagichni o'rab turuvchi to'sinlar orqali issiqlik yo'qoladi.

Ventilyatorning ishlash vaqti koeffitsiyenti $\varepsilon_r = \tau_s/24$. Agar ventilyator kuniga 5 soatdan ishlasa, $\varepsilon_r = 5/24 = 0,21$.

Shamollatish uchun kiritilayotgan havoning harorati $t_p = 5$ °C va barometrik bosimi 99,3 kPa bo'lganligidan uning zichligi $\rho = 1,245$ kg/m³ .

Kartoshkaning bug'lanishidan ajralayotgan issiqlikni hisobga oluvchi koeffitsiyent quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\xi = \frac{41,1 - t_{\Pi}}{24,4 - t_{\Pi}} = \frac{41,1 - 5}{24,4 - 5} = 1,89.$$

Shamollatishni jadallashtirish quyidagi formuladan topiladi:

$$V = \frac{10^3 \cdot c \cdot \varepsilon_\Phi \cdot \varepsilon_{D,T}}{\tau_\Phi \cdot \varepsilon_p \cdot \rho \cdot c_p \cdot \xi} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{t_1 - t_{\Pi}}{t_2 - t_{\Pi}}, \text{ m}^3/(\text{t} \cdot \text{soat})$$

Yuqorida keltirilgan va topilgan qiymatlardan

$$V = \frac{10^3 \cdot 3,56 \cdot 1,62 \cdot 0,9}{240 \cdot 0,21 \cdot 1,245 \cdot 1 \cdot 1,89} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{15 - 5}{8 - 5} = 52,7 \text{ m}^3/(\text{t} \cdot \text{soat}).$$

10-vazifa

Masala 10 ning yechilishi bo'yicha quyidagi jadval 22 keltirilgan oziq-ovqat ma'sulotlari uchun masalani berilgan o'z variantlaringiz uchun yeching.

Variantlar	Saqlanadigan maxsulotning joylashish turi va usuli
	Kartoshka:
1	yopiq idishlarda
2	konteynerlarda
	Lavlagi:
3	yopiq idilarda
4	konteynerlarda
	Karam:
5	to'kilgan uyum
6	yopiq idishlarda
7	konteynerlarda
	Sabzi:
8	yopiq idishlarda
9	konteynerlarda
	Olma:
10	konteynerlarda
11	yashiklarda
12	to'kilgan uyum
	Piyoz
13	to'kilgan uyum
14	yashiklarda
15	konteynerlarda

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Oddiy vaqtinchalik saqlagichlarning tuzilishi va konstruktiv parametrlarini keltiring.
2. Saqlagichlarda qanday usullardagi shamollatkichlar qo'llaniladi?
3. Saqlagichlarning issiqlik muvozanat tenglamasini keltiring.

9. MARKAZLASHGAN ISITISH TIZIMI **OOZONXONASI UCHUN OOOZON TANLASH**

11-masala

Shahar tipidagi qishloq uchun markazlashgan isitish tizimining issiqlik quvvatini hisoblab toping va qozon tanlang. Hudud joylashgan mintaqqa iqlimining hisobga olinadigan harorati $t_f = -25^\circ\text{C}$, qish mavsumi uchun hisobli shamollatish harorati $t_{t.sh} = -14^\circ\text{C}$, isitish mavsumi uchun o'rtacha harorat $t_{u.d} = -3,2^\circ\text{C}$, isitish mavsumi davomiyligi $n_{us} = 205$ kun. Yillik yoqilg'i - antratsit ($Q_n^f = 27200 \text{ kJ/kg}$) sarfini aniqlang. qozon qurilmasi yashash uylarini, ma'naviyat - ma'rifat va jamoatchilik binolarini, hamda ushbu hududda joylashgan ishlab chiqarish iste'molchilarining issiqlikta'minotiga talabini qondirishi kerak.

Issiqlik iste'moli hisobi. Shahar tipidagi qishloqning isitish, shamollatish, issiq suv ta'minoti va texnologik zarurlari uchun talab qilinadigan maksimal issiqliksarflari yig'indisi hisoblab topishda hududning alohida olingan ob'ektlari uchun yiriklashtirilgan o'lchamlaridan foydalaniladi yoki binolarning namunaviy loyihalaridan hisoblab topilgan issiqlik yo'qolishlari natijalarini ishlatiladi.

Ikki qavatli 16 xonadonli uy. Uyning (yerto'ladan tashqari) qurilish hajmi $V = 2790 \text{ m}^3$.

Isitish tizimi issiqlik sarfi hisobi. quyidagi 23 jadvaldan solishtirma isitish tavsifnomasini topamiz: $q_{is} = 0,49 \text{ Vt/(m}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$, 24 jadvaldan esa ichki havoning hisobiy haroratini topamiz: $t_{ich} = 18^\circ\text{C}$.

Binoni isitish uchun issiqlik sarfi quyidagicha topiladi:

$$Q_{ucum} = q_{ucum} \cdot V \cdot (t_{ucum} - t_T) \cdot a,$$

bunda q_{uc} - binoning solishtirma isitish tavsifi, $\text{Vt/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ (jadval 23); V - binoning tashqi o'lchamlari bo'yicha hajmi (yerto'lasiz) m^3 ; t_u - binoning asosiy xonalari uchun o'rtacha harorati, $^\circ\text{C}$ (jadval 24); t_f - qish mavsumi uchun atmosfera havosi harorati, $^\circ\text{C}$; a - haroratlar farqining q_{uc} qiymatiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent bo'lib, quyidagi formuladan topiladi:

$$a = 0,54 + \frac{22}{t_u - t_T} = 0,54 + \frac{22}{18 - (-25)} = 1,05$$

bundan

$$Q_{uc} = 0,49 \cdot 2790 \cdot [18 - (-25)] \cdot 1,05 = 61700 \text{ Vt.}$$

Issiq suv ta'minoti uchun issiqlik sarfi hisobi. Binoda yashovchilar soni $m = 4 \cdot 16 = 64$; bitta odam uchun o'rtacha bir kunlik issiq suv iste'moli $g = 85$ litr (jadval 25);

Yopiq isitish tizimiga ulangan markazlashgan issiq suv ta'minoti uchun harorati $t_{u.c} = 55^\circ\text{C}$ bo'lgan issiq suvning o'rtacha iste'mol me'yori bitta odamga talab qilinadigan issiq suv ta'minoti uchun kerak bo'ladigan o'rtacha issiqlik sarfining yiriklashtirilgan qiymati interpolyatsiya hisobi bilan $q_{u.c.f} = 305 \text{ Vt}$ (jadval 26):

Yashash va jamoat binolari uchun solishtirma issiqlik tavsiflari

Jadval 23

Bino turlari	Bino hajmi $V, \text{ ming. m}^3$	Solishtirma issiqlik tavsiflari, $\text{Vt}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	
		isitish $q_{is.}$	shamollatish $q_{sham.}$
Kam qavatli yashash va jamoat binolari	$\leq 0,3$	0,87	Xisobga olinmaydi
	0,5	0,76	
	0,8	0,64	>> >>
	1,0	0,58	>> >>
	≤ 3	0,49	>> >>
Ko'p qavatli yashash binolari, mehmonxonalar, yotoqxonalar	5	0,44	>> >>
Ma'muriy binolar	10	0,38	>> >>
	≤ 5	0,50	0,10
Klublar	10	0,44	0,09
	≤ 5	0,43	0,29
Kinoteatrlar	10	0,37	0,45
	≤ 5	0,42	0,50
Do'konlar	10	0,37	0,45
	≤ 5	0,38	0,09
Bolalar bog'chalari	≤ 5	0,44	0,13
Maktablar	≤ 5	0,45	0,10
	10	0,41	0,09
Poliklinikalar	10	0,42	0,29
Shifoxonalar	≤ 5	0,47	0,34
	10	0,42	0,33
Hammomlar	≤ 5	0,33	1,16
Kir yuvish korxonalar	≤ 5	0,44	0,93
Oshxonalar	≤ 5	0,41	0,81

Ishlab chiqarish binolarining solishtirma issiqliktavsiflari

Ta'mirlash ustaxonasi	5...10	0,7...0,6	0,23...0,17
Duradgorlik ustaxonasi	≤ 5	0,52	0,52
Garajlar	5	0,64	0,81
	> 5	0,58	0,76
Uy-ro'zg'or va ma'muriy-yordamchi binolar	0,5...1,0	0,7...0,52	Xisobga olinmaydi
	1,0...2,0	0,52...0,47	
qora mollar boqish uchun binolar:			
- buzoqlar uchun	≤ 10	0,291	1,396
- qora mollar uchun	≤ 10	0,174	1,047
Cho'chqachilik binolari:			
- yosh cho'chqalar uchun	≤ 5	0,407	1,280
- katta yoshdagi cho'chqalar uchun	≤ 5	0,174	1,105
O'rgatilgan kuchuklar boqish binolari	≤ 10	0,105	0,640
Parrandalar saqlash uchun binolar	≤ 10	0,756	1,396

Binolarning ichki havo haroratlari

Jadval 24

Binolar turlari	Harorati, °C
Yashash va ma'muriy binolar, mehmonxonalar, yotoqxonalar	18
O'quvyurtlari, maktablar, laboratoriyalar, umumiy oq-atlanish korxonalari, klublar	16
Do'konlar, kir yuvish korxonalari	15
Kinoteatrlar	14
Bolalar bog'chalari, poliklinikalar, ambulyatoriyalar, shifoxonalar	20
Hammomlar	25
Garajlar	10
Ta'mirlash ustaxonalari:	
- Mexanik sex, yoqilg'i apparaturalarini, gidrotizimlarni, elektr qurilmalarini ta'mirlash sexlari	20
- boshqa sexlar va bo'linmalar	18
<i>Izoh:</i> qishki hisobiy harorati $t_H = -31^\circ\text{C}$ va undan past bo'lgan rayonlar uchun yashash xonalar ichki harorati $t_V = 20^\circ\text{C}$	

Jadval 25

Iste'molchilar	g, l /kun
Yuvinish, yuvish va dushlar bilan jihozlangan kvartira turidagi yashash uylarining bitta yashovchisi uchun	85
Yuvinish, yuvish, vanna va maxsus dushlar bilan jihozlangan kvartira turidagi yashash uylarining bitta yashovchisi uchun	105
Umumiy dushxonali yotoqxonaning bitta yashovchisi uchun	60
Umumiy vanna va dushxonali shifoxonalarning bitta davolanuvchisi uchun	180
Poliklinika va ambulatoriyalarning bitta davolanuvchisi uchun	6
Korxonalarning bino va xonalaridagi dushxonalri bitta dushidan bir soatdagi issiq suv sarfi	270
Ma'naviyat-ma'rifat uylari va klublardagi dushxonalarning bitta dushdan bir soatlik sarf:	
- umumiy yechinish xonali	180
- alohida dush xonali	110
Hammomlar, bitta mijoz uchun	120
Kir yuvish binolari, bir kg quruq choyshab uchun:	
- mexanizatsiyalashmagan	15
- mexanizatsiyalashgan	25
Bolalar bog'chalari, bitta bola uchun	30
Texnologik qurilmalarning suv to'kish nuqtalari yoki oshxona, kafe, choyxonalarning yuvish xonalaridagi bitta suv to'kish nuqtasidagi bir soatlik suv sarf	280
Umumiy ovqatlanish korxonalardagi yuvinish jo'mraklarining bitta nuqtasi uchun bir soatlik suv sarfi	80
qo'l bilan mashina yuvishli garajlardagi bitta mashina uchun:	
yengil mashinalar	175
yuk mashinalari	250

Bitta odamga talab qilinadigan 60 °C li issiq suv sarfi uchun kerak bo'ladigan o'rtacha issiqlik sarfining yiriklashtirilgan qiymatlari ko'rsatkichlari.

Jadval 26

g, l/kun	80	90	100	110	120	130
$q_{u.c.t}$	291	320	349	378	407	436

Issiq suv ta'minoti uchun issiqlik sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q_{UCT} = (2 \cdot 24) \cdot q_{UCT} \cdot m = 2 \cdot 305 \cdot 64 = 39000 \text{ Vt.}$$

Boshqa yashash uylarini isitish va issiq suv ta'minoti uchun issiqlik sarfi ham xuddi shu tartibda topiladi.

400 tomoshabinlik klub. Binoning qurilish hajmi 7074 m^3 .

Isitish uchun issiqlik sarfi hisobi. Klubning tashqi o'lchamlari hajmini hisobga olib, jadval 23 dan $q_{uc} = 0,41 \text{ Vt/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$; $t_u = 16 ^\circ\text{C}$; tuzatish koeffitsiyenti

$$a = 0,54 + \left(\frac{22}{16 - (-25)} \right) = 1,08$$

Issiqlik sarfi

$$Q_{ucum} = 0,41 \cdot 7074 [16 - (-25)] \cdot 1,08 = 129000 \text{ Vt.}$$

Shamollatish sistemasidan kiritilavotgan havoni qizdirish uchun issiqlik sarfi hisobi. Jadval 23 dan solishtirma shamollatish issiqliktavsifi $q_v = 0,28 \text{ Vt/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$. Shamollatish uchun issiqlik sarfi quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_B = q_B \cdot V \cdot (t_B - t_T) = 0,28 \cdot 7074 \cdot [16 - (-14)] = 59400 \text{ Vt.}$$

Issiq suv ta'minoti uchun issiqlik sarfi hisobi. Klubda ikkita umumiy yechinish xonali dushxona bo'lib, har birida uchtdan dush tarmog'i bor. Har bir dush tarmog'i uchun issiq suv sarfi me'yorini ($t_{u.ct} = 60 ^\circ\text{C}$) jadval 24 dan qabul qilib, $180 \cdot 0,92 = 165 \text{ l/soat}$ ni topamiz. U holda barcha dush tarmoqlari bo'yicha soatlik issiq suv sarfi

$$G = 165 \cdot 6 = 990 \text{ l/soat} = 0,99 \text{ m}^3/\text{soat.}$$

Issiqlik sarfini quyidagi formuladan topamiz:

$$Q_{UCT} = 0,278 G_{pc}(t_u - t_c) = 0,278 \cdot 0,99 \cdot 1000 \cdot 4,19 \cdot (60 - 5) = 63400 \text{ Vt.}$$

20 ta yuk va 5 ta yengil avtomobilga mo'ljallangan garaj. Binoning qurilish hajmi 4470 m^3 .

Isitish uchun issiqlik sarfi hisobi.

qabul qilamiz: $q_{uc} = 0,64 \text{ Vt/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$; $t_u = 10 ^\circ\text{C}$. U holda tuzatish koeffitsiyenti

$$a = 0,54 + \frac{22}{10 - (-25)} = 1,17,$$

izlanayotgan issiqlik sarfi qiymati

$$Q_{uc} = 0,64 \cdot 4470 \cdot [10 - (-25)] \cdot 1,17 = 117000 \text{ Vt.}$$

Shamollatish tizimi uchun issiqlik sarfi hisobi. Shamollatish uchun solishtirma issiqliktavsifi $q_v = 0,81 \text{ Vt/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$. Demak,

$$Q_B = 0,81 \cdot 4470 \cdot [10 - (-14)] = 87000 \text{ Vt.}$$

Issiq suv ta'minoti uchun issiqlik sarfi hisobi. 25 jadvaldan yuk avtomobillari uchun issiq suv sarfi me'yori - 250 l/soat, yengil avtomobillar uchun - 175 l/soat. Eng ko'p issiqsuv iste'moli bir vaqtda to'rtta yuk va bitta yengil avtomobillarni yuvish hisobidan olinadi:

$$G = 250 \cdot 4 + 175 \cdot 1 = 1175 \text{ l/soat} = 1,175 \text{ m}^3/\text{soat.}$$

Issiqlik sarfi

$$Q_{ICT} = 0,278 \cdot 1,175 \cdot 1000 \cdot 4,19 \cdot (60 - 5) = 75300 \text{ Vt.}$$

Xuddi shunday qilib posyolkaning boshqa issiqlikiste'mol qiluvchi ob'ektlari uchun ham isitish tizimi, shamollatish va issiq suv ta'minoti tizimlari uchun issiqliksarflarini hisoblab topamiz.

Texnologik ehtiyojlar uchun issiqlik sarfi Q_{Ln} berilgan texnologik jarayonlardan va qo'llaniladigan qurilmalardan bog'liq. Aytaylik, ustaxonada yuvish mashinalarida, yuvish vannalarida yoqilg'i baklari va radiatorlarini qaynatib yuvishda, xuddi shuningdek, tashqari yuvish binosida karterlarga bug' bilan ishlov berishda texnologik bug'dan foydalaniladi.

qozonxonaga qozon tanlash uchun kerak bo'ladigan ko'rsatkichlarni 27 jadvalga kiritamiz.

Shahar qoshidagi qishloq- posyolkaning alohida olingan ob'ektlari uchun issiqlik iste'moli sarfi hisobi

Jadval 27

Issiqlik iste'molchilari	Iste'mol chilar soni	Bitta iste'molchi uchun issiqlik sarfi, kVt				Umumiy issiqlik sarfi
		Isi tish	Shamol-latish	Issiq suv ta'minoti	Texnologik ehtiyojlar	
Yashash uylari						
Ikki qavatli 16-xonadonli	10	61,7	-	39,0	-	1007,0
Ikki qavatli 8-xonadonli	6	54,6	-	19,5	-	444,6
Ikki qavatli 6-xonadonli	5	53,6	-	14,6	-	341,0
Ikki qavatli 4-xonadonli	28	45,8	-	9,8	-	1556,8
Bir qavatli 4-xonadonli	10	52,3	-	9,8	-	621,0
Bir qavatli 2-xonadonli	12	34,9	-	-	-	418,8
Bir qavatli 1-xonadonli	30	13,7	-	-	-	411,0

Issiqlik iste'molchilari	Iste'molchilar soni	Bitta iste'molchi uchun issiqlik sarfi, kVt				Umumiy issiqlik sarfi
		Isitish	Shamol-latish	Issiq suv ta'minoti	Texnologik ehtiyojlar	
Barcha iste'molchilar bo'yicha	101	3847,8	-	952,4	-	4800,2
Ma'naviy-ma'rifiy va ro'zg'or binolari						
400 o'rinli klub	1	129,0	59,4	63,4	-	251,8
480 'quvchilik maktab	1	251,0	398,0	34,9	-	683,9
Kutubxona	1	58,2	-	-	-	58,2
Ma'muriy bino	1	83,5	-	-	-	83,5
140 o'rinli bolalar bog'chasi	1	134,0	33,5	48,4	-	215,9
Yotoqxona	1	79,1	-	33,7	-	112,8
50 o'rinli oshxona	1	44,6	-	23,3	-	67,9
Nonvoyxona	1	43,0	-	4,1	-	47,1
Feldsher-akusherlik binosi	1	69,8	-	46,5	-	116,3
20 o'rinli kir yuvishxonali hammom	1	62,1	69,2	423,0	85,4	639,7
Barcha iste'molchilar bo'yicha	10	954,3	560,1	677,3	85,4	2277,1
Ishlab chiqarish sohasi						
Yillik shartli 300 kapital -ta'mir mashina ta'mirlash ustaxonasi	1	226,0	927,0	251,0	112,6	1516,6
Material-texnik omborxona	1	8,6	-	-	-	8,6
25 mashinali avto-garaj	1	117,0	87,0	75,3	-	279,3
Zahira qismlar omborxonasi	1	27,5	-	-	-	27,5
Barcha iste'molchilar bo'yicha	4	379,1	1014,0	326,3	112,6	1832,0
Chorvachilik binolari						
100 bosh sigir uchun molxona	4	23,3	27,9	17,5	-	274,8

Issiqlik iste'molchilari	Iste'mol chilar soni	Bitta iste'molchi uchun issiqlik sarfi, kVt				Umumiy issiqlik sarfi
		Isi tish	Shamollatish	Issiq suv ta'minoti	Texnologik ehtiyojlar	
Yem tayyorlash sexi	2	33,7	249,0	122,0	262,0	1333,4
100 bosh cho'chqa bolasi uchun cho'chqaxona	2	110,0	-	-	269,0	1333,4
3000 bosh boquvdagi cho'chqalar uchun cho'chqaxona	2	37,8	-	-	155,6	386,8
Barcha iste'molchilar bo'yicha	10	456,2	609,6	314,0	1373,2	2753,0

Maksimal issiqlik sarflari yig'indisi:

isitish uchun $\sum Q_{uc} = 5637,4 \text{ kVt} = 5,64 \text{ MVt}$,

shamollatish uchun $\sum Q_v = 2183,7 \text{ kVt} = 2,18 \text{ MVt}$,

issiqlik suv ta'minoti uchun $\sum Q_{u.c.t} = 2270 \text{ kVt} = 2,27 \text{ MVt}$,

texnologik ehtiyojlar uchun $\sum Q_t = 1571,2 \text{ kVt} = 1,57 \text{ MVt}$.

qozon tanlash. qozonxona uchun hisobiy maksimal issiqlik quvvatini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$Q_{\Sigma} = 1,2 \cdot (\sum Q_{uc} + \sum Q_{sh} + \sum Q_{u.c.t} + \sum Q_t) = \\ = 1,2 \cdot (5,64 + 2,18 + 2,27 + 1,57) = 13,99 \text{ MVt}.$$

Q_{Σ} ning qiymatidan va texnologik bug'ga talabni hisobga olib qozonxona uchun 28 jadvaldan DKVR rusumli qozon tanlaymiz.

Jadval 28

DKVR rusumli qozonlar	Bug' bo'yicha ish unumdorligi, t/soat	Issiqlik quvvati, MVt	Bug'ning harorati, °C	Isitish sirtining umumiy yuzasi, m ²
DKVR -2,5-13	2,5	1,75	194,1	91,3
DKVR -4-13	4,0	2,91	194,1	138,3
DKVR - 4-13-250	4,0	2,91	250,0	129,0
DKVR -6,5-13	6,5	4,88	194,1	225,3

DKVR rusumli qozonlar	Bug' bo'yicha ish unumdorligi, t/soat	Issiqlik quvvati, MVt	Bug'ning harorati, °C	Isitish sirtining umumiy yuzasi, m ²
DKVR - 6,5-13-250	6,5	4,88	250,0	206,9
DKVR -10-13	10,0	7,56	194,1	277,0
DKVR -10-13-250	10,0	7,56	250,0	255,4

Jadvaldan, ko'mir yoqilg'isida ishlaydigan issiqlik quvvati 4,88 MVt bo'lgan DKVR - 6,5-13 rusumli qozon qabul qilamiz, ko'rilyotgan qozonxona uchun uchta DKVR - 6,5-13 rusumli qozon tanlaymiz, ularning umumiy issiqlik quvvati $4,88 \cdot 3 = 14,64$ MVt.

Ko'rilyotgan qozonxona uchun ikkita DKVR - 10-13 rusumli qozon bilan chegaralansak ham bo'lardi, biroq kam quvvatli uchta qozondan foydalanish qozonxonaning issiqlik quvvatidan yillik issiqlikyuklamasi o'zgarishida unumli foydalanish imkonini beradi. Masalan, yoz mavsumi uchun maksimal issiqlikyuklamasi quyidagicha bo'ladi:

$$Q_{h,yoz} = 1,2 \cdot (\sum Q_{u.c.t,yoz} + \sum Q_t),$$

bunda: $\sum Q_{u.c.t,yoz}$ - yoz mavsumida issiq suv ta'minoti uchun issiqlik sarfi:

-yashash va jamoat binolari uchun $\sum Q_{u.c.t} = 0,65 \cdot \sum Q_{u.c.t}$;

-ishlab chiqarish binolari uchun $\sum Q_{u.c.t} = 0,82 \cdot \sum Q_{u.c.t}$.

$$Q_{h,yoz} = 1,2 \cdot (0,65 \cdot 1,63 + 0,82 \cdot 0,64 + 1,57) = 3,78 \text{ MVt},$$

qaysiki DKVR -6,5-13 rusumli bitta qozonning zo'riqishsiz ishlash issiqlik quvvatiga to'g'ri keladi.

Yillik yoqilg'i sarfini aniqlash. Isitish tizimi uchun yillik issiqlik sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{uc,y} = 3,6 \cdot \sum Q_{uc} \cdot \frac{t_U - t_{U.M.}}{t_U - t_T} \cdot 24 \cdot n_{uc},$$

bunda $\sum Q_{uc}$ - isitish uchun yillik maksimal issiqliksarflarining yig'indisi, Vt;

t_U - barcha iste'molchilar uchun ichki havo haroratining o'rtacha hisobli qiymati, (16...18 °C);

t_t - tashqi havoning isitilish hisobiy harorati, °C;

$t_{uc.m}$ - isitish mavsumida tashqi havoning o'rtacha harorati, °C;

n_{uc} - isitish mavsumining davomiyligi, kunlar.

$$Q_{uc.Y} = 3,6 \cdot 5,64 \cdot \frac{18 - (-3,2)}{18 - (-25)} \cdot 24 \cdot 205 = 48200 \text{ GJ}.$$

Shamollatish uchun yillik issiqlik sarfini quyidagicha topamiz:

$$Q_{B.Y} = 3,6 \cdot \sum Q_B \cdot \frac{t_U - t_{U.M}}{t_U - t_{T.B}} \cdot z_B \cdot n_{uc},$$

bunda: $\sum Q_{v,y}$ - shamollatish talablari uchun yillik maksimal issiqliksarflari yig'indisi, Vt;

$t_{t.v}$ - qish mavsumi uchun shamollatish hisobiy harorati, $^{\circ}\text{C}$; z_v - isitish masumida shamollatish tizimining o'rtacha kunlik ishlash soatlari soni, $z_v=16$ soat.

U holda

$$Q_{B.Y} = 3,6 \cdot 2,18 \cdot \frac{18 - (-3,2)}{18 - (-14)} \cdot 16 \cdot 205 = 17100 \text{ GJ}.$$

Issiqlik suv ta'minoti tizimi talablari uchun yillik issiqlik sarfi quyidagicha topiladi:

$$Q_{uc.C.T.Y.} = 3,6 \cdot 24 \cdot \sum Q_{uc.C} \cdot [n_{uc} + \xi \cdot (350 - n_{uc})],$$

bunda $\sum Q_{uc.s.t.y.}$ - issiq suv ta'minoti uchun maksimal issiqliksarflari yig'indisi, Vt;

ξ - issiq suv ta'minoti tizimida yozgi mavsum uchun qishki mavsumga nisbatan soatlik issiq suv sarfining kamayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

-yashash va jamoat binolari uchun $\xi = 0,65$,

-ishlab chiqarish binolari uchun $\xi = 0,82$;

350 - issiq suv ta'minoti tizimining bir yilda ishlash kunlar soni.

U holda

$$Q_{K.C.T.Y.} = 3,6 \cdot 24 \cdot 1,63 \cdot [205 + 0,65 \cdot (350 - 205)] + \\ + 3,6 \cdot 24 \cdot 0,64 \cdot [205 + 0,82 \cdot (350 - 205)] = 60000$$

$$Q_{uc.c.t.y.} = 60000 \text{ GJ}.$$

Texnologik ehtiyojlar uchun yillik issiqlik sarfi quyidagicha topiladi:

$$Q_{T.Y.} = 3,6 \cdot (0,85 \dots 0,9) \cdot \sum Q_T \cdot z,$$

bunda: 0,85...0,9 - alohida iste'molchilar uchun maksimal yuklamalarning ustma-ust tushishi umumxo'jalik koeffitsiyenti;

$Q_{uc.c.t.}$ - alohida iste'molchilarning texnologik ehtiyojlari uchun maksimal issiqlik sarfi, Vt;

z - alohida iste'molchilarning yillik ishchi vaqt jamg'armasi, soatlar.

U holda alohida iste'molchilarning yillik ishchi vaqt jamg'armasini hammom uchun $z = 1200$ soat, ustaxona uchun $z = 2075$ soat, chorvachilik fermalari iste'molchilari uchun $z = 1000$ soat qabul qilib,

$$Q_Y = 3,6 \cdot 0,85 \cdot (0,0854 \cdot 1200 + 0,1126 \cdot 2075 + 1,373 \cdot 1000) = 5200 \text{ GJ.}$$

Umumiy yillik issiqlik sarfi

$$Q_Y = 48200 + 17100 + 60000 + 5200 = 130500 \text{ GJ.}$$

Yillik yoqilg'i sarfi quyidagicha topiladi:

$$B_Y = \frac{Q_Y}{Q_H^p \cdot \eta_k} = \frac{130000 \cdot 10^6}{27200 \cdot 0,6} = 8 \cdot 10^6 \text{ kg} = 8000 \text{ tonna,}$$

bunda: Q_n^f - ishchi yonilg'i yonishining quyi issiqligi, berilgan qozon qurilmasi uchun yoqilg'i ko'mir - antratsit bo'lib, $Q_n^f = 272000 \text{ kJ/kg}$;

η_k - qozonning o'rtacha foydali ish koeffitsiyenti (FIK) (qattiq yoqilg'ida ishlashda $\eta_k = 0,6$, suyuq va gaz yoqilg'ilar uchun $\eta_k = 0,8$).

11-vazifa

Shahar tipidagi qishloqning markazlashgan isitish tizimining issiqlik quvvatini hisoblab toping va qozon tanlang. Hudud joylashgan mintaqa iqlimining hisobga olinadigan harorati $t_t, ^\circ\text{C}$, qish mavsumi uchun hisobli shamollatish harorati $t_{t,sh}, ^\circ\text{C}$, isitish mavsumi uchun o'rtacha harorat $t_{i,d}, ^\circ\text{C}$, isitish mavsumi davomiyligi $n_{is}, \text{ kun}$. Yillik yoqilg'i sarfini aniqlang. qozon qurilmasi yashash uylarini, ma'naviyat - ma'rifat va jamoatchilik binolarini, hamda ushbu hududda joylashgan ishlab chiqarish iste'molchilarining issiqlikta'minotiga talabini qondirishi kerak. Vazifani yechish uchun ma'lumotlar 29 jadvaldan olinadi.

Jadval 29

Variantlar	$t_t, ^\circ\text{C}$	$t_{t,sh}, ^\circ\text{C}$	$t_{i,d}, ^\circ\text{C}$	$n_{is}, \text{ kunlar}$	Yoqilg'i turi
1	-1	-1	+10	205	tabiiy gaz
2	0	0	+15	210	
3	-5	+1	+10	215	
4	-10	-1	+5	200	
5	-15	-5	-3	200	
6	-20	-10	-4	210	
7	-25	-15	-6	220	

Variantlar	$t_t, ^\circ\text{C}$	$t_{t,sh}, ^\circ\text{C}$	$t_{i,d}, ^\circ\text{C}$	n_{is}, kunlar	Yoqilg'i turi
8	-30	-20	+12	160	kerosin
9	-6	+2	+11	180	
10	-8	+3	+10	190	
11	-12	-2	+8	195	
12	-14	-4	+9	200	
13	-16	-6	+12	205	
14	-18	-8	+14	160	
15	0	+2	+12	170	ko'mir
16	-4	0	+13	175	
17	-7	+1	-4	215	
18	-22	-10	-2	210	
19	-19	-9	-1	216	
20	-21	-12	-2	220	

ILOVALAR

Jadval 1. Gazlarning atomligi va molekulyar massasi

Ko'rsatkichlar	O ₂	N ₂	N ₂	CO	SO ₂	SN ₄	NO ₂	SN ₃	Ar	N ₂ O	xavo	N ₃	SO ₂
Atomligi	2	2	2	2	3	5	3	4	1	2	3	4	3
Molekulyar massasi	32	2	28	28	44	16	64	17	40	18	29	17	64

Jadval 2. Gazlarning molyar issiqlik sig'imi ($s = \text{const}$ uchun)

Gazlar	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C	
	μ_{sv}	μ_{cr}
Bir atomli	12,56	20,93
Ikki atomli	20,93	29,31
Uch va ko'p atomli	29,31	37,68

Jadval 3. Gazlarning massaviy va hajmiy issiqlik sig'implari

Gaz	Issiqlik sig'imi, kJ/kg·°S	
	massaviy	hajmiy
1	2	3
O ₂	$s_{rm}=0,9127+0,00012724 \cdot t$	$c'_{rm}=1,3046+0,00018183 \cdot t$
	$c_{vm}=0,6527+0,00012724 \cdot t$	$c'_{vm}=0,9337+0,00018183 \cdot t$
N ₂	$s_{rm}=1,0258+0,00008382 \cdot t$	$c'_{rm}=1,2833+0,00010492 \cdot t$
	$c_{vm}=0,7289+0,00008382 \cdot t$	$c'_{vm}=0,9123+0,00010492 \cdot t$
SO	$s_{rm}=1,0304+0,00009575 \cdot t$	$c'_{rm}=1,2883+0,00011966 \cdot t$
	$c_{vm}=1,7335+0,00009575 \cdot t$	$c'_{vm}=0,9173+0,00011966 \cdot t$
Havo	$s_{rm}=0,9952+0,00009349 \cdot t$	$c'_{rm}=1,2870+0,00012091 \cdot t$
	$c_{vm}=0,7084+0,00009349 \cdot t$	$c'_{vm}=1,9161+0,00012091 \cdot t$
N ₂	$s_{rm}=1,8401+0,00029278 \cdot t$	$c'_{rm}=1,4800+0,00023551 \cdot t$
	$c_{vm}=1,3783+0,00029378 \cdot t$	$c'_{vm}=1,1091+0,00023551 \cdot t$
SO ₂	$s_{rm}=0,6314+0,00015541 \cdot t$	$c'_{rm}=1,8472+0,00004571 \cdot t$
	$c_{vm}=0,5016+0,00015541 \cdot t$	$c'_{vm}=1,8472+0,00004571 \cdot t$
0 - 1500 °S haroratlar chegarasida o'rtacha issiqlik sig'imi		
N ₂	$s_{rm}=14,2494+0,00059574 \cdot t$	$c'_{rm}=1,2803+0,00005355 \cdot t$
	$c_{vm}=10,1241+0,00059574 \cdot t$	$c'_{vm}=1,9094+0,00005355 \cdot t$
SO ₂	$s_{rm}=0,8725+0,00024053 \cdot t$	$c'_{rm}=1,7250+0,00004756 \cdot t$
	$c_{vm}=0,6837+0,00024053 \cdot t$	$c'_{vm}=1,3540+0,00004756 \cdot t$

Jadval 4. Kislorodning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	s_{rm}	c_{vm}	c'_{rm}	c'_{vm}
0	0,9148	0,6548	1,3059	0,9349
100	0,9232	0,6632	1,3176	0,9466
200	0,9353	0,6753	1,3352	0,9462
300	0,9500	0,6900	1,3561	0,9854
400	0,9651	0,7051	1,3775	1,0065
500	0,9793	0,7193	1,3980	1,0270
600	0,9927	0,7327	1,4168	1,0459
700	1,0048	0,7448	1,4344	1,0634
800	1,0157	0,7557	1,4479	1,0789
900	1,0258	0,7658	1,4645	1,0936
1000	1,0350	0,7750	1,4775	1,1066
1100	1,0434	0,7834	1,4892	1,1183
1200	1,0509	0,7913	1,5005	1,1296
1300	1,0580	0,7984	1,5106	1,1396

Jadval 5 . Azotning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	$s_{m\text{m}}$	c_{vm}	c'_{rm}	c'_{vm}
0	1,0392	0,7423	1,2987	0,9278
100	1,0404	0,7427	1,3004	0,9295
200	1,0434	0,7465	1,3038	0,9328
300	1,0488	0,7519	1,3109	0,9399
400	1,0567	0,7599	1,3205	0,9496
500	1,0660	0,7691	1,3322	0,9613
600	1,0760	0,7792	1,3452	0,9743
700	1,0869	0,7900	1,3586	0,9877
800	1,0974	0,8005	1,3716	1,0006
900	1,1078	0,8110	1,3845	1,0136
1000	1,1179	0,8210	1,3971	1,0178
1100	1,1271	0,8302	1,4089	1,0379
1200	1,1359	0,8395	1,4202	1,0492
1300	1,1447	0,8478	1,4306	1,0597

Jadval 6. Is gazi(SO)ning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	$s_{m\text{m}}$	c_{vm}	c'_{rm}	c'_{vm}
0	1,0396	0,7427	1,2992	0,9282
100	1,0417	0,7448	1,3007	0,9307
200	1,0463	0,7494	1,3071	0,9362
300	1,0538	0,7570	1,3167	0,9458
400	1,0634	0,7666	1,3289	0,9579
500	1,0748	0,7775	1,3427	0,9718
600	1,0861	0,7892	1,3574	0,9864
700	1,0978	0,8009	1,3720	1,0011
800	1,1091	0,8122	1,3862	1,0153
900	1,1200	0,8231	1,3996	1,0287
1000	1,1304	0,8336	1,4126	1,0417
1100	1,1401	0,8432	1,4248	1,0538
1200	1,1493	0,8566	1,4361	1,0651
1300	1,1577	0,8608	1,4465	1,0756

Jadval 7 . Vodorodning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	S_{rm}	C_{vm}	C'_{rm}	C'_{vm}
0	14,195	10,071	1,2766	0,9056
100	14,353	10,228	1,2908	0,9198
200	14,421	10,262	1,2971	0,9261
300	14,446	10,297	1,2992	0,9282
400	14,477	10,322	1,3011	0,9311
500	14,509	10,353	1,3050	0,9341
600	14,545	10,384	1,3080	0,9370
700	14,587	10,463	1,3126	0,9412
800	14,641	10,517	1,3167	1,9458
900	14,706	10,581	1,3226	1,9516
1000	14,776	10,652	1,3289	1,9679
1100	14,853	10,727	1,3360	1,9690
1200	14,934	10,809	1,3431	1,9722
1300	15,023	10,899	1,3511	1,9801

Jadval 8. Karbonat angidridning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	S_{rm}	C_{vm}	C'_{rm}	C'_{vm}
0	1,8148	0,6259	1,5998	1,2288
100	1,8658	0,6770	1,7003	1,3293
200	1,9102	0,7214	1,7373	1,4164
300	1,9487	0,7599	1,8627	1,4918
400	1,9826	0,7938	1,9297	1,5587
500	1,0128	0,8240	1,9887	1,6178
600	1,0396	0,8508	2,0411	1,6701
700	1,0639	0,8746	2,0884	1,7174
800	1,0852	0,8964	2,1311	1,7601
900	1,1045	0,9157	2,1692	1,7982
1000	1,1225	0,9332	2,2035	1,8326
1100	1,1384	0,9496	2,2349	1,8640
1200	1,1530	0,9638	2,2638	1,8929
1300	1,1660	0,9772	2,2898	1,9188

Jadval 9. Suv bug'ining issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	s_m	c_{vm}	c'_{rm}	c'_{vm}
0	1,8596	1,3980	1,4943	1,1237
100	1,8728	1,4114	1,5052	1,1342
200	1,8937	1,4323	1,5223	1,1514
300	1,9192	1,4574	1,5424	1,1715
400	1,9477	1,4863	1,5654	1,1945
500	1,9778	1,5160	1,6148	1,2188
600	2,0092	1,5474	1,6402	1,2439
700	2,0419	1,5805	1,6402	1,2703
800	2,0754	1,6140	1,6680	1,2971
900	2,1097	1,6483	1,6957	1,3247
1000	2,1436	1,6823	1,7229	1,3519
1100	2,1771	1,7158	1,7501	1,3791
1200	2,2106	1,7488	1,7769	1,4059
1300	2,2429	1,7815	1,8028	1,4319

Jadval 10. Culfid angidrid(SO₂)ning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	c_m	c_{vm}	c'_{rm}	c'_{vm}
0	0,607	0,477	1,733	1,361
100	0,636	0,507	1,813	1,440
200	0,662	0,532	1,888	1,516
300	0,687	0,557	1,955	1,587
400	0,708	0,578	2,018	1,645
500	0,724	0,595	2,068	1,700
600	0,737	0,607	2,114	1,742
700	0,754	0,624	2,152	1,779
800	0,762	0,632	2,181	1,813
900	0,775	0,645	2,215	1,842
1000	0,783	0,653	2,236	1,867
1100	0,791	0,662	2,261	1,888
1200	0,795	0,666	2,278	1,905

Jadval 11. Havoning issiqlik sig'imi

Harorat, °C	Issiqlik sig'imi, kJ/kmol·°C			
	massaviy		hajmiy	
	c_m	c_{vm}	c'_{rm}	c'_{vm}
0	1,0036	0,7064	1,2971	0,9261
100	1,0061	0,7103	1,3004	0,9295
200	1,0115	0,7243	1,3071	0,9362
300	1,0191	0,7309	1,3179	0,9462
400	1,0283	0,7415	1,3289	0,9579
500	1,0387	0,7519	1,3427	0,9718
600	1,0496	0,7624	1,3565	0,9856
700	1,0605	0,7733	1,3708	0,9998
800	1,0710	0,7842	1,3842	1,0112
900	1,0815	0,7942	1,3976	1,0262
1000	1,0907	0,8039	1,4097	1,0387
1100	1,0999	0,8127	1,4214	1,0505
1200	1,1082	0,8215	1,4327	1,0618
1300	1,1166	0,8294	1,4432	1,0722

Jadval 12. Havoning fizik parametrlari

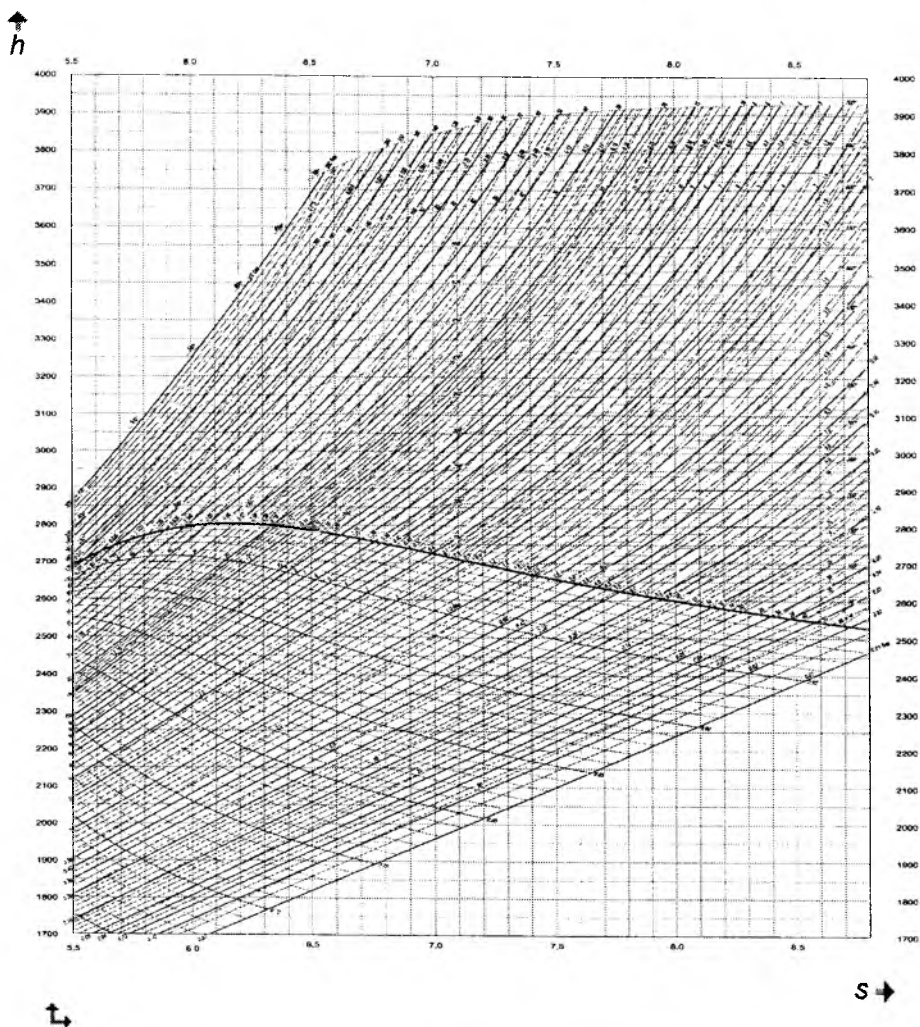
$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Wt/m}^\circ\text{C}$	$\nu \cdot 10^6, \text{m}^2/\text{s}$	Rr
0	0,0244	13,28	0,707
20	0,0267	15,06	0,703
40	0,0274	16,96	0,699
60	0,0290	18,97	0,696
80	0,0304	21,09	0,692
100	0,0320	23,23	0,688

Jadval 13. Cuvning fizik parametrlari

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Wt/m}^\circ\text{C}$	$\nu \cdot 10^6, \text{m}^2/\text{s}$	Rr
0	0,584	17,89	13,47
20	0,595	10,06	7,03
40	0,622	6,59	4,35
60	0,649	4,78	3,02
80	0,666	3,65	2,225
100	0,684	2,95	1,748
120	0,685	2,52	1,472
140	0,684	2,17	1,258
160	0,682	1,91	1,107

14-jadval. Issiqlik dinamikasi jarayonlari ko'rsatkichlari

Jarayonning nomi	Shartli belgisi	Jarayon boshlang'ich-oxirgi ko'rsatkichlar bog'lanishi	Issiqlik miqdori	Jarayonda bajarilgan ish	Ichki energiya	Entropiya o'zgarishi
Izoxorik	$V = \text{const}$	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$	$q_{1-2} = c_v(t_2 - t_1)$	$l = 0$	$u_2 - u_1 = q_v$	$S_2 - S_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} = c_v \ln \frac{p_2}{p_1}$
Izobarik	$P = \text{const}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_2}{p_1}$	$q_{1-2} = c_p(t_2 - t_1)$	$l = R(T_2 - T_1)$	$\Delta u = c_v(t_2 - t_1)$	$S_2 - S_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} = c_p \ln \frac{v_2}{v_1}$
Izotermik	$T = \text{const}$	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}$	$q = l$	$l = p v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} = q$	$du = di = 0$	$S_2 - S_1 = R \ln \frac{v_2}{v_1} = R \ln \frac{p_1}{p_2}$
Adiabatik	$p v^k = \text{const}$	$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{k-1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{k-1}{k}}$	$q = 0$	$l = \left(\frac{1}{k-1}\right) \cdot (p_1 v_1 - p_2 v_2)$	$\Delta u = c_v(t_2 - t_1)$	$S_2 = S_1 = \text{const}$
Politropik	$p v^n = \text{const}$	$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^n$	$q = c_n(t_2 - t_1)$	$l = \left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot (p_1 v_1 - p_2 v_2)$	$\Delta u = c_v(t_2 - t_1)$	$S_2 - S_1 = c_n \lg \frac{T_2}{T_1}$



$\uparrow$
 h

$\rightarrow$
 s

Ental'piya (h) kJ/kg

$x=1$

izoterma

izoxora



Entropiya (S), kJ/(kg·K)

quruqlik darajasi

izobara

Suv va suv bug'i uchun h - s diagramma

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. T. Xudoyberdiyev, B.Shaymardanov va boshq. Issiqlik texnikasi asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent 2008. 214 b.
2. R.Zohidov va boshq. Issiqlik texnikasi. Darslik. Toshkent 2010. 199 b.
3. Nurmatov J. va boshq. Issiqlik texnikasi: Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma. - T.: "O'qituvchi", 1998. - 256 b.
4. Draganov B.X. i dr. Teplotexnika i primeneniye teploti v selskom xozyaystve. - M.: Agropromizdat, 1990. - 463 i.: il.
5. Nashokin V.V. Texnicheskaya termodinamika i teploperedacha.: Ucheb. posobiye dlya vuzov. - 3-ye izd., ispr. i dop. - M.: Vissh. shkola, 1980. - 469 s., il.
6. Rabinovich O.M. Sbornik zadach po texnicheskoy termodinamike.: "Mashinostroyeniye", 1971, str. 376.
7. Zaxarov A.A. Primeneniye teploti v selskom xozyaystve. - 3-ye izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1986. - 288 s., il. - (Uchebniki i ucheb. posobiya dlya vissh. s.-x. ucheb. zavedeniy).
8. Zaxarov A.A. Praktikum po primeneniyu teploty v selskom xozyaystve. - 2-ye izd., pererab. i dop. - M.: Agropromizdat, 1985. - 175 s., il. - (Uchebniki i ucheb. posobiya dlya vissh. s.-x. ucheb. zavedeniy).
9. Kursovoye proyektirovaniye po teplotexnike i primeneniyu teploti v selskom xozyaystve: Ucheb. posobiye dlya vuzov / Draganov B.X., Kovalev S.A., Lazorenko V.A. i dr.; Pod. red. Draganova B.X. - M.: Agropromizdat, 1991. - 176 s.: il.
10. Riss A.A. Spravochnik selskogo teplotexnika. - Chelyabinsk: Yuj-Ural. kn. izd-vo, 1990. - 352 s.
11. Rekomendatsii po inzhernomu oborudovaniyu selskix naselennix punktov. Ch.IV. SNIIEP inzhernogo oborudovaniya Gosgrajdanstroya. - M.: Stroyizdat, 1984.
12. Spravochnik po teplosnabjeniyu selskoxozyaystvennix predpriyatiy/ V.V.Jabo i dr.; Pod. red. V.V. Uvarova. - M.: Kolos, 1983.
13. Stroitelnie normi i pravila. SNiP 2.04.07-86. Teplovie seti.-M.: SITP, 1987.
14. Stroitelnie normi i pravila. SNiP II-34-76. Goryachee vodosnabjeniyе.-M.: Stroyizdat, 1976.
15. Stroitelnie normi i pravila. SNiP II-35-76. Kotelno'e ustanovki.-M.: Stroyizdat, 1977.
16. Panin V.I. Spravochnik po teplotexnike v selskom xozyaystve. - M.: Rosselkhozizdat, 1979.- 333 s., il.
17. Pankratov G.P. Sbornik zadach po teplotexnike: Ucheb. posobiye dlya neenergetich. spets. vuzov. - 2-ye izd., pererab. i dop. - M.: Vo'ssh. shk., 1986. - 248 s., il.

MUNDARIJA

	Kirish	7
	Birinchi bo'lim. Texnikaviy termodinamika	8
1.	Ideal gazlarning holat tenglamasi	8
2.	Gazlar aralashmasi	9
3.	Gazlarning issiqlik sig'imi	11
4.	Termodinamika jarayonlari	13
5.	Termodinamika sikllari	17
6.	Porshenli kompressorlar	24
7.	Gazlarni oqib chiqishi	27
8.	Suv bug'i	30
9.	Suv bug'i kuch qurilmalarining sikllari	33
	Ikkinchi bo'lim. Issiqlik almashinuvi	38
1.	Konvektiv issiqlik almashinuvi	38
2.	Issiqlik uzatish	40
3.	Issiqlik tarmoqlarini xisoblash	59
	Uchinchi bo'lim. Issiqlikni qishloq xo'jaligida qo'llash	66
1.	To'sinlar orqali issiqlik yo'qolishi	66
2.	Isitish asbobini tanlash	72
3.	Isitish tizimi quvurlari hisobi	76
4.	Chorvachilikda isitish tizimi hisobi	82
5.	Kalorifer tanlash	87
6.	Chorvachilik binolarini shamollatish hisobi	89
7.	Konvektiv g'alla quritgichning issiqlik hisobi	98
8.	Saqlagichlarning issiqlik hisobi	106
9.	Markazlashgan isitish tizimi qozonxonasi uchun qozon tanlash	111
	Ilova	122
	Foydalanilgan adabiyotlar	131

OGLAVLENIYE

Vvedeniye	7
Perviy razdel. Texnicheskaya termodinamika	8
1. Uravneniye sostoyaniya idealnogo gaza	8
2. Gazovie smesi	9
3. Teployomkost gazov	11
4. Termodinamicheskiye protsessi	13
5. Termodinamicheskiye sikli	17
6. Porshnievye kompressori	24
7. Istecheniye gazov	27
8. Vodyanoy par	30
9. Sikli parosilovix ustanovok	33
Vtoroy razdel. Teploperedachi	38
1. Konvektivniy teploobmen	38
2. Teploperedachi	40
3. Raschet teplovix seti	59
Tretiy razdel. Primeneniye tepla v selskom khozyaystve	66
1. Poteri tepla cherez ograjdeniya	66
2. Podbor otopitelnogo pribora	72
3. Raschet truboprovodov otopitelnoy sistemi	76
4. Raschet sistemi otopeniya vivotnovostve	82
5. Podbor kalorifera	87
6. Raschet sistemi ventilyatsii vivotnovodcheskix fermax	89
7. Teplovoy raschet konvektivnoy zernosushilki	98
8. Teplovoy raschet xraniliishi	106
9. Podbor kotla dlya kotelnoy sistemi sentralnogo otopeniya	111
Prilozheniye	122
Ispolzovannie literaturi	131

CONTENTS

	Annotation	7
	Chapter 1. Technical heat dynamics	8
1.	Condition equations of ideal gases	8
2.	Diffusion of gases	9
3.	Heat capacity of gases	11
4.	Thermodynamic processes	13
5.	Thermodynamic cycles	17
6.	Piston compressors	24
7.	Flowing of gases	27
8.	Water steam	30
9.	Cycles of power equipment of water steam	33
	Chapter 2. Heat transmission	38
1.	Convective heat exchange	38
2.	Heat transmission	40
3.	Calculation of heat net	59
	Chapter 3. The application of the heat in agriculture	66
1.	Heat loss through barriers	66
2.	Selection of heating equipment	72
3.	Calculation of pipelines of heating system	76
4.	Calculation of heating system in a cattle breeding	82
5.	Selection of a heater	87
6.	Calculation of airing the cattle breeding farms	89
7.	Heat calculation of a convective cereal dryer	98
8.	Heat calculation of a storehouse	106
9.	Selection of a boiler for a boiler system of centralized heating	111
	Appendix	122
	Reference books	131

XUDOYBERDIEV TOLIBJON SOLIEVICH
SHAYMARDANOV BAXTIYOR PARDAYEVICH
USMONOV KAMOLIDDIN ESHQULOVICH

“Issiqlik texnikasi ”
fanidan masalalar to’plami
/O’quv qo’llanma/

Muharrir: M.NURTOYEVA
Musahhih: D.ALMATOVA

*Bosishga ruxsat etildi 25.11.2015 yil.qog'oz o'tchani 60 x84 1/16,
hajmi 8,5 b.t. 30 nusxa. Buyurtma 040 .
TIM1 bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent - 700000, qori Niyoziy ko'chasi 39-uy.*