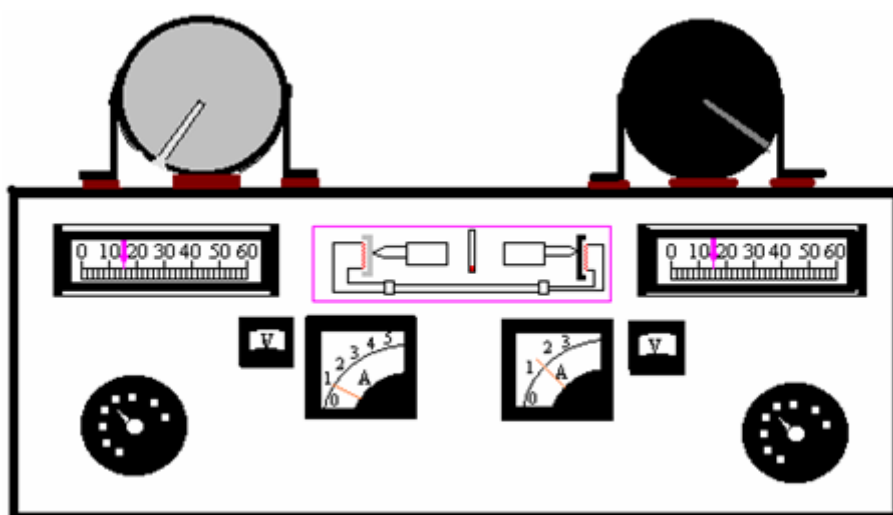


# TERMODINAMIKA

Oliy o'quv yurtlari noissiklikenergetika bakalavriat  
ta'lim yo'nalishi talabalari uchun masalalar to`plami

II - qism



«O'zbekiston temir yo'llari» Aksiyadorlik Jamiyati  
O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
Toshkent temir yo'l muhandislari instituti

O.S. Ablyalimov

Termodinamika

5310600 – Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi  
(lokomotivlar), 5111000 – Kasb ta'limi (5310600 – Yer usti transport  
tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi (lokomotivlar) ta'lim yo'nalishlari  
2,3 - bosqich bakalavriat talabalari uchun masalalar to'plami

II - qism

Toshkent – 2020

**UDK: 536.7(075.8)**  
**KBK: 31.31 ea73**  
**A-17**

**Ablyalimov O.S.**

**Termodinamika.** (masalalar to'plami. II – qism) O'quv qo'llanma / O.S. Ablyalimov. - Toshkent: «Ijod - Press» nashriyoti. – 2020, 239 bet.

ISBN 978-9943-4018-9-1

O'quv qo'llanma har xil turdagi yoqilg'i, qozonxona va bug 'turbinalarining nazariy asoslarini umumlashtiradi, har bir aniq mavzu uchun hisoblash formulalari, ularga tushuntirishlar va topshiriqlar berilgan. Barcha misollar yechimga ega va na'munaviy misollar yechimi bilan ko'rsatilgan. Misollarni yechish uchun kerakli materiallar berilgan, bu materiallar amaliy mashg'ulotlar jarayonida foydali bo'lishi mumkin, shuningdek oraliq va yakuniy nazorat ishi singari imtixonlarda, va talabalar tomonidan bajariladigan mustaqil loyixa xisob ishlarida qo'llanilishi mumkin.

O'quv qo'llanma oliy o'quv yurtlarida taxsil olayotgan, issiqlik energiyasiga doir bo'lmagan mutaxassislikda o'qiyotgan, shuningdek temiryo'lchilarga va issiqlik energiyasini o'rganayotganlar uchun mo'ljallangan. Bundan tashqari oliy texnik o'quv yurtlari o'qituvchilariga, muhandislarga, texnik ishchilarga va ilmiy xodimlarga, shuningdek issiqlik energiyasi mutaxassislari uchun ham foydali bo'lishi mumkin.

Taqrizchilar:

Bazarov B. I. – texnika fanlari doctori, professor, Toshkent avtomobil yo'llarini loyihalash, qurilish va ekspluatatsiya instituti «Ekologiya va IYOD» kafedrasini mudiri

Rizaev A. N. – texnika fanlari doctori, professor, Toshkent temiryo'l muhandislari instituti «Muhandislik kommunikatsiyasi va tizimlari» kafedrasini

**UDK: 536.7(075.8)**  
**KBK: 31.31 ea73**

ISBN 978-9943-4018-9-1

© «Ijod - Press» nashriyoti, 2020  
© O.S. Ablyalimov

## KIRISH

Ushbu qo'llanma "Termodinamika" fanidan darslik bo'lib, u bakalavrlarni tayyorlash uchun o'quv dasturiga binoan ToshTYMI Elektromexanika fakultetida 5310600 - «Er usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi (lokomotivlar va vagonlar)» va 5111000 - Касбий таълим (5310600-« Er usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi (lokomotivlar va vagonlar)»)» mutaxassisligida o'rganiladigan asosiy muhandislik fanlaridan biri deb xisoblanadi. "Termodinamika" fani bitta akademik semestrda o'qiladigan fan bo'lib, murakkabligi 156 soatni tashkil etadi. O'zlashtirishni baholash uchun joriy, oraliq va yakuniy nazoratni hisobga olgan holda imtihon olinadi.

Muallif o'z oldiga issiqlik texnika fanining ilmiy asoslari sohasidagi nazariy va amaliy bilimlarni chuqurlashtirishga bog'liq bo'lgan masalalarni qamrab oladigan darslik yaratish vazifasini qo'ygan.

O'quv qullamada qattiq, suyuq va gazsion yoqilg'ilar, qozon qurilmalari va bug' turbinalari nazariyalari hakida qisqacha ma'lumot berilgan. Shuningdek olingan mavzular bo'yicha formulalar va ularga ularga doyr misollar qo'rsatilgan. Barcha misolar echimda ega va na'munaviy misolar echimi bilan qo'rsatilgan. Misollarini echish uchun kerakli materiallar berilgan, bu materiallar amaliy mashg'ulotlar jarayonida foydali bo'lishi mumkin, shuningdek oraliq va yakuniy nazorat ishi singari imtixonlarda, va talabalar tomonidan bajariladigan mustakil loyixa hisob ishlarida ko'llanilishi mumkin.

Bu masalalar to'plami noenergetik mutaxassislikd taxsil oluvchi oliy o'quv yurtlari talabalari uchun mo'ljallangan. Ushbu o'quv kursini o'zlashtirish orkali bakalavriat talabalari muhandislik sohasidagi tayanch bilimlar va ularni keyinchalik - ichki yonuv dvigatellari, lokomotivlarning energetik qurilmalari va boshqa fanlarni o'rganishda ularning qo'llanilishi tug'risida ma'lumotga ega bo'ladilar.

Bundan tashkari oliy texnik o'quv yurt talabalariga, muhandislarga, texnik

ishchilarga va ilmiy xodimlarga, shuningdek issiqlik energiyasi mutaxassslari uchun ham foydali bo'lishi mumkin. Ushbu o'quv qullamani yaratishda Toshkent temir yol muhandislari instituti (ToshIIT) «Lokomotivlar va lokomotiv xo'jaligi» kafedrasida o'qituvchi professor v.b. Ablyalimov O.S. va issiqlik energiyasi sohasidagi tajribali mutaxassislarining darsliklari va materiallaridan, shuningdek o'zlarining ma'ruza va amaliy mashg'ulotlaridan foydalanishgan.

Texnika fanlari doktori, professor B. I. Bazarov (TAYLQvaEl), texnika fanlari doktori, professor A. N. Rizaev (TTYMI), PhD, dotsent, ToshDTU «Termodinamika va issiqlik texnikasi» kafedra mudiri A. S. Isaxodjaev, ToshDTU «Termodinamika va issiqlik texnikasi» kafedrasida katta o'qituvchi L. O. Alimova qo'lyozmani diqqat bilan o'qiganligi, foydali maslahatlar va qo'lyozmani ko'rib chiqishda ular tomonidan tuzilgan o'quv qullamaning tarkibi va mazmunini yaxshilash bo'yicha qimmatli izohlari va o'quv ustasi V. V. Agapovga ushbu jarayonda ko'rsatgan yordami uchun muallif chuqur minnatdorchilik bildiradilar.

## ASOSIY SHARTLI BELGILAR

- $T$  – absolyut harorat, (K) °K;  
 $t$  – muzning erish nuqtasidan hisoblanadigan harorat, °S.  
 $\Delta t$  – haroratlar farqi, °S;  
 $\rho$  – zichlik, kg/m<sup>3</sup>;  
 $\nu$  – solishtirma hajm, m<sup>3</sup>/kg;  
 $V$  – hajm, m<sup>3</sup>;  
 $m$  – massa, kg;  
 $p$  – bosim, Pa (N/m<sup>2</sup>), kPa, MPa; bar;  
 $\Delta p$  – bosimlar farqi, Pa (N/m<sup>2</sup>), kPa, MPa;  
 $R$  – gaz doimiysi, Dj/(kg·K);  
 $\mu$  – molekulyar massa, kg/kmol;  
 $c$  – solishtirma issiqlik sig‘imi, kDj/(kg·K);  
 $c^1$  – solishtirma hajmiy issiqlik sig‘imi, kDj/(m<sup>3</sup>·K);  
 $\mu c$  – molyar issiqlik sig‘imi, kDj/(kmol·K);  
 $q$  – solishtirma issiqlik miqdori, Dj/kg;  
 $Q$  – issiqlik miqdori, Dj;  
 $\ell$  – ish, Dj/kg;  
 $u$  – ichki energiya, Dj/kg;  
 $\Delta u$  – ichki energiyaning o‘zgarishi, Dj/kg;  
 $i$  – solishtirma entalpiya, Dj/kg;  
 $\Delta i$  – entalpiyaning o‘zgarishi, Dj/kg;  
 $s$  – entropiya, Dj/(kg·K);  
 $\Delta s$  – entropiyaning o‘zgarishi, Dj/(kg·K);  
 $r$  – bug‘ hosil qilish issiqligi, k Dj/kg;  
 $d$  – namlik miqdori, g/kg quruq havo;  
 $\varphi$  – nisbiy namlik, %;  
 $B$  – yoqilg‘i sarfi, kg/ik;  
 $b$  – yoqilg‘ining solishtirma sarfi, kg/(kVt·s);  
 $D$  – bug‘ unumdorligi, kg/ik;  
 $Q_q, Q_{yu}$  – yoqilg‘ining quyi va yuqori yonish issiqligi, kDj/kg;  
 $\varepsilon$  – sovitish koeffitsienti, siqilish darajasi;  
 $\eta_t$  – termik f.i.k.;  
 $\chi$  – issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, Vt/(m·K);  
 $\alpha$  – issiqlik berish koeffitsienti, Vt/(m<sup>2</sup>·K);  
 $k$  – issiqlik uzatish koeffitsienti, Vt/(m<sup>2</sup>·K);  
 $N$  – quvvat, kVt.

### 3-BOB. QATTIQ, SUYUQ VA GAZSIMON YOQILG'ILAR

#### 3.1. YOqilg'i tarkibi

Qattiq va suyuq yoqilg'i yonuvchi (uglerod –  $S$ , vodorod –  $N$ , uchuvchan oltingugurt –  $S_L = S_{op} + S_K$ ) va yonmaydigan (azot –  $N$  va kislorod –  $O$ ) elementlar va ballast (kul  $A$ , namlik –  $W$ ) dan tashkil topgan.

Gazsimon yoqilg'i yonuvchi ( $SO$ ,  $N_3$ ,  $SN_4$ ,  $C_mH_n$ ) va yonmaydigan ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $SO_2$ ) gazlar va kam miqdorda suv bug'idan ( $N_2O$ ) tashkil topgan.

Qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'i tavsifini o'rganishda ishchi, yonuvchi va quruq massaga bo'linadi. Ishchi, yonuvchi va quruq massa tarkibi mos ravishda "i", "yo" va "q" indekslari bilan belgilanadi va quyidagi tengliklar bilan ifodalanadi:

$$C^i + N^i + S_{\pi}^u + N^i + O^i + A^i + W^i = 100 \% ; \quad (3.1)$$

$$S^{yo} + N^{yo} + S_{\pi}^e + N^{yo} + O^{yo} = 100 \% ; \quad (3.2)$$

$$S^q + N^q + S_{\pi}^k + N^q + O^q + A^q = 100 \% . \quad (3.3)$$

(3.1), (3.2), (3.3) ifodalarda elementlar tarkibi 1 kg yoqilg'iga nisbatan foizlarda olingan. Bir massadan ikkinchisiga o'tish hisob koeffitsientlari 3.1-jadvalda keltirilgan

Slanets tarkibi uchun ( $S^r$ ,  $N^r$ ,  $S_{\pi}^p$ ,  $N^r$ ,  $O^r$ ,  $A^r$ ,  $W^r$ ) ishchi massadan yonuvchi massaga o'tkazish koeffitsient:

$$K = 100 / \left[ 100 - A_{\pi}^p - W^p - (CO_2)_{\kappa}^p \right] \quad (3.4)$$

yordamida amalga oshiriladi.

bu erda  $A_h^p$  - ishchi massaning haqiqiy kulliligi, %;

$W^p$  - ishchi massaning namligi, %;

$(CO_2)_k^p$  - karbonat-(II)-oksidi tarkibi, %.

3.1-jadval

YOqilg'ining berilgan massasi	Bir massadan ikkinchisiga o'tish koeffitsientlari		
	ishchi	yonuvchi	quruq
ishchi	1	$\frac{100}{100 - (A^u + W^u)}$	$\frac{100}{100 - W^u}$
yonuvchi	$\frac{100 - (A^u + W^u)}{100}$	1	$\frac{100 - A^k}{100}$
quruq	$\frac{100 - W^u}{100}$	$\frac{100}{100 - A^k}$	1

Ishchi massaning haqiqiy kulliligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$A_u^p = A^p - [2,5(S_a^c - S_c^c) + 0,375S_k^c] \left( \frac{100 - W^p}{100} \right). \quad (3.5)$$

bu erda  $S_a^c$  - laboratoriya kulining yoqilg'i massasiga nisbatan foizlardagi oltingugurt tarkibi;

$S_c^c$  - yoqilg'idagi oltingugurt sulfati tarkibi, %,

12,5 kattaligi  $(S_a^c - S_c^c)$  4- 0,3758  $S_k^c$  leningrad va eston slanetslari uchun 2,0 ga teng bo'lishi mumkin, kashpir slanetsi uchun – 4,1.

YOqilg'i ishchi massa tarkibini o'tish hisobi namlik o'zgarishida quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:



$$\left. \begin{aligned} C_2^u &= C_1^u \frac{100 - W_2^u}{100 - W_1^u} \\ H_2^u &= H_1^u \frac{100 - W_2^u}{100 - W_1^u} \end{aligned} \right\} \quad (3.6)$$

bu erda  $W_1^u$  - yoqilg'ining boshlang'ich namligi, %;

$W_2^u$  - yoqilg'ining oxirgi namligi, %

Massaviy ulushda berilgan ikki qattiq va suyuq yoqilg'i aralashmasining o'rtacha tarkibi (%) – birinchisi ( $C_1^u$ , %,  $H_1^u$ , %, ...) va ikkinchisi ( $C_2^u$ , %,  $H_2^u$ , %, ...) quyidagi tenglamalardan aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} C_{ap}^u &= b_1 C_1^u + (1 - b_1) C_2^u, \\ H_{ap}^u &= b_1 H_1^u + (1 - b_1) H_2^u, \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

bu erda massovaya dolya  $b_1$  – aralashmadagi bir yoqilg'ining massaviy ulushi quyidagi ifodadan topiladi:

$$b_1 = V_1 / (V_1 + V_2) \quad (3.8)$$

bu erda  $V_1$  i  $V_2$  – aralashmaga kirgan yoqilg'ining massasi, kg.

**3.1.-masala.** YOnuvchi massa tarkibi  $S^{yo} = 71,1$  %;  $N^{yo} = 5,3$  %;  $S_{\pi}^{\ddot{e}} = (S_{op}^{\ddot{e}} + S_k^{\ddot{e}}) = 1,9$  %;  $N^{yo} = 1,7$  %;  $O^{yo} = 20,0$  %; quruq massaning kulliligi,  $A^q = 38$  % va namligi  $W^i = 20,0$  % bo'lgan BZ markali CHelyabinsk ko'mirining ishchi massasini aniqlang.

**Echish:** 3.1-jadvaldagi bir massadan ikkinchisiga o'tish koeffitsientlaridan foydalanib, yoqilg'i ishchi massasi kulliligini aniqlaymiz:

$$A^u = A^{bt} \frac{100 - W^u}{100} = 38 \frac{100 - 20}{100} = 30,4\%$$

va yoqilg'i ishchi massasini topamiz:

$$C^u = C^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 71,1 \frac{100 - (30,4 + 20,0)}{100} = 35,27\%;$$

$$H^u = H^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 5,3 \frac{100 - (30,4 + 20,0)}{100} = 2,63\%;$$

$$S_{\pi}^u = S_{\pi}^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 1,9 \frac{100 - (30,4 + 20,0)}{100} = 0,94\%;$$

$$N^u = N^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 1,7 \frac{100 - (30,4 + 20,0)}{100} = 0,84\%;$$

$$O^u = O^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 20,0 \frac{100 - (30,4 + 20,0)}{100} = 9,92\%.$$

Echimni to'g'riligini tekshirish uchun yoqilg'i ishchi massasi elementlari tarkibiy qiymatlarini yig'indisini topamiz:

$$S^i + N^i + S_{\pi}^u + N^i + O^i + A^i + W^i =$$

$$35,27 + 2,63 + 0,94 + 0,84 + 9,92 + 30,4 + 20,0 = 100 \%$$

**Javob:**  $S^i = 35,27\%$ ;  $N^i = 2,63\%$ ;  $S_{\pi}^u = 0,94\%$ ;  $N^i = 0,84\%$ ;  $O^i = 9,92\%$ .

**3.2.-masala.** Ishchi massasi tarkibi  $S^i = 48,5\%$ ;  $H_{\pi}^u = 3,6 \%$ ;  $S_{\pi}^u = 6,1 \%$ ;  $N^i = 0,8 \%$ ;  $O^i = 4,0 \%$ ; quruq massaning kullilgi  $A^q = 33,0 \%$  va ishchi namligi  $W^i = 6,0 \%$  bo'lgan G markali Kizelov ko'mirining yonuvchi massasi tarkibini aniqlang.

**Javob:**  $S^{yo} = 77 \%$ ;  $N^{yo} = 5,7 \%$ ;  $S_{\pi}^{\varepsilon} = 9,7 \%$ ;  $N^{yo} = 1,3 \%$ ;  $O^{yo} = 6,3 \%$ .

**3.3.-masala.** YOnuvchi massasi tarkibi  $S^{yo} = 78,5 \%$ ;  $N^{yo} = 5,6 \%$ ;  $S_{\pi}^{\varepsilon} = 0,4$ ;  $N^{yo} = 2,5 \%$ ;  $O^{yo} = 13,0 \%$ ; quruq massaning kullilgi  $A^q = 15,0 \%$  va ishchi namligi  $W^r = 12,0 \%$  bo'lgan D markali Kuznetssk ko'mirining ishchi massasini aniqlang.

**Javob:**  $A^i = 13,2 \%$ ;  $S^i = 58,7 \%$ ;  $N^i = 4,2 \%$ ;  $S_{\text{H}}^{\text{e}} = 0,3 \%$ ;  $N^i = 1,9\%$ ;  $O^i = 9,7 \%$ .

**3.4.-masala.** YOnuvchi massasi tarkibi  $S = 74,0 \%$ ;  $N^{y^o} = 9,5 \%$ ;  $S_{\text{H}}^{\text{H}} = 6,1 \%$ ;  $N^{y^o} = 0,4 \%$ ;  $O^{y^o} = 10,0 \%$ ;  $A^i = 48,0 \%$ ;  $W^i = 11,9 \%$  va  $(\text{CO}_2)_{\text{K}}^{\text{H}} = 16,8 \%$  bo‘lgan leningrad slanetsining ishchi massasini aniqlang.

**Echish:** YOqilg‘i ishchi massasining haqiqiy kulliligini (3.5) ifodadan aniqlaymiz:

$$A_{\text{H}}^{\text{H}} = A^{\text{H}} - [2,5(S_a^{\text{K}} - S_c^{\text{K}}) + 0,375S_{\text{K}}^{\text{K}}] \frac{100 - W^{\text{H}}}{100} = A^{\text{H}} - 2 \frac{100 - W^{\text{H}}}{100} = 48 - 2 \frac{100 - 11,9}{100} = 46,2\%$$

(3.4) ifodadan yoqilg‘i tarkibining yonuvchi massadan ishchi massaga o‘tish koeffitsientini topamiz:

$$K = \frac{100 - A_{\text{H}}^{\text{H}} = W^{\text{H}} - (\text{CO}_2)_{\text{K}}^{\text{H}}}{100} = \frac{100 - 46,2 - 11,9 - 16,8}{100} = 0,251$$

Bunda

$$S^i = S^{y^o}K = 74,0 \cdot 0,251 = 18,6 \%$$

$$N^i = N^{y^o}K = 9,5 \cdot 0,251 = 2,4 \%$$

$$S_{\text{H}}^{\text{H}} = S_{\text{H}}^{\text{H}}K = 6,1 \cdot 0,251 = 1,5 \%$$

$$N^i = N^iK = 0,4 \cdot 0,251 = 0,1 \%$$

$$O^i = O^{y^o}K = 10,0 \cdot 0,251 = 2,5 \%$$

Hisobni to‘g‘riligini tekshiramiz:

$$\begin{aligned} S^i + N^i + S_{\text{H}}^{\text{H}} + N^i + O^i + A_{\text{H}}^{\text{H}} + W^i + (\text{CO}_2)_{\text{K}}^{\text{H}} &= \\ &= 18,6 + 2,4 + 1,5 + 0,1 + 2,5 + 46,2 + 11,9 + 16,8 = 100\%. \end{aligned}$$

**Javob:**  $S^i = 18,6\%$ ;  $N^i = 2,4\%$ ;  $S_{\text{H}}^{\text{H}} = 1,5\%$ ;  $N^i = 0,1\%$ ;  $O^i = 2,5\%$ .

**3.5.-masala.** Ishchi massasi tarkibi  $S^r = 24,1 \%$ ;  $H^p = 3,1 \%$ ;  $S_{\pi}^p = 1,6 \%$ ;  $N^p = 0,1 \%$ ;  $O^p = 3,7 \%$ ;  $A_{\pi}^p = 40,0 \%$ ;  $W^r = 13,0 \%$  i  $(SO_2)_k^p = 14,4 \%$  bo'lgan eston slanetsining yonuvchi massasi tarkibini aniqlan.

**Javob:**  $C^{yo} = 74,0 \%$ ;  $H^{yo} = 9,5 \%$ ;  $S_{\pi}^e = 4,9 \%$ ;  $N^{yo} = 0,3 \%$ ;  $O^{yo} = 11,3 \%$ .

**3.6.-masala.** Tegirmon-ventilyatorda  $C_1^p = 28,7 \%$ ;  $H_1^p = 2,2 \%$ ;  $(S_{\pi}^p)_1 = 2,7 \%$ ;  $N_{\pi}^p = 0,6 \%$ ;  $O_{\pi}^p = 8,6 \%$ ;  $A_{\pi}^p = 25,2 \%$ ;  $W_{\pi}^p = 32 \%$  tarkibli B2 markali podmoskva ko'miri quritilyapti. YOqilg'ining quritilgandan keyingi namligi  $W_{\pi}^u = 15 \%$  ni tashkil etgandagi quritilgan yoqilg'ining ishchi massasi tarkibini aniqlang.

**Javob:**  $C_2^p = 35,9 \%$ ;  $N_2^p = 2,7 \%$ ;  $(S_{\pi}^p)_2 = 3,4 \%$ ;  $N_2^p = 0,7 \%$ ;  $O_2^p = 10,8 \%$ ;  $A_2^p = 31,5 \%$ .

**3.7.-masala.**  $C_1^u = 49,3\%$ ;  $H_1^u = 3,6 \%$ ;  $(S_{\pi}^u)_1 = 3,0 \%$ ;  $N_1^u = 1,0 \%$ ;  $O_1^p = 8,3 \%$ ;  $A_1^p = 21,8 \%$ ;  $W_1^p = 13,0 \%$  tarkibli  $4,5 \cdot 10^3$  kg D markali Donetsk ko'miri va  $C_2^p = 55,2 \%$ ;  $H_1^p = 3,8 \%$ ;  $(S_{\pi}^p)_2 = 3,2 \%$ ;  $N_2^p = 1,0 \%$ ;  $O_2^p = 5,8 \%$ ;  $A_2^p = 23,0 \%$ ;  $W_2^p = 8,0 \%$  tarkibli  $5,5 \cdot 10^3$  kg G markali Donetsk ko'miridan tashkil topgan aralashma qozonxonada yoqilyapti. Aralashmaning ishchi tarkibini aniqlang.

**Echish:** (3.8) ifodadan aralashmadagi yoqilg'ining massaviy ulushini topamiz:

$$b_1 = B_1 / (V_1 + B_2) = 4500 / (4500 + 5500) = 0,45.$$

$$B_2 = 1,0 - 0,45 = 0,55$$

Aralashmaning ishchi tarkibini (3.7) tenglamadan foydalanib topmiz:

$$\begin{aligned}
C_{ap}^u &= b_1 C_1^u + (1-b_1) C_2^u = 0,45 \cdot 49,3 + 0,55 \cdot 55,2 = 52,54\%; \\
H_{ap}^u &= b_1 H_1^u + (1-b_1) H_2^u = 0,45 \cdot 3,6 + 0,55 \cdot 3,8 = 3,71\%; \\
(S_{\pi}^u)_{ap} &= b_1 (S_{\pi}^u)_1 + (1-b_1) (S_{\pi}^u)_2 = 0,45 \cdot 3,0 + 0,55 \cdot 3,2 = 3,12\%; \\
N_{ap}^u &= b_1 N_1^u + (1-b_1) H_2^u = 0,45 \cdot 1,0 + 0,55 \cdot 1,0 = 1,0\%; \\
O_{ap}^u &= b_1 O_1^u + (1-b_1) O_2^u = 0,45 \cdot 8,3 + 0,55 \cdot 5,8 = 6,92\%; \\
A_{ap}^u &= b_1 A_1^p + (1-b_1) A_2^p = 0,45 \cdot 21,8 + 0,55 \cdot 23 = 22,46\%; \\
W_{ap}^u &= b_1 W_1^u + (1-b_1) W_2^u = 0,45 \cdot 13,0 + 0,55 \cdot 8,0 = 10,25\%.
\end{aligned}$$

Hisobni to‘g‘riligini tekshiramiz:

$$\begin{aligned}
C_{cm}^p + H_{cm}^p + (S_{\pi}^p)_{cm} + N_{cm}^p + O_{cm}^p + A_{cm}^p + W_{cm}^p &= 52,54 + 3,71 + 3,12 + 1,0 + \\
+ 6,92 + 22,46 + 10,25 &= 100\%.
\end{aligned}$$

**Javob:**  $C_2^p = 52,54\%$ ;  $N_2^p = 3,71\%$ ;  $(S_{\pi}^p)_{ap} = 3,12\%$ ;  $N_{ap}^u = 1,0\%$ ;  $O_{cm}^p = 6,92\%$ ;  $A_{ap}^u = 22,46\%$ .

**3.8.-masala.**  $C_1^u = 58,7\%$ ;  $H_1^u = 4,2\%$ ;  $(S_{\pi}^u)_1 = 0,3\%$ ;  $N_1^u = 1,9\%$ ;  $O_1^u = 9,7\%$ ;  $A_1^u = 13,2\%$ ;  $W_1^u = 12,0\%$  tarkibli D markali 800 kg kuznetsk ko‘miri va  $C_2^u = 66,0\%$ ;  $H_1^u = 4,7\%$ ;  $(S_{\pi}^u)_2 = 0,5\%$ ;  $N_2^u = 1,8\%$ ;  $O_2^u = 7,5\%$ ;  $A_2^u = 11,0\%$ ;  $W_2^u = 8,5\%$  tarkibli G markali 800 kg kuznetsk ko‘miridan tashkil topgan aralashma qozonxonada yoqilyapti. Aralashmaning ishchi tarkibini aniqlang.

**Javob:**  $C_2^u = 63,1\%$ ;  $H_{ap}^u = 15\%$ ;  $(S_{\pi}^u)_{ap} = 0,4\%$ ;  $N_{ap}^u = 1,8\%$ ;  $O_{cm}^p = 8,4\%$ ;  $A_{ap}^u = 11,9\%$ ;  $W_{ap}^u = 9,9\%$ .

### 3.2. YOqilg‘i tavsifi

YOqilg‘ining yonisho‘ issiqligi. 1 kg qattiq (suyuq) yoqilg‘i yoki 1 m<sup>3</sup> gazsimon yoqilg‘ining to‘liq yonishida ajraladigan issiqlikga (kJ) aytiladi.

Qattiq va suyuq yoqilg‘i uchun yuqori  $Q_{yu}$  (kJ/kg) va  $Q_q$  (kJ/kg) quyi

yonish issiqligi ishlatiladi.

Qattiq va suyuq yoqilg'ining yuqori va quyi yonish issiqliklari kattaliklari ishchi, yonuvchi va quruq massalari quyidagi ifodalar bilan bog'lanadi:

$$Q_{10}^u = Q_k^u + 225H^u + 25W^u; \quad (3.9)$$

$$Q_{10}^s = Q_k^s + 225H^s; \quad (3.10)$$

$$Q_{10}^k = Q_k^k + 225H^k. \quad (3.11)$$

Qozonxonalarning issiqlik hisoblari yoqilg'ining ishchi massasi quyi yonish issiqliklaridan foydalanib bajariladi:

qattiq va suyuq yoqilg'i ishchi massasining quyi yonish issiqliklari (kJ/kg)

$$Q_k^u = 338C^u + 1025H^u - 108,5(O^u - S_{\text{H}}^u) - 25W^u, \quad (3.12)$$

bu erda  $S^i$ ,  $N^i$ ,  $O^i$ ,  $S_{\text{H}}^u$ ,  $W^i$  – yoqilg'i ishchi massasidagi elementlar tarkibi, %;

Gazsimon yoqilg'ining quyi yonish issiqliklari (kJ/ m<sup>3</sup>)

$$Q_k^k = 108H_2 + 126SO + 234 H_2S + 358 SN_4 + 591S_4N_4 + 638S_2N_6 + 860S_3N_6 + \\ + 913S_3N_6 + 1135S_4N_8 + 1187S_4N_{10} + 1461S_5N_{12} + 1403C_6H_6, \quad (3.13)$$

bu erda  $N_2$ ,  $SO$ ,  $H_2S$ ,  $SN_4$ ,  $S_2N_4$  va v.k. – gazsimon yoqilg'i tarkibiga kiruvchi gazlarning hajmiy tarkibi, %.

Quyi yonish issiqligini hisoblashlarda quyidagi ifodalardan foydalaniladi:

Yonuvchi massadan ishchiga massaga va teskarisi

$$Q_{\kappa}^u = Q_{\kappa}^{\xi} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} - 25W^u; \quad (3.14)$$

$$Q_{\kappa}^{\xi} = \frac{Q_{\kappa}^u + 25W^u}{100 - (A^u + W^u)} 100; \quad (3.15)$$

quruq massadan ishchiga massaga va teskarisi

$$Q_{\kappa}^u = Q_{\kappa}^{\kappa} \frac{100 - W^u}{100} - 25W^u; \quad (3.16)$$

$$Q_{\kappa}^{\kappa} = \frac{Q_{\kappa}^u + 25W^u}{100 - W^u} 100; \quad (3.17)$$

yonuvchi slanetslar uchun - yonuvchi massadan ishchiga massaga va teskarisi

$$Q_{\kappa}^u = Q_{\kappa}^{\xi} \frac{100 - A_{\kappa}^u - W^u - (CO_2)_{\kappa}^u}{100} - 25W^u - 40(CO_2)_{\kappa}^u; \quad (3.18)$$

$$Q_{\kappa}^{\xi} = \frac{Q_{\kappa}^u + 25W^u + 40(CO_2)_{\kappa}^u}{100 - A_{\kappa}^u - W^u - (CO_2)_{\kappa}^u} 100; \quad (3.19)$$

Namlik o'zgarganda:

$$Q_{\kappa 2}^u = \frac{(Q_{\kappa 1}^u + 25W_1^u)(100 - W_2^u)}{(100 - W_1^u)} - 25W_2^u. \quad (3.20)$$

Ikkita qattiq, suyuq yoki gazsimon yoqilg'i aralashmasi uchun quyi yonish issiqligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$Q_{\text{см}}^{\text{p}} = b_1 Q_{\text{н1}}^{\text{p}} + (1 - b_1) Q_{\text{н2}}^{\text{p}}, \quad (3.21)$$

bu erda  $b_1$  – aralashmadagi bitta yoqilg'ining massaviy ulushi;

$Q_{\text{к1}}^{\text{н}}$  - aralashmadagi bitta yoqilg'ining quyi yonish issiqligi, kJ/kg (kJ/m<sup>3</sup>);

$Q_{\text{к2}}^{\text{н}}$  - aralashmadagi ikkinchi yoqilg'ining quyi yonish issiqligi, kJ/kg (kJ/m<sup>3</sup>).

Turli yoqilg'ilarning issiqlik qiymatini taqqoslash uchun shartli yoqilg'i tushunchasi kirilgan. SHartli yoqilg'i deb, 29300 kDj/kg yonish issiqligiga ega bo'lgan yoqilg'iga aytiladi.

Tabiiy yoqilg'isarfini shartli yoqilg'iga o'tkazish quyidagi ifodalar orqali amalga oshiriladi

$$V_{sh} = VE, \quad (3.22)$$

bu erda  $V_{sh}$  va  $V$  – mos ravishda shartli va tabiiy yoqilg'i sarfi, kg;

$E$  – yoqilg'ining issiqlik ekvivalenti.

yoqilg'ining issiqlik ekvivalenti ifoda orqali aniqlanadi:

$$E = Q_{\text{к}}^{\text{н}} / 29\,300. \quad (3.23)$$

YOqilg'ining kulliligi, namligi va oltingugrtligi. Turli yoqilg'ilarida ishlaydigan qozonlarning ish sharoitlarini ko'rib chiqishda keltirilgan kullilik  $A_{\text{kel}}$ , namlik  $W_{\text{kel}}$  va oltingugrtlilik  $S_{\text{kel}}$  kattaliklaridan foydalaniladi:

yoqilg'ining keltirilgan kulliligi,  $\text{kg} \cdot \% \cdot 10^{-3}/\text{kDj}$ ,

$$A_{\text{kel}} = 4190 A^i / Q_{\text{к}}^{\text{н}}; \quad (3.24)$$



ʻqilʻining keltirilgan namlik,  $\text{kg} \cdot \% \cdot 10^{-3} / \text{kJ}$ ,

$$W_{\text{kel}} = 4190 W^i / Q_{\kappa}^u; \quad (3.25)$$

ʻqilʻining keltirilgan oltingugurtlilik,  $\text{kg} \cdot \% \cdot 10^{-3} / \text{kJ}$ ,

$$S_{\text{kel}} = 4190 S_{\text{it}}^u / Q_{\kappa}^u; \quad (3.26)$$

**3.9.-masala.**  $S^i = 37,3 \%$ ;  $N^i = 2,8 \%$ ;  $S_{\text{it}}^u = 1,0 \%$ ;  $N^i = 0,9 \%$ ;  $O^i = 10,5 \%$ ;  
 $A^i = 29,5 \%$ ;  $W^i = 18,0 \%$  tarkibli B3 markali chelyabinsk koʻmiri ishchi  
massasining quyi va yuqori yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^u = 13\,997 \text{ kJ/kg}$ ;  $Q_{\text{yo}}^u = 15\,077 \text{ kJ/kg}$ .

**3.10.-masala.** YOnuvchi massasi  $S^{\text{yo}} = 78,5 \%$ ;  $N^{\text{yo}} = 5,6 \%$ ;  $S_{\text{it}}^{\text{e}} = 0,4 \%$ ;  
 $N^{\text{yo}} = 2,5 \%$ ;  $O^{\text{yo}} = 13,0 \%$  tarkibli D markali kuznetsk koʻmirining ishchi  
massasining quyi va yuqori yonish issiqligini aniqlang. Quruq massaning kulliligi  
 $A^s = 18,0 \%$  va ishchi namligi  $W^i = 14,0 \%$ .

**Echish:** 3.1-jadvaldagi oʻtish koeffitsientlaridan foydalanib, ishchi  
massaning kulliligini:

$$A^u = A^{\kappa} \frac{100 - W^u}{100} = 18 \frac{100 - 14,0}{100} = 15,5\%$$

va ishchi massa tarkibini aniqlaymiz:

$$C^u = C^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 78,5 \frac{100 - (15,5 + 14,0)}{100} = 55,34\%;$$

$$H^u = H^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 5,6 \frac{100 - (15,5 + 14,0)}{100} = 3,95\%;$$

$$S^u = S^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 0,4 \frac{100 - (15,5 + 14,0)}{100} = 0,28\%;$$

$$N^u = N^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 2,5 \frac{100 - (15,5 + 14,0)}{100} = 1,76\%;$$

$$O^u = O^{\varepsilon} \frac{100 - (A^u + W^u)}{100} = 13,0 \frac{100 - (15,5 + 14,0)}{100} = 9,16\%.$$

ishchi massasining quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan:

$$Q_{\kappa}^u = 338S^i + 1025N^i - 108,5(O^i - S^u) - 25W^i = 338 \cdot 55,34 + 10,25 \cdot 3,95 - 108,5 \cdot (9,16 - 0,28) - 25 \cdot 14 = 21440 \text{ kDj/kg}.$$

va yuqori yonish issiqligini (3.9) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_{\iota}^u = Q_{\kappa}^u + 225H^i + 25W^i = 21440 + 225 \cdot 3,95 + 25 \cdot 14,0 = 22679 \text{ kDj/kg}.$$

**Javob:**  $Q_{\kappa}^u = 21440 \text{ kDj/kg}$ ;  $Q_{\iota}^u = 22679 \text{ kDj/kg}$ .

**3.11.-masala.** YOnuvchi massaning quyi yonish issiqligi  $Q_{\kappa}^{\varepsilon} = 33 \ 170$  kDj/kg, quruq massaning kulliligi  $A^q = 25,0 \%$  va ishchi namligi  $W^i = 8,0 \%$  bo'lgan G markali donetsk ko'miri uchun ishchi va quruq massaning quyi yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^u = 22024 \text{ kDj/kg}$ ;  $Q_{\kappa}^k = 24157 \text{ kDj/kg}$ .

**3.12.-masala.** Ishchi massaning quyi yonish issiqligi  $Q_{\kappa}^u = 26 \ 180 \text{ kJ/kg}$ , quruq massaning kulliligi  $A^q = 18,0 \%$  va ishchi namligi  $W^i = 6,5 \%$  bo'lgan T markali kuznetsk ko'mirining yonuvchi va quruq massasining quyi yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^{\varepsilon} = 34 \ 345 \text{ kDj/kg}$ ;  $Q_{\kappa}^k = 28 \ 174 \text{ kDj/kg}$ .

**3.13.-masala.**  $Q_{\kappa}^u = 19680$  kDj/kg;  $N^i = 3,6$  %;  $A^i = 31,0$  %,  $W^i = 6,0$  % kattalikka ega G markali kizelov ko‘mirining yonuvchi va quruq massasining yuqori yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^k = 21\,961$  kDj/kg;  $Q_{\text{yo}}^{\text{e}} = 32\,635$  kDj/kg.

**3.14.-masala.**  $Q_{\kappa}^{\text{e}} = 36\,848$  kDj/kg;  $N^i = 2,7$  %;  $A^i = 46,0$  %,  $W^i = 11,5$  % i  $(\text{SO}_2)_{\kappa}^u = 16,4$  % kattalikka ega leningrad slanetsi ishchi massasining quyi va yuqori yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^u = 9337$  kDj/kg;  $Q_{\text{yo}}^u = 10232$  kDj/kg.

**3.15.-masala.**  $Q_{\kappa}^u = 39272$  kDj/kg;  $N^i = 12,4$  %;  $A^i = 0,3$  %;  $W^i = 5,0$  % kattalikka ega yuqori oltingugurtli mazutning yonuvchi massasini quyi va yuqori yonish issiqligini aniqlang.

**Echish:** YOnuvchi massadagi vodorodning tarkibi 3.1-jadvaldagi o‘tish koeffitsientlaridan foydalanib topiladi:

$$H^{\text{e}} = H^u \frac{100}{100 - (A^u + W^u)} = 12,4 \frac{100}{100 - (0,3 + 5,0)} = 13,1\%.$$

(3.15) ifodadan yoqilg‘ining yonuvchi massasining quyi yonish issiqligini:

$$Q_{\kappa}^{\text{e}} = \frac{Q_{\kappa}^u + 25W^u}{100 - (A^u + W^u)} 100 = \frac{39272 + 25 \cdot 5,0}{100 - (0,3 + 5,0)} 100 = 41602 \text{ kDj/kg.}$$

(3.10) ifodadan yuqori yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_{\text{yo}}^{\text{e}} = Q_{\kappa}^{\text{e}} + 225N^{\text{yo}} = 41602 + 225 \cdot 13,1 = 44549 \text{ kDj/kg.}$$

**Javob:**  $Q_{\kappa}^k = 41602$  kDj/kg;  $Q_{\text{yo}}^{\text{e}} = 44549$  kDj/kg.

**3.16.-masala.**  $\text{CO}_2 = 0,8$  %;  $\text{CN}_4 = 84,5$  %;  $\text{S}_2\text{N}_6 = 3,8$  %;  $\text{S}_3\text{N}_8 = 1,9$  %;  $\text{S}_4\text{N}_{10}$

= 0,9 %;  $S_5N_{12} = 0,3$  %;  $N_2 = 7,8$  % tarkibli Saratov konining quruq tabiiy gazining quyi yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^k = 35799$  kDj/m<sup>3</sup>.

**3.17.-masala.**  $S^i = 37.3$  %;  $N^i = 2,8$  %;  $S_n^u = 1,0$  %;  $N^i = 0,9$  %;  $O^i = 10,5$  %;  $A^i = 29,5$  %;  $W^i = 18$  %, namlikni  $W^r = 20$  % gacha oshirganda, B3 markali CHelyabinsk ko‘mirining ishchi massasining quyi yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa}^u = 13542$  kDj/kg.

**3.18.-masala.** Qozonda  $3 \cdot 10^3$  kg D markali kuznetsk ko‘miri va  $7 \cdot 10^3$  kg T markali kuznetsk ko‘miri aralashmasi yoqiladi. D markali ko‘mirning quyi yonish issiqligi  $Q_{\kappa 1}^u = 22 825$  kJ/kg va T markali ko‘mirniki  $Q_{\kappa 1}^u = 26 180$  kJ/kg ga teng bo‘lganda aralashmaning quyi yonish issiqligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\kappa ap}^u = 25174$  kDj/kg.

**3.19.-masala.**  $Q_{\kappa}^u = 26865$  kJ/kg;  $N^i = 3,3$  %;  $S_n^u = 3,2$  %;  $A^i = 25,8$  % va  $W^i = 8,0$  % tarkibli T markali Donetsk ko‘mirining yuqori yonish issiqligi, keltirilgan namlik, keltirilgan kullilik, keltirilgan oltingugurtlik va issiqlik ekvivalentini aniqlang.

**Echish:** (3.9) ifodadan yoqilg‘i ishchi massaning yuqori yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_{\kappa 10}^k = 21 961 \text{ kDj/kg}; Q_{\kappa 10}^s = 32 635 \text{ kDj/kg.} = Q_{\kappa}^p + 225N^r + 25W^r = 2685 + 225 \cdot 3,3 + 25 \cdot 8 = 27807 \text{ kDj/kg.}$$

YOqilg‘ining keltirilgan namligini (3.25) ifodasidan topamiz:

$$W_{\kappa 21}^u = 4190 \frac{W^u}{Q_{\kappa}^u} = 4190 \frac{8}{26865} = 1,248 \text{ kg} \cdot \% \cdot 10^{-3} / \text{kDj}$$

YOqilg‘ining keltirilgan kulligini (3.24) ifodasidan topamiz:

$$A_{kel} = 4190 \frac{A^u}{Q_k^u} = 4190 \frac{25,8}{26865} = 4,02 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}.$$

YOqilg'ining keltirilgan oltingugurtligini (3.26) ifodasidan topamiz:

$$S_{kel} = 4190 \frac{S_l^u}{Q_k^u} = 4190 \frac{3,2}{26865} = 0,489 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}.$$

YOqilg'ining issiqlik ekvivalenti (3.23) ifodasidan topamiz:

$$E = Q_k^u / 29\,300 = 26865 / 29300 = 0,917.$$

**Javob:**  $Q_{io}^s = 27807 \text{ kJ/kg}$ ;  $W_{kel} = 1,248 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;

$A_{kel} = 4,02 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;  $S_{kel} = 0,489 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;  $E = 0,917$ .

**3.20.-masala.**  $S^r = 54,7 \%$ ;  $N^r = 3,3 \%$ ;  $Q_n^p = 0,8 \%$ ;  $N^r = 0,8 \%$ ;  $O^r = 4,8 \%$ ;  $A^r = 27,6 \%$  i  $W^p = 8,0 \%$  tarkibli K markali Qarag'anda ko'mirning ishchi massasining yuqori yonish issiqligi, ko'mirning keltirilgan namlik va kulliligini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{io}^u = 22\,270 \text{ kJ/kg}$ ;  $W_{kel} = 1,57 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;

$A_{kel} = 5,4 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ .

**3.21.-masala.** YOnuvchi massasi tarkibi  $S^{yo} = 71,0 \%$ ;  $N^{yo} = 4,3 \%$ ;  $S_n^s = 0,6 \%$ ;  $N^{yo} = 1,1 \%$ ;  $O^{yo} = 23,0 \%$ , quruq massaning kulliligi  $A^q = 15,0 \%$  va ishchi namligi  $W^i = 37,5 \%$  bo'lgan B2 markali Raychinxinsk ko'mirning keltirilgan namlik, oltingugurtlik va kulliligini, issiqlik ekvivalentini aniqlang.

**Javob:**  $W_{kel} = 12,8 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;  $A_{kel} = 3,1 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;  $S_{kel} = 0,1 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;  $E = 0,43$ .

**3.22.-masala.** Qozonxona omborxonasida yonuvchi massasi tarkibi  $S^{yo} = 76,0$

%;  $N^{yo} = 3,8 \%$ ;  $S_n^e = 2,5 \%$ ;  $N^{yo} = 0,4 \%$ ;  $O^{yo} = 17,3 \%$ ; quruq massaning kulliligi  $A^q = 20,0 \%$  va ishchi namligi  $W^i = 34,5 \%$  bo'lgan B2 markali  $60 \cdot 10^3$  kg Angren ko'miri bor. Ko'mir zahirasini kg shartli yoqilg'ida toping.

**Javob:**  $V_{sh} = 28\ 315$  kg.

**3.23.-masala.**  $3 \cdot 10^6$  kg B2 markali Podmoskovnogo ko'mirini transportirovkasida namligi  $W_1^u = 32 \%$  dan  $W_2^u = 35 \%$  gacha ortdi.  $W_1^u = 32 \%$  da ishchi massaning quyi yonish issiqligi.  $Q_k^n = 10\ 435$  kDj/kg ga teng bo'lganda namlik ortishida shartli yoqilg'ini yuqolishini aniqlang.

**Javob:**  $V_{sh} = 58\ 460$  kg.

**3.24.-masala.** Turli O'txonalar o'rnatilgan qozonxonaga T markali  $80 \cdot 10^3$  kkg Donetsk ko'miri  $S^i = 62,7\%$ ;  $N^i = 3,1 \%$ ;  $S_n^u = 2,8 \%$ ;  $N^i = 0,9 \%$ ;  $O^i = 1,7 \%$ ;  $A^i = 23,8 \%$ ;  $W^i = 5,0 \%$  tarkibda va A markali  $90 \cdot 10^3$  kg Donetsk ko'miri  $S^i = 63,8 \%$ ;  $N^i = 1,2 \%$ ;  $S_n^u = 1,7 \%$ ;  $N^i = 0,6 \%$ ;  $O^i = 1,3 \%$ ;  $A^i = 22,9 \%$ ;  $W^i = 8,5 \%$  tarkibda keltirildi. Agar T markali ko'mirda ishlaydigan o'txonalar  $2,5 \cdot 10^3$  kg/s, A markali ko'mirda ishlaydigan o'txonalar  $2,8 \cdot 10^3$  kg/s shartli yoqilg'i sarflasa, o'txonalarning ish vaqtini aniqlang.

**Echish:** T markali Donetsk ko'mirining ishchi massasi quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_{k1}^n = 338S^i + 1025N^i - 108,5(O^i - S_n^u) - 25W^i = 338 \cdot 62,7 + 1025 \cdot 3,1 - 108,5(1,7 - 2,8) - 25 \cdot 5,0 = 24365 \text{ kDj/kg.}$$

T markali  $50 \cdot 10^3$  kg Donetsk ko'mirining shartli yoqilg'i massasini (3.22) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_{sh1} = V_I E = V_I Q_{k1}^n / 29\ 300 = 80 \cdot 10^3 \cdot 24\ 365 / 29\ 300 = 66,52 \cdot 10^3 \text{ kg.}$$

T markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan o'txonaning ish vaqtini

aniqlaymiz:

$$\tau_1 = V_{sh1}/(2 \cdot 10^3) = 66,52 \cdot 10^3/(2,5 \cdot 10^3) = 26,61 \text{ s.}$$

A markali Donetsk ko'mirining ishchi massasi quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_{\kappa 2}^n = 338S^i + 1025N^i - 108,5 (O^i - S_n^n) - 25 W^i = 338 \cdot 63,8 + \\ + 1025 \cdot 1,2 - 108,5 (1,3 - 1,7) - 25 \cdot 8,5 = 22\,625 \text{ kDj/kg.}$$

A markali  $60 \cdot 10^3$  kg Donetsk ko'mirining shartli yoqilg'i massasini (3.22) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_{sh2} = V_2 Q_{\kappa 2}^n / 29\,300 = 90 \cdot 10^3 \cdot 22\,625 / 29\,300 = 69,5 \times 10^3 \text{ kg.}$$

A markali Donetsk ko'mirini o'txonalarining ish vaqtini aniqlaymiz:

$$\tau_2 = V_{sh2}/(2,3 \cdot 10^3) = 69,5 \cdot 10^3 / (2,3 \cdot 10^3) = 24,82 \text{ ch.}$$

**Javob:**  $\tau_2 = 24,82 \text{ s.}$

**3.25.-masala.** Ikkita qozonxona turli xil yoqilg'ilarida bir xil ishlaydi. Birinchisi  $S^i = 68,6 \%$ ;  $N^i = 3,1 \%$ ;  $S_n^p = 0,4 \%$ ;  $N^i = 1,5 \%$ ;  $O^i = 3,1 \%$ ;  $A^i = 16,8 \%$ ;  $W^i = 6,5 \%$  tarkibli T markali  $10 \cdot 10^3$  kg/s kuznetsk ko'miri va ikkinchisi  $S^i = 58,7 \%$ ;  $N^i = 4,2 \%$ ;  $S_n^p = 0,3 \%$ ;  $N^i = 1,9 \%$ ;  $O^i = 9,7 \%$ ;  $A^i = 13,2 \%$ ;  $W^i = 12,0 \%$  tarkibli D markali  $6 \cdot 10^3$  kg/s Kuznetsk ko'mirini yoqadi. Qurilmalarda shartli yoqilg'i miqdoriga sarf ekvivalent bo'lishini aniqlang.

**Javob:**  $B_{sh1} = 9000 \text{ kg/s}$ ;  $V_{sh2} = 4674 \text{ kg/s.}$

**3.26.-masala.** Qozonxonada  $S^i = 55,2 \%$ ;  $N^i = 3,8 \%$ ;  $S_n^n = 3,2 \%$ ;  $N^i = 1,0$

%;  $O^i = 5,8 \%$ ;  $A^i = 23,0 \%$ ;  $W^i = 8,0 \%$  tarkibli G markali  $10^6$  kg donetsk ko‘miri 10 soatda yoqiladi. Qozonxona soatbay iste‘molini shartli yoqilg‘ida aniqlang.

**Javob:**  $V_{sh} = 75\ 170$  kg/s.

### 3.3. Havoning hajmi. YOnish mahsulotlarining hajmi va massasi

Havoning hajmi, yonish mahsulotlarining hajmi va massasi normal sharoitda 1 kg qattiq, suyuq yoki  $1\ m^3$  quruq gazsimon yoqilg‘iga nisbatan aniqlanadi.

YOqilg‘ini yonishi uchun kerak bo‘lgan havoning hajmi. 1 kg qattiq yoki suyuq yoqilg‘ini to‘liq yonishi uchun quruq havoning ( $m^3/kg$ ) nazariy hajmi (O‘txonada havoning ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_t = 1$  bo‘lganda) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V^0 = 0,089S^i + 0,226N^i + 0,033 (S_n^m - O^i). \quad (3.27)$$

$1\ m^3$  gazsimon yoqilg‘ini to‘liq yonishi uchun quruq havoning ( $m^3/m^3$ ) nazariy hajmi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V^0 = 0,0478 [0,5 (SO + N^2) + 1,5H_2S + 2SN_4 + \Sigma \times (m + n/4) C_mH_n - O_2]. \quad (3.28)$$

(3.27) ifodada yoqilg‘i elementlari tarkibi 1 kg yoqilg‘i massasiga nisbatan foizlarda, (3.28) da esa SO,  $N_2$ ,  $H_2S$ ,  $SN_4$  va b. yonuvchi gazlarning tarkibi hajmga nisbatan foizlarda ifodalanadi.

Ikki qattiq, suyuq ili gazsimon yoqilg‘i aralashmalari yonishi uchun quruq havoning nazariy hajmi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V_{ap}^o = b_1V_1^0 + (1 - b_1)V_2^0. \quad (3.29)$$



bu erda  $b_I$  – aralashmadagi bir yoqilg'ining massaviy ulushi.

O'txonaqa kirayotgan havoning haqiqiy hajmi ( $m^3/kg$ ,  $m^3/m^3$ ) quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$V_h = \alpha_t V^o, \quad (3.30)$$

bu erda  $\alpha_t$  – O'txonadagi ortiqcha havo koeffitsienti.

YOqilg'i yonish mahsuloti tarkibi va hajmi. YOqilg'i to'liq yonishida yonish mahsulotlari tarkibi  $SO_2$ ,  $SO_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  gazlari va suv bug'i  $N_2O$  va boshqalardan iborat bo'ladi, to est

$$SO_2 + SO_2 + N_2 + O_2 + N_2O = 100 \ %.$$

YOnish mahsulotlarining to'liq hajmi  $V_t$  ( $m^3/kg$ ) quruq gazlarni  $V_{q.g}$  bilan suv bug'lari  $V_{n_2o}$  hajmlari yig'indisidan kelib chiqadi:

$$V_t = V_{q.g} + V_{n_2o}, \quad (3.31)$$

bunda

$$V_{q.g} = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{O_2},$$

bu erda  $V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2}$  – uch atomli gazlarning hajmi,  $m^3/kg$ ;

$V_{N_2} + V_{O_2}$  – ikki atomli gazlarning hajmi,  $m^2/kg$ .

Qattiq (slanetslardan tashqari) va suyuq yoqilg'ilarning  $\alpha_t = 1$  bo'lganda yoqilg'i to'liq yonishidagi nazariy hajmi ( $m^3/kg$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

ikki atomli gazlarning hajmi

$$V_{N_2}^o = 0,79V^o + 0,8N^p / 100; \quad (3.32)$$

uch atomli gazlarning hajmi

$$V_{RO_2} = 0,0187(C^p + 0,375S_n^p); \quad (3.33)$$

quruq gazlarning hajmi

$$V_{cr}^0 = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 = 0,0187(C^p + 0,375S_n^0) + 0,79V^0 + 0,8N^p / 100; \quad (3.34)$$

Suv bug'larining hajmi

$$V_{N_2O}^0 = 0,0124(9H^p + W^p) + 0,0161V^p; \quad (3.35)$$

YOnish mahsulotlarining to'liq hajmi

$$V_r^0 = V_{cr}^0 + V_{H_2O}^0 = 0,0187(C^p + 0,375S_n^0) + 0,79V^0 + 0,8N^p / 100 + \\ + 0,0124(9H^p + W^p) + 0,0161V^0; \quad (3.36)$$

Slanetslar uchun uch atomli gazlarning hajmi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V_{RO_{2k}} = V_{RO_2} + [0,509(CO_2)_k^p / 100]K = 0,0187(C^p + 0,375S_n^p) + [0,509(CO_2)_k^p / 100]K, \quad (3.37)$$

bu erda  $K$  – karbonatlarni parchalanish koeffitsienti: [] ga muvofiq qatlamli yoqishda  $K = 0,7$ , kameralida - 1,0.

Gazsimon yoqilg'ilar uchun  $\alpha_t = 1$  da yonish mahsulotlarining to'liq hajmi ( $m^3/m^3$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

ikki atomli gazlarning hajmi

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + N_2 / 100; \quad (3.38)$$

uch atomli gazlarning hajmi

$$V_{RO_2} = 0,01 [SO_2 + SO + H_2S + \Sigma mC_mH_n]; \quad (3.39)$$

quruq gazlarning hajmi

$$V_{cr}^0 = V_{RO_2} + V_{N_2}^0; \quad (3.40)$$

Suv bug'larining hajmi

$$V_{H_2O}^0 = 0,01[H_2S + N_2 + \Sigma (n/2)C_mH_n + 0,124d_g] + 0,0161V^0. \quad (3.41)$$

bu erda  $d_g - 1 \text{ m}^3$  quruq gazga nisbatan olingan gazsimon yoqilg'ining namligi,  $\text{g}/\text{m}^3$ ;

ʻnish mahsulotlarining to'liq hajmi

$$V_r^0 = V_{cr}^0 + V_{H_2O}^0. \quad (3.42)$$

Qattiq (slanetslardan tashqari) va suyuq yoqilg'ilarning  $\alpha_t > 1$  bo'lganda yoqilg'i to'liq yonishidagi nazariy hajmi ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

quruq gazlar hajmi

$$V_{c.g} = V_{cr}^0 + (\alpha_t - 1)V^0 = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + (\alpha_t - 1)V^0; \quad (3.43)$$

Suv bug'lari hajmi

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 (\alpha_t - 1) V^0; \quad (3.44)$$

(3.31) ifoda bilan yonish mahsulotlarining to'liq hajmi aniqlanadi.

$\alpha_t > 1$  da slanetslar uchun yonish mahsulotlarining to'liq hajmi ( $m^3/kg$ ):

$$V_{g:k} + V_{RO_2k} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} = V_{RO_2k} + V_{N_2}^0 + 0,0124 (9H^p + W^p) + 0,0161\alpha_T V^0 \quad (3.45)$$

Quruq gazlarda  $CO_2$ ,  $SO_2$  va  $RO_a$  larning tarkibi (%) yoqilg'i to'liq yonishida quyidagicha aniqlanadi:

$$CO_2 = (V_{CO_2} / V_{c.r}) 100; \quad (3.46)$$

$$SO_2 = (V_{SO_2} / V_{c.r}) 100; \quad (3.47)$$

$$RO_2 = (V_{RO_2} / V_{c.r}) 100. \quad (3.48)$$

YOqilg'i to'liq yonishida  $RO_2^{max}$  uch atomli gazlarning maksimal tarkibi (%) quyidagicha aniqlanadi:

$$RO_2^{max} = 21 / (1 + \beta), \quad (3.49)$$

bu erda  $\beta$  – yoqilg'i xarakteristikasi;

qattiq va suyuq uchun

$$\beta = 2,35 (N^r - 0,1260 + 0,04N^p) / (C^p + 0,375 S_n^p); \quad (3.50)$$

gazsimon uchun

$$\beta = 0,21 \frac{0,0N_2 + 0,79V^0}{V_{RO_2}} - 0,79. \quad (3.51)$$

YOqilg'i to'liq yonishida quruq gazlarda azot  $N_2$  va kislorod  $O_2$  ning tarkibi (%):

$$N_2 = 100 - RO_2 - O_2; \quad (3.52)$$

$$O_2 = 21 - \beta RO_2 - RO_2. \quad (3.53)$$

YOnish mahsulotlari massasi:

qattiq (slanetslardan tashqari) va suyuq yoqilg'ilar uchun (kg/kg)

$$M_g = 1 - 0,01A^p + 1,306\alpha_T V^0; \quad (3.54)$$

gazsimon uchun yoqilg'ilar uchun (kg/ m<sup>3</sup>)

$$M_l = \rho_{r,t}^c + 0,001d_{g,t} + 1,306\alpha_t V^0, \quad (3.55)$$

bu erda  $\rho_{r,t}^c$  - quruq gaz zichligi, kg/m<sup>3</sup>;

$d_{g,t}$  - yoqilg'ida namlikning tarkibi, kg/m<sup>3</sup>;

slanetslar uchun (kg/kg)

$$M_{g,k} = 1 - 0,01 A_k^p + 1,306\alpha_t V^0 + 0,01 (SO_2)_k^p K, \quad (3.56)$$

bu erda  $A_k^p$  - parchalanmagan karbonatlarni hisobga olgan holda yoqilg'ida kulning hisob tarkibi, %;

$K$  - karbonatlarni parchalanish koeffitsienti: [] ga muvofiq qatlamli yoqishda  $K = 0,7$ , kameralida –  $1,0$  ga teng.

Parchalanmagan karbonatlarni hisobga olgan holda yoqilg'ida kulning hisob tarkibi (%):

$$A_{\kappa}^u = A^i + (1 - K) (\text{SO}_2)_{\kappa}^u. \quad (3.57)$$

YOnish mahsulotlaridagi kulning konsentratsiyasi qattiq yoqilg'ilar uchun quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\mu_{3l} = A^f a_{ol.ket} / (100 / M_g), \quad (3.58)$$

bu erda  $a_{un}$  – yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilhi kulining ulushi.

O'chokdagi ortiqcha havo koefitsienti. YOqilg'ining to'liq yonishidagi o'txonadagi ortiqcha havo koefitsienti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\alpha_y = 21 / \left( 21 - 79 \frac{O_2}{N_2} \right). \quad (3.59)$$

bu erda  $O_2$  va  $N_2$  – gazlardagi kislorod va azotning tarkibi, %.

**3.27-masala.**  $SO_2 = 0,3\%$ ;  $SN_4 = 97,2\%$ ;  $S_2N_6 = 0,5\%$ ;  $S_3N_8 = 0,5\%$ ;  $C_4H_{10} = 0,5\%$ ;  $N_2 = 1,0\%$  tarkibli  $1 \text{ m}^3$  Stavropolskogo tabiiy gazining to'liq yonishida O'txonadan chiqishdagi to'lik yonishdagi mahsulotlarning hajmi, havoning nazariy va haqiqiy hajmini aniqlang. O'txonadagi havoning ortiqchalik koefitsienti  $\alpha_o = 1,4$ .

**Echish:**  $1 \text{ m}^3$  yoqilg'ini to'liq yonishida zarur bo'lgan havoning nazariy hajmini (3.28) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} V^o &= 0,0478 [0,5SO + 0,5N_2 + 1,5H_2S + 2SN_4 + \Sigma \times (t + n/4) S_m N_n - O_2] = \\ &= 0,0478 (2 \cdot 97,2 + 3,5 \cdot 0,5 + 5 \cdot 0,5 + 6,5 \cdot 0,5) = 9,65 \text{ m}^3/\text{m}^3. \end{aligned}$$

Havoning haqiqiy hajmini (3.30) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_h = \alpha_o \cdot V^o = 1,4 \cdot 9,55 = 13,51 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

$\alpha_o = 1,4$  da quruq gazlarning hajmi (3.43) ifodadan topamiz:

$$\begin{aligned} V_{q.g} &= V_{RO_2} + V_{N_2}^o + (\alpha_t - 1) V^o - 0,01 (SO_2 + SO + H_2S + SN_4 + 2S_2N_6 + \\ &+ 3S_3N_8 + 4S_4N_{10}) + 0,79V^o + N_2/100 + (\alpha_t - 1) V^o = 0,01 (0,3 + 97,2 + \\ &+ 2 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,5) + 0,79 \cdot 9,65 + 1,0/100 + (1,4 - 1)9,65 = \\ &= 10,51 \text{ m}^3/\text{m}^3. \end{aligned}$$

$\alpha_o = 1,4$  da suv bug'larining hajmi (3.44) ifodadan topamiz:

$$\begin{aligned} V_{H_2O} &= 0,01 (H_2S + N_2 + 2SN_4 + 3S_2N_6 + 4S_3N_8 + 5C_4H_{10} + 0,124d_r) + \\ &+ 0,0161\alpha_T V^o = 0,01 (2 \cdot 97,2 + 3 \times 0,5 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,5) + \\ &+ 0,0161 \cdot 1,4 \cdot 9,65 = 2,16 \text{ m}^3/\text{m}^3. \end{aligned}$$

To'liq yonishda mahsulotlarning hajmi (3.31) ifodadan aniqlanadi:

$$V_g = V_{c.g} + V_{H_2O} = 10,51 + 2,16 = 12,67 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

**Javob:**  $V_g = 12,67 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ;  $V^o = 9,65 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ;  $V_h = 13,51 \text{ m}^3/\text{m}^3$ .

**3.28-masala.**  $S^r = 55,2 \%$ ,  $N^r = 3,6\%$ ;  $S^p = 1,0\%$ ;  $N^p = 1,0\%$ ;  $O^p = 5,2\%$ ;  $A^r = 25,6\%$ ;  $W^r = 8,4\%$  tarkibli 1 kg K markali Qarag'anda ko'mirining to'liq yonishida O'txonadan chiqishdagi mahsulotlarning hajmini aniqlang. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,2$ .

**Echish:** 1 kg yoqilg'ini to'liq yonishida zarur bo'lgan havoning nazariy

hajmini (3.27) ifodadan aniqlaymiz:

$$V^{\circ} = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_n^p - O^r) = 0,089 \cdot 55,2 + 0,266 \cdot 3,6 + \\ + 0,033 (1,0 - 5,2) = 5,73 \text{ m}^2/\text{kg}.$$

$\alpha_{o'}$  = 1,2 da quruq gazlarning hajmi (3.43) ifodadan topamiz:

$$V_{c.g} = V_{RO_2} + V_{N_2}^{\circ} + (\alpha_t - 1) V^{\circ} = 0,0187 H(C^p + 0,375 S_n^p) + 0,79V^{\circ} + \\ + 0,8N^p/100 + (\alpha_t - 1) V^{\circ} = 0,0187 (55,2 + 0,375 \cdot 1,0) + 0,79 \cdot 5,73 + \\ + 0,8 \cdot 1,0/100 + (1,2 - 1) 5,73 = 6,72 \text{ m}^2/\text{kg}.$$

$\alpha_{o'}$  = 1,2 da suv bug'larining hajmi (3.44) ifodadan topamiz:

$$V_{H_2O} = 0,0124 (9N^r + W^r) + 0,0161\alpha_t V^{\circ} = 0,0124 \times (9 \cdot 3,6 + 8,4) + \\ + 0,0161 \cdot 1,2 \cdot 5,73 \approx 0,62 \text{ m}^2/\text{kg}.$$

To'liq yonishda maxsulotlarning hajmi (3.31) ifodadan aniqlanadi:

$$V_g = V_{s.g} + V_{H_2O} = 6,72 + 0,62 = 7,34 \text{ m}^2/\text{kg}.$$

**Javob:**  $V_g = 7,34 \text{ m}^2/\text{kg}$ .

**3.29.-masala.**  $S^r = 55,2 \%$ ;  $N^r = 3,8\%$ ;  $S_n^p = 3,2\%$ ;  $N^r=1,0\%$ ;  $O^p = 5,8\%$ ;  $A^r = 23,0\%$ ;  $W^p = 8,0\%$  tarkibli 1000 kg G markali Donetsk ko'mirini qatlamli yoqish uchun havoning nazariy va haqiqiy hajmini aniqlang. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'} = 1,3$ .

*Javob:*  $V^{\circ}=5830 \text{ m}^3$ ;  $V_d = 7579 \text{ m}^3$ .

**3.30.-masala.**  $S^r = 45,0\%$ ;  $N^r = 2,6\%$ ;  $S_n^p = 1,7\%$ ;  $N^r = 0,4\%$ ;  $O^p = 9,9\%$ ;  $A^r = 11,4\%$ ;  $W^r = 29,0\%$  tarkibli 800 kg/soat BZ markali lenger ko'miri i:  $S^r = 43,4\%$ ;



$N^r = 2,9\%$ ;  $S_n^p = 0,8\%$ ;  $N^r = 0,8\%$ ;  $O^r = 7,0\%$ ;  $A^r = 38,1\%$ ;  $W^r = 7,0\%$  tarkibli 500 kg/s B3 markali ekibastuz ko‘mirini yoqish uchun zarur bo‘lgan havo hajmini aniqlang. O‘txona kamerasida havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,4$  va  $1,3$ .

**Javob:**  $V_d = 7823 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.31.-masala.**  $SO_2=0,5\%$ ;  $SN_4 = 92,8\%$ ;  $S_2N_6 = 2,8\%$ ;  $S_3N_8 = 0,9\%$ ;  $S_4N_{10}=0,4\%$ ;  $C_5H_{12}=0,1\%$ ;  $N_2 = 2,5\%$  tarkibli 2000  $\text{m}^3/\text{s}$  Stavropol tabiiy gazi va 1000  $\text{m}^3/\text{ch}$  prirodnogo gaza Leningradskogo mestorojdeniya sostava:  $SO_2 = 0,1\%$ ;  $SN_4 = 89,7\%$ ;  $S_2N_6 = 5,2\%$ ;  $S_3N_8 = 1,7\%$ ;  $S_4N_{10} = 0,5\%$ ;  $S_5H_{12} = 0,1\%$ ;  $N_2 = 2,7\%$  tarkibli 1000  $\text{m}^3/\text{s}$  Leningrad tabiiy gazini yoqish uchun zarur havoning nazariy va haqiqiy hajmini aniqlang.

O‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,15$  va  $1,1$ .

**Javob:**  $V^o = 29\,360 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $V_d = 33\,264 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.32.-masala.**  $S^g = 78,5\%$ ;  $N^g = 5,6\%$ ;  $S_n^r = 0,4\%$ ;  $N^g = 2,5\%$ ;  $O^g=13,0\%$ , quruq massa kulliligi  $A^i = 15,0\%$  va ishchi namligi  $W^i = 12,0\%$  tarkibli 2000 kg D markali Kuznetsk ko‘mirini qatlamli yoqish uchun zarur havoning nazariy va haqiqiy hajmini aniqlang. O‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,3$ .

**Javob:**  $V^o = 12\,040 \text{ m}^3$ ;  $V_d = 15\,652 \text{ m}^3$ .

**3.33.-masala.**  $S^g = 74,0\%$ ;  $N^g = 9,5\%$ ;  $S_n^r = 6,1\%$ ;  $N^g = 0,4\%$ ;  $O^g = 10,0\%$ ;  $A^r = 46,0\%$ ;  $W^r = 11,5\%$  i  $(SO_2)_k^p = 16,4\%$  tarkibli 1500 kg leningrad slanetsini qatlamli yoqish uchun zarur havoning nazariy va haqiqiy hajmini aniqlang.

**Javob:**  $V^o = 3765 \text{ m}^3$

**3.34.-masala.** Qozon o‘chog‘ida  $C_1^p = 58,7\%$ ;  $H_1^p = 4,2\%$ ;  $(S_n^p)_1 = 6,3\%$ ;  $N_1^p = 1,9\%$ ;  $O^r = 9,7\%$ ;  $A_1^p = 13,2\%$ ;  $W_1^p = 12,0\%$  tarkibli  $2 \cdot 10^3$  kg D markali kuznetsk ko‘miri va  $Q_2^p = 66,0\%$ ;  $H_2^p = 4,7\%$ ;  $(S_n^p)_2 = 0,5\%$ ;  $N_2^p = 1,8\%$ ;  $O_2^p = 7,5\%$ ;  $A_2^p = 11,0\%$ ;  $W_2^p = 8,5\%$  tarkibli  $3 \cdot 10^3$  kg G markali kuznetsk ko‘mirini aralashmasini yoqish uchun quruq havoning nazariy hajmi aniqlansin.

**Javob:**  $V_{cm}^o = 32\,700 \text{ m}^3$ .

**3.35.-masala.** Qozon o‘chog‘ida  $S^r = 59,6\%$ ;  $N^r = 3,8\%$ ;  $S_n^p = 0,8\%$ ;  $N^r =$

1,3%;  $O^p = 5,4\%$ ;  $A^r = 23,6\%$ ;  $W^r = 5,5\%$  tarkibli J markali Vorkuta ko'miri yoqiladi. YOqilg'ini tuliq yoqilishida quruq havoning hajmi aniqlansin. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}$  = 1,3.

**Javob:**  $V_{s,g} = 7,84 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

**3.36.-masala.**  $S^r = 24,7\%$ ;  $N^r = 2,6\%$ ;  $S_n^p = 0,1\%$ ;  $N^p = 1,1\%$ ;  $O^r = 15,2\%$ ;  $A^r = 6,3\%$ ;  $W^r = 50,0\%$  tarkibli  $10^3 \text{ kg/s}$  frezer torfi qatlamida to'liq yonishida suv bug'larining hajmi aniqlansin. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}$  = 1,35 va 1,4.

**Javob:**  $V_{H_2O} = 963 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $V_{H_2O} = 965 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.37.-masala.** Qozon o'chog'ida  $SO_2 = 0,2\%$ ;  $SN_4 = 983\%$ ;  $C_2H_6 = 0,2\%$ ;  $S_3N_8 = 0,1\%$ ;  $N_2 = 1,0\%$  tarkibli  $600 \text{ m}^3$  Uger tabiiy gazi yoqiladi. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}$  = 1,15 da yonish mahsulotlarining hajmi aniqlansin.

**Javob:**  $V_g = 7210 \text{ m}^3$ .

**3.38.-masala.**  $S^g = 78,5\%$ ;  $N^g = 5,6\%$ ;  $S_n^r = 0,4\%$ ;  $N^g = 2,5\%$ ;  $O^g = 13,0\%$ ; quruq massa kulliligi  $A^q = 15,0\%$  va ishchi namligi  $W^p = 12,0\%$  tarkibli  $800 \text{ kg}$  D markali kuznetsk ko'miri qatlamida to'liq yonishda hosil bo'ladigan quruq gazlarning hajmi aniqlansin. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}$  = 1,3.

**Javob:**  $V_{q,g} = 6141 \text{ m}^3$ .

**3.39.-masala.**  $S^r = 62,9\%$ ;  $N^r = 3,6\%$ ;  $S_n^p = 3,2\%$ ;  $N^p = 1,3\%$ ;  $O^p = 1,9\%$ ;  $A^r = 21,8\%$ ;  $W^p = 5,3\%$  tarkibli 1 lp T markali donetsk ko'mirini to'liq yonishida ajraladigan 2 va 3 atomli gazlar va  $SO_2$  va  $SO_2$  quruq gazlarning hajmini aniqlang. Tutun gazlari to'liq yonishida  $RO_2^{\text{max}} = 16,8\%$  ni tashkil etadi.

**Echish:** 3 atomli gazlarning hajmini (3.33) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} = 0,0187 (C^p + 0,375 S_n^p) = 0,0187 \times \\ \times (62,9 + 0,375 \cdot 3,2) \approx 1,20 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Quruq gazning hajmini (3.48) ifodadan aniqlaymiz:

$$C_{c.r} = \frac{V_{RO_2}}{RO_2^{\max}} 100 = \frac{1,20}{16,8} 100 = 7,14 \text{ m}^3/\text{kg}$$

2 atomli gazlarning hajmi

$$V_{R_2} = V_{s.g} - V_{RO_2} = 7,14 - 1,20 = 5,94 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Quruq gazdagi  $SO_2$  tarkibi (3.46)dan aniqlanadi:

$$CO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{c.r}} 100 = \frac{0,0187 C^p}{V_{c.r}} 100 = \frac{0,0187 \cdot 62,9}{7,14} 100 \approx 16,5\%$$

Quruq gazdagi  $SO_2$  tarkibi (3.47)dan aniqlanadi:

$$SO_2 = \frac{V_{SO_2}}{V_{c.r}} 100 = \frac{0,0187 \cdot 0,375 S_a^p}{V_{c.r}} 100 = \frac{0,0187 \cdot 0,375 \cdot 3,2}{7,14} 100 = 0,315\%.$$

**Javob:**  $CO_2 = 16,5 \%$ ;  $SO_2 = 0,315 \%$ .

**3.40.-masala.**  $S^r = 45,4\%$ ;  $N^r = 3,5\%$ ;  $S_a^p = 1,3\%$ ;  $N^r = 0,9\%$ ;  $O^r = 8,9\%$ ;  $A^r = 27,0\%$ ;  $W^r = 13,0\%$  tarkibli 1 kg G markali Tikbul ko'mirini to'liq yonishida 3 atomli gaz va ulardagi  $SO_2$  va  $SO_2$  ning tarkibini aniqlang. Tutun gazlari uchun  $RO_2^{\max} = 18,7\%$  ni tashkil etadi.

**Javob:**  $V_{RO_2} = 0,86 \text{ m}^3/\text{kg}$ ;  $SO_2 = 18,5\%$ ,  $SO_2 = 0,2\%$ .

**3.41.-masala.**  $S^r = 24,7\%$ ;  $N^r = 2,6\%$ ;  $S_a^p = 0,1\%$ ;  $N^r = 1,1\%$ ;  $O^r = 15,2\%$ ;  $A^r = 6,3\%$ ;  $W^r = 50,0\%$  tarkibli 1000 kg frezer torfi yonishida ajralgan quruq tutun

gazlarining hajmini aniqlang. Tutun gazlarining to'liq yonishida  $RO_2=15,0\%$  va o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}=1,3$  ni tashkil etadi.

**Javob:**  $V_{c.g} = 3066 \text{ m}^3$ .

**3.42.-masala.** O'txonada  $S^r=55,2\%$ ;  $N^r=3,8\%$ ;  $S_a^p=3,2\%$ ;  $N^r=1,0\%$ ;  $O^r=5,8\%$ ;  $A^r=23,0\%$ ;  $W^r=8,0\%$  tarkibli  $5 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  Donetsk ko'miri yoqiladi. YOqilg'ini to'liq yonishida tutun gazlarida  $RO_2$  16 dan 14% ga kamayishi ma'lum bo'lsa, yochoqqa beriladigan havo hajmi qanchaga ortadi.

**Javob:**  $V_B = 5949 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.43.-masala.** Qozon o'chog'ida  $S^r=84,65\%$ ;  $N^r=11,7\%$ ;  $S_a^p=0,3\%$ ;  $O^r=0,3\%$ ;  $A^r=0,05\%$ ;  $W^r=3,0\%$  tarkibli  $2 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  kam oltingugurtli mazut yoqiladi. YOqilg'ini to'liq yonishida tutun gazlarida  $RO_2$  15 % dan 12 % ga kamayishi ma'lum bo'lsa, yochoqqa beriladigan havo hajmi qanchaga ortadi.

**Javob:**  $V_v = 6666 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.44.-masala.** Qozon o'chog'ida sinov vaqtida  $S^r=58,7\%$ ;  $N^r=4,2\%$ ;  $S_a^p=0,3\%$ ;  $N^r=1,9\%$ ;  $O^r=9,7\%$ ;  $A^r=13,2\%$ ;  $W^r=12,0\%$  tarkibli  $3 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  D markali Kuznetsk ko'miri yoqilgan. Sinovning birinchi yarmida yoqilg'ini to'liq yonishida mahsulotlarning  $RO_2 = 18\%$  va va ikkinchi yarmida 15 % ga kamaydi. Sinovning birinchi va ikkinchi yarmida oralig'ida O'txonaqa qancha havo hajmi berilganini aniqlang.

**Javob:**  $V_v = 4650 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.45.-masala.**  $S^r=20,6\%$ ;  $N^r=2,7\%$ ;  $S_a^p=1,7\%$ ;  $N^r=0,1\%$ ;  $O^r=2,8\%$ ;  $A^r=46,0\%$ ;  $W^r=11,5\%$ ,  $(SO_2)_k^p = 16,4\%$  tarkibli 1 kg Lenigrad slanetsi ni to'liq yonishida ajralgan mahsulotlarning hajmi aniqlansin. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}=1,3$ .

**Javob:**  $V_g = 2,96 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

**3.46.-masala.** Tutun gazlari  $RO_2 = 18\%$  ni tashkil etganda  $S^r=54,7\%$ ;  $N^r=3,3\%$ ;  $S_a^p=0,8\%$ ;  $N^r=0,8\%$ ;  $O^r=4,8\%$ ;  $A^r=27,6\%$ ;  $W^r=8,0\%$  tarkibli  $2 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  K markali Qarag'anda ko'mirini to'liq yonishida ajralgan mahsulotlarning hajmi

aniqlansin.

**Javob:**  $V_g = 12\,560 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.47.-masala.**  $S^r=63,8\%$ ;  $N^r=1,2\%$ ;  $S_a^p=1,7\%$ ;  $N^r=0,6\%$ ;  $O^r=1,3\%$ ;  $A^r=22,9\%$ ;  $W^r=8,5\%$  tarkibli A markali Donetsk ko‘mirini to‘liq yonishida mahsulotlardagi 3 atomli gazlarning maksimal tarkibi aniqlansin.

**Javob:**  $RO_2^{\text{max}} = 20,2 \%$ .

**3.48.-masala.** Qozon o‘chog‘ida  $C_1^p = 49,3\%$ ;  $H_1^p = 3,6\%$ ;  $(S_a^p)_1 = 3,0\%$ ;  $N_1^p = 1,0\%$ ;  $O_1^p = 8,3\%$ ;  $A_1^p = 21,8\%$ ;  $W_1^p = 13,0\%$  tarkibli  $2 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  Donetsk ko‘miri va donetskogo uglya marki G sostava:  $C_2^p = 55,2\%$ ;  $N_2^p = 3,8\%$ ;  $(S_a^p)_2 = 3,2\%$ ;  $N_2^p = 1,0\%$ ;  $O_2^p = 5,8\%$ ;  $A_2^p = 23\%$ ;  $W_2^p = 8\%$  tarkibli  $3 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$  D markali Donetsk ko‘mirlari aralashmasi yoqiladi. Agar O‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}$  = 1,3 bo‘lsa, aralashmani to‘liq yonishida ajralgan gaz hajmini aniqlang.

**Javob:**  $V_g = 37\,480 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**3.49.-masala.**  $SO_2 = 0,1\%$ ;  $SN_4 = 85,8\%$ ;  $S_2N_6 = 0,2\%$ ;  $S_3N_8 = 0,1\%$ ;  $C_4H_{10} = 0,1\%$ ;  $N_2 = 13,7\%$  tarkibli  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  Radchenkovsk tabiiy gazini to‘liq yonishida ajralgan gaz hajmi aniqlansin. O‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}$  = 1,1.

**Javob:**  $V_g = 10\,230 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

**3.50.-masala.** Qozon o‘chog‘ida  $S^r=35,7\%$ ;  $N^r=2,9\%$ ;  $S_a^p=0,3\%$ ;  $N^r=0,7\%$ ;  $O^r=12,1\%$ ;  $A^r=24,3\%$ ;  $W^r=24,0\%$  tarkibli 1 kg BZ mahkali Artemov ko‘miri yoqiladi.  $RO_2 = 18 \%$  bo‘lsa, yonish mahsulotlari hajmi va ulardagi kislorod  $O_2$  mikdorini aniqlang.

**Javob:**  $V_g = 4,16 \text{ m}^3/\text{kg}$ ;  $O_2 = 1,3 \%$ .

**3.51.-masala.** Qozon o‘chog‘ida  $S^r=50,1\%$ ;  $N^r=4,0\%$ ;  $S_a^p=0,1\%$ ;  $N^r=0,7\%$ ;  $O^r=12,2\%$ ;  $A^r=11,9\%$ ;  $W^r=21,0\%$  tarkibli BZ markali 1 kg Anadir ko‘miri yoqiladi. Agar  $RO_2 = 16\%$  bo‘lsa, yoqilg‘i to‘liq yonishida havoning ortiqchalik koeffitsientini aniqlang.

**Javob:**  $\alpha_{o'} = 1,2$ .

**3.52.-masala.** Qozon o'chog'ida  $S^r=62,7\%$ ;  $N^r=3,1\%$ ;  $S_a^p=2,8\%$ ;  $N^r=0,9\%$ ;  $O^r=1,7\%$ ;  $A^r=23,8\%$ ;  $W^r=5,0\%$  tarkibli T markali Donetsk ko'miri yoqiladi. Agar  $RO_2 = 15\%$  bo'lsa, azot  $N_2$  ning miqdori va yoqilg'i to'liq yonishida havoning ortiqchalik koeffitsientini aniqlang.

**Javob:**  $V_{N_1} = 5,09 \text{ m}^3/\text{kg}$ ;  $\alpha_{o'} = 1,26$ .

**3.53.-masala.** Agar yonish mahsulotlari uchun  $RO_2 = 16,0\%$  va  $\alpha_2 = 4,0\%$  bo'lsa,  $SO_2 = 1,2\%$ ;  $SN_4 = 91,9\%$ ;  $S_2N_6 = 2,1\%$ ;  $S_3N_8 = 1,3\%$ ;  $S_4N_{10} = 0,4\%$ ;  $S_5N_{12} = 0,1\%$ ;  $N_2 = 3,0\%$  tarkibli Saratov tabiiy gazini to'liq yonishida quruq gazlarning hajmi va havoning ortiqchalik koeffitsientini aniqlang.

**Javob:**  $V_{s,g} = 6,44 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ;  $\alpha_{o'} = 1,23$ .

**3.54.-masala.** Qozon o'chog'ida  $S^r=30,4\%$ ;  $N^r=1,7\%$ ;  $S_a^p=0,3\%$ ;  $N^r=0,5\%$ ;  $O^r=12,2\%$ ;  $A^r=7,9\%$ ;  $W^r=47,0\%$  tarkibli 1 kg B1 markali Raychixin ko'miri yoqiladi. Agar  $RO_2 = 16,0\%$  bo'lsa, kislorod  $O_2$  miqdorini va havoning ortiqchalik koeffitsientini aniqlang.

**Javob:**  $O_2 = 4,8\%$ ;  $\alpha_{o'} = 1,3$ .

**3.55.-masala.**  $S^r=20,6\%$ ;  $N^r=2,7\%$ ;  $S_a^p=1,7\%$ ;  $N^r=0,1\%$ ;  $O^r=2,8\%$ ;  $A^r=46,0\%$ ;  $W^r=11,5\%$ ;  $(CO_2)_k^p$  tarkibli 1 kg leningrad slanetsini to'liq yonishida ajraladigan yonish mahsulotlarining massasi va kul konsentratsiyasini aniqlang. O'txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'}=1,2$ .

**Echish:** parchalanmagan karbonatlarni hisobga olgan holda yoqilg'idagi kulning hisobiy miqdorini (3.57) ifodadan aniqlaymiz:

$$A_k^p = A^r + (1 - K) (SO_2)_k^p = 46,0 + (1 - 0,7) 16,4 = 50,9\%.$$

1 kg yoqilg'ini to'liq yonishi uchun havoning zarur nazariy hajmi (3.27) ifodadan topamiz:

$$V^o = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_{\text{r}}^p - O^r) = 0,089 \cdot 20,6 + 0,266 \cdot 2,7 + \\ + 0,033 (1,7 - 2,8) = 2,52 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Yonish mahsulotlari massasini (3.56) ifodadan aniqlaymiz:

$$M_{g,k} = 1 - 0,01 A_{\kappa}^p + 1,306\alpha_T V^o + 0,01 (SO_2)_{\kappa}^p = 1 - 0,01 \cdot 50,9 + \\ + 1,306 \cdot 1,2 \cdot 2,52 + 0,01 \cdot 16,4 \cdot 0,7 = 4,55 \text{ kg/kg}.$$

(3.58) ifodadan yonish mahsulotlarida kulining konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$\mu_{\text{aH}} = \frac{A^p a_{yH}}{M_{r,k}} = \frac{46 \cdot 0,98}{4,55 \cdot 100} = 0,0991$$

**Javob:**  $M_{g,k} = 55 \text{ kg/kg}$ ;  $\mu_{\text{aH}} = 0,0991$ .

**3.56.-masala.** Agar yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg'i kulining ulushi  $a_{\text{un}} = 0,85$  bo'lsa,  $S^r = 54,7\%$ ;  $N^r = 3,3\%$ ;  $S_{\text{r}}^p = 0,8\%$ ;  $N^r = 0,8\%$ ;  $O^r = 4,8\%$ ;  $A^r = 27,6\%$ ;  $W^r = 8,0\%$  tarkibli 1 kg K markali Qarag'anda ko'mirini to'liq yonishida ajraladigan yonish mahsulotlarining massasi va kul konsentratsiyasini aniqlang. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,3$ .

**Javob:**  $M_g = 9,25 \text{ kg/kg}$ ;  $\mu_{z1} = 0,0253$ .

**3.57.-masala.** Agar quruq gazning zichligi  $\rho_{\text{rT}}^k = 0,728 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa,  $SO_2 = 0,2\%$ ;  $SN_4 = 98,2\%$ ;  $S_2N_6 = 0,4\%$ ;  $S_3N_8 = 0,1\%$ ;  $S_4N_{10} = 0,1\%$ ;  $N_2 = 1,0\%$  tarkibli Stavropol tabiiy gazini to'liq yonishida ajraladigan yonish mahsulotlari massasini aniqlang. O'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,15$ .

**Javob:**  $M_g = 15 \text{ kg/m}^3$ .

### 3.4. YOlish mahsulotlari va havo entalpiyasi

1 kg qattiq, suyuq yokii 1 m<sup>3</sup> gazsimon yoqilg'ining yonish mahsulotlari entalpiyasi (kJ/kg, kJ/m<sup>3</sup>)  $\alpha_o = 1$  dagi yonish mahsulotlari  $I_r^0$ , ( $\alpha_t - 1$ ) da ortiqcha havo  $I_b^0$  va  $A_{pr\ un} > 1,43 \text{ kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$  da kul  $I_3$  entalpiyalari yig'indisidan aniqlanadi.

$$I_r = I_r^0 + (\alpha_t - 1)I_b^0 + I_3, \quad (3.60)$$

$\alpha_o = 1$  va gaz haroratida  $\vartheta$ , °S yonish mahsulotlari entalpiyasi (kJ/kg, kJ/m<sup>3</sup>) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$I_r^0 = V_{RO_2} (c\vartheta)_{CO_2} + V_{N_2}^0 (c\vartheta)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (c\vartheta)_{H_2O}, \quad (3.61)$$

bu erda  $V_{RO_2}$ ,  $V_{N_2}^0$ ,  $V_{H_2O}^0$  - yoqilg'i yonish mahsulotlarining nazariy hajmlari, m<sup>3</sup>/kg (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>);

(s $\vartheta$ )<sub>SO<sub>2</sub></sub>, (c $\vartheta$ )<sub>N<sub>2</sub></sub>, (s $\vartheta$ )<sub>N<sub>2</sub>O</sub> - uglekislota, azot va suv bug'larining mos ravishda entalpiyalari водяных, kJ/m<sup>3</sup>.

$\alpha_o = 1$  va gaz haroratida  $\vartheta$ , °S havoning entalpiyasi (kJ/kg, kJ/m<sup>3</sup>) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$I_o^0 = V^0 (c\vartheta)_o, \quad (3.62)$$

bu erda  $V^0$  havoning nazariy hajmi, m<sup>3</sup>/kg (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>);

(s $\vartheta$ )<sub>v</sub> - havoning entalpiyasi, kJ/m<sup>3</sup>.

Kulning entalpiyasi (kJ/kg):



$$I_3 = \frac{A^p a_{yn}}{100} (c\vartheta)_3, \quad (3.63)$$

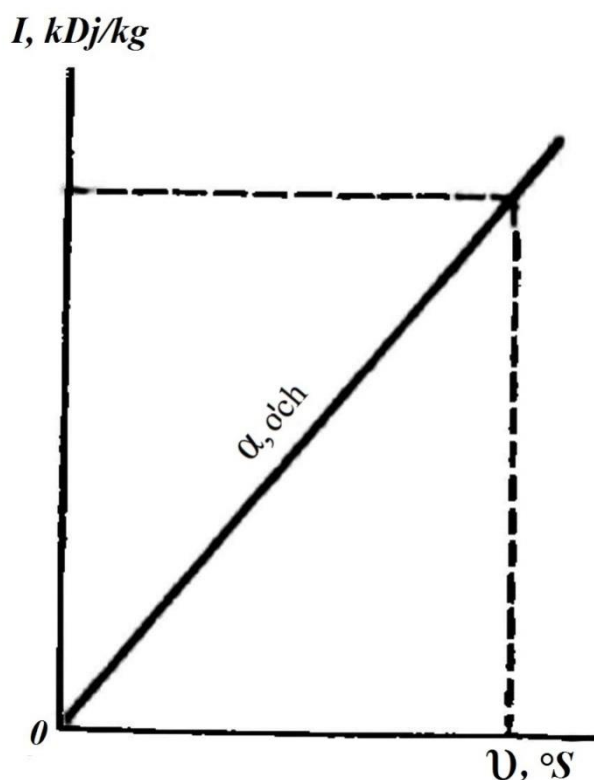
bu erda  $a_{un}$  yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg'i kulining ulushi;

$(s\vartheta)_3$  - kulning entalpiyasi, kDj/kg,

1-jadvalda yoqilg'ini to'liq yonish mahsulotlari, havo va kulning entalpiyalari keltirilgan (Ilovaga qaralsin).

YOnish mahsulotlari uchun  $I\vartheta$  - diagramma.  $I\vartheta$  – diagramma quyidagi tartibda quriladi: yoqilg'ining yonish haroratining bir necha qiymatlari  $\vartheta$  va ular uchun yonish mahsulotlari entalpiyalari hisoblanadi. Keyin harorat va entalpiya uchun koordinata to'g'ri burchak tizimida masshtablar tanlanadi,  $I = f(\vartheta)$  nuqtalar bo'yicha to'g'ri chiziq o'tkaziladi (3.1. - rasm).

$I\vartheta$  – diagramma bo'yicha qozon o'txonasidagi nazariy harorati topiladi.



3.1. - rasm. YOnish mahsulotlari uchun  $I\vartheta$  – diagrammasi

**3.58.-masala.** Agar o‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1100 \text{ }^\circ\text{S}$ , yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg‘i kulining ulushi  $a_{\text{un}} = 0,9$ , yonayotgan yoqilg‘ining kulni olib ketish keltirilgan kattaligi  $A_{\text{pr.un}}=4,6 \text{ kg} \cdot \% \times 10^{-3}/\text{kJ}$  bo‘lsa,  $S^r=55,2\%$ ;  $N^r=3,6\%$ ;  $S_n^p=1,0\%$ ;  $N^r=1,0\%$ ;  $O^r=5,2\%$ ;  $A^r=25,6\%$ ;  $W^r=8,4\%$  tarkibli 1 kg T markali Qarag‘anda ko‘mirini to‘liq yonishida ajraladigan yonish mahsulotlarini o‘txonadan chiqishdagi entalpiyasini aniqlan, o‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,2$ .

**Echish:** Xavoning zarur nazariy hajmi (3.27) ifodadan aniqlanadi:

$$V^o = 0,089S^r + 0,266 + N^r + 0,033 \times (S_n^p - O^r) = 0,089 \cdot 55,2 + 0,266 \cdot 3,6 + 0,033 (1,0 - 5,2) = 5,73 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

3 atomli gazlarning hajmi (3.33)dan topiladi:

$$V_{RO_2} = 0,0187 (S^r + 0,375 S_n^p) = 0,0187 (55,2 + 0,375 \cdot 1,0) = 1,04 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Azotning nazariy hajmi (3.32)dan aniqlanadi:

$$V_{N_2}^o = 0,79V^o + 0,8N^r/100 = 0,79 \cdot 5,73 + 0,8 \cdot 1,0 / 100 = 4,53 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Suv bug‘ining nazariy hajmi (3.35) dan topiladi:

$$V_{N_2O}^o = 0,0124 (9N^r + W^r) + 0,0161V^o = 0,0124 \times (9 \cdot 3,6 + 8,4) + 0,0161 \cdot 5,73 = 0,59 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

$\alpha_{o'} = 1$  va  $\vartheta_g = 1100$  °S da yonish mahsulotlarining entalpiyasi (3.61) dan aniqlaymiz:

$$I_r^0 = V_{RO_2} (s\vartheta)_{SO_2} + V_{N_2}^0 (s\vartheta)_{N_2} + V_{N_2O}^0 (s\vartheta)_{N_2O} =$$

$$= 1,04 \cdot 2457 + 4,53 \cdot 1545 + 0,59 \cdot 1926 = 10690 \text{ kDj/kg.}$$

$\vartheta_g = 1100$  °S da  $(s\vartheta)_{SO_2}$ ,  $(s\vartheta)_{N_2}$  va  $(s\vartheta)_{N_2O}$  qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan (Ilovaga qaralsin).

$\vartheta_g = 1100$  °S da 1 kg ko'mir uchun kul entalpiyasi (3.63)dan topiladi:

$$I_3 = \frac{A^p a_{ym}}{100} (c\vartheta)_3 = \frac{25,6 \cdot 0,9}{100} 1096 = 252 \text{ kDj/kg.}$$

Gaz harorati  $\vartheta_g = 1100$  °S da  $(s\vartheta)_3$  qiymati 1-jadvalda keltirilgan (Ilovaga qaralsin).

$\alpha_{o'} = 1$  va gaz harorati  $\vartheta_g = 1100$  °S da havo entalpiyasi (3.62) ifodadan aniqlanadi:

$$I_n^0 = V^0(c\vartheta)_v = 5,73 \cdot 1595 = 9139 \text{ kDj/kg.}$$

Gaz harorati  $\vartheta_g = 1100$  °S da  $(s\vartheta)_v$  qiymati 1-jadvalda keltirilgan (Ilovaga qaralsin).

$\vartheta_g = 1100$  °S da 1 kg ko'mir uchun yonish mahsulotlari entalpiyasi (3.60)dan topiladi:

$$I_g = I_r^0 + (\alpha_t - 1) I_n^0 + I_3 = 10690 + (1,2 - 1) \times 9139 + 252 = 12770 \text{ kDj/kg.}$$

**Javob:**  $I_g = 12770 \text{ kDj/kg}$ .

**3.59.-masala.** O‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1100 \text{ }^\circ\text{S}$  bo‘lsa,  $S^r=62,7\%$ ;  $N^r=3,1\%$ ;  $S_n^p=2,8\%$ ;  $N^r=0,9\%$ ;  $O^r=1,7\%$ ;  $A^r=23,8\%$ ;  $W^r=5,0\%$  tarkibli 1 kg T markali Donetsk ko‘mirini to‘liq yonishida o‘txonadan chiqishda yonish mahsulotlari entalpiyasi aniqlansin.

**Javob:**  $I_r^0 = 11\,774 \text{ kDj/kg}$ .

**3.60.-masala.** Qozon o‘txonasida  $S^r=63,8\%$ ;  $N^r=1,2\%$ ;  $S_n^p=1,7\%$ ;  $N^r=0,6\%$ ;  $O^r=1,3\%$ ;  $A^r=22,9\%$ ;  $W^r=8,5\%$  tarkibli 1 kg A markali Donetsk ko‘miri yoqiladi. O‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$  va o‘txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,3$  bulganda ko‘mirning to‘liq yonishida o‘txonadan chiqishda ortiqcha havoning entalpiyasini aniqlang.

**Javob:**  $I_v = 2604 \text{ kDj/kg}$ .

**3.61.-masala.** Agar o‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$  bo‘lsa,  $SO_2 = 0,4 \%$ ;  $SN_4 = 94,0 \%$ ;  $S_2N_6 = 2,8 \%$ ;  $S_3N_8 = 0,4\%$ ;  $S_4N_{10} = 0,3 \%$ ;  $S_5N_{12} = 0,1 \%$ ;  $N_2 = 2,0 \%$  tarkibli 1 m<sup>3</sup> Gazli tabiiy gazining to‘liq yonishida ajraladigan yonish mahsulotlarining o‘txonadan chiqishdagi entalpiyasini aniqlang. O‘txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,1$ .

**Javob:**  $I_g = 18\,034 \text{ kDj/m}^3$ .

**3.62.-masala.** Agar o‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$  bo‘lsa,  $SO_2 = 0,1 \%$ ;  $SN_4 = 92,8 \%$ ;  $S_2N_6 = 3,9 \%$ ;  $S_3N_8 = 1,0\%$ ;  $S_4N_{10} = 0,4 \%$ ;  $S_5N_{12} = 0,3 \%$ ;  $N_2 = 1,5 \%$  tarkibli tarkibli 1 m<sup>3</sup> Shebelin tabiiy gazining to‘liq yonishida o‘txonadan chiqishda ortiqcha havoning entalpiyasini aniqlang. O‘txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_o = 1,1$ .

**Javob:**  $I_v = 1431 \text{ kJ/m}^3$ .

**3.63.-masala.** Agar o‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$  bo‘lsa,  $S^r=8,3\%$ ;  $N^r=10,4\%$ ;  $S_n^p=2,8\%$ ;  $O^r=0,7 \%$ ;  $A^r=0,1 \%$ ;  $W^r=3,0 \%$

atrkibli 1 kg yuqori oltingugurtli mazutni to‘liq yonishida ajralgan yonish mahsulotlarining o‘txonadan chiqishdagi entalpiyasini aniqlan. O‘txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'} = 1,15$ .

**Javob:**  $I_g = 21\,377 \text{ kDj/m}^3$ .

**3.64.-masala.** Agar o‘txonadan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_g = 1100 \text{ }^\circ\text{S}$ , yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg‘i kulining ulushi  $a_{un} = 0,85$  va yoqilayotgan yoqilg‘i kulining olib ketishini keltirilgan kattaligi  $A_{pr.un} = 3,72 \text{ kg} \cdot \% \times 10^{-3}/\text{kDj}$  bo‘lsa,  $S^r=55,2 \%$ ;  $N^r=3,8 \%$ ;  $S_n^p=3,2 \%$ ;  $N^r=1,0 \%$ ;  $O^r=5,8 \%$ ;  $A^r=23,0 \%$ ;  $W^r=8,0 \%$  tarkibli 1 kg G markali Donetsk ko‘mirini to‘liq yonishida o‘txonadan chiqishda ortiqcha havo va kulning entalpiyasini aniqlang. O‘txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'} = 1,3$ .

**Javob:**  $I_v = 2790 \text{ kDj/kg}$ ;  $I_z = 214 \text{ kDj/kg}$ .

**3.65.-masala.** Qozon o‘txonasida  $S^r= 55,2\%$ ;  $N^r=3,6 \%$ ;  $S_n^p=1,0 \%$ ;  $N^r=1,0 \%$ ;  $O^r=5,2 \%$ ;  $A^r=25,6 \%$ ;  $W^r=8,4 \%$  tarkibli 1 kg K markali Qarag‘anda ko‘miri yoqiladi. YOqilg‘ini yonish issiqligi  $600 \dots 2000 \text{ }^\circ\text{S}$  oralig‘ida yonish mahsulotlari uchun  $I\vartheta$ -diagrammasi chizilsin. O‘txonada havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{o'} = 1,35$ .

Echish: Nazariy zarur havoning hajmini (3.27) fiodadan aniqlaymiz:

$$V^o = 0,089S^r + 0,266 N^r + 0,033 (S_n^p - O^r) = 0,089 \times 55,2 + 0,266 \cdot 3,6 + 0,033 (0,1 - 5,2) = 5,73 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

3 atomli gazlarning hajmini (3.33) ifodadan topamiz:

$$V_{RO_2} = 0,0187 (S^r + 0,375 S_n^p) = 0,0187 (55,2 + 0,375 \cdot 1,0) = 1,04 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Azotning nazariy hajmini (3.32)dan aniqlaymiz:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + 0,8N^p/100 = 0,79 \cdot 5,73 + 0,8 \cdot 1,0/100 = 4,53 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Suv bug'larining nazariy hajmini (3.35)dan topamiz:

$$V_{H_2O}^0 = 0,0124 (N^r + W^r) + 0,0161 V^0 = 0,0124 \times (9 \cdot 3,6 + 8,4) + 0,0161 \cdot 5,73 = 0,59 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

$\vartheta_g = 600 \text{ }^\circ\text{S}$  da 1 kg ko'mir uchun yonish mahsulotlarining entalpiyasini (3.60) fioddan aniqlaymiz:

$$I_g = I_r^0 + (\alpha_t - 1) I_b^0 = V_{RO_2} (s\vartheta)SO_2 + V_{N_2}^0 (c\vartheta)N_2 + V_{H_2O}^0 (s\vartheta)N_2O + (\alpha_t - 1) V^0 (s\vartheta)_v = 1,04 \cdot 1222 + 4,53 \times 804 + 0,59 \cdot 967 + (1,35 - 1) \cdot 5,73 \cdot 830 = 7148 \text{ kDj/kg}.$$

$(c\vartheta)SO_2$ ,  $(c\vartheta)N_2$ ,  $(s\vartheta)N_2O$  i  $(s\vartheta)_v$  qiymatlarni  $\vartheta_g = 600 \text{ }^\circ\text{S}$  xaroratda 1-jadvaldan olinadi (Ilovaga qarang).

$\vartheta_g = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$  da

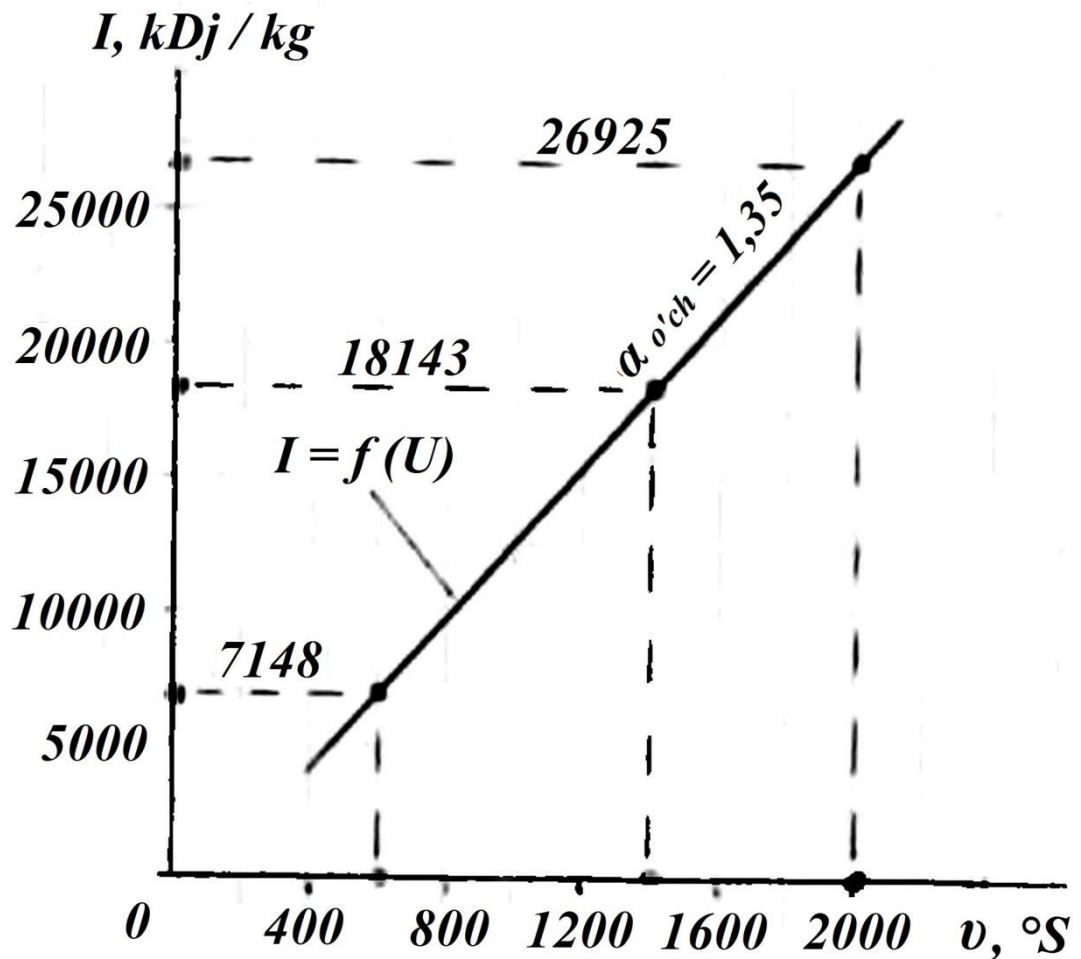
$$I_g = I_r^0 + (\alpha_t - 1) I_b^0 = V_{RO_2} (s\vartheta)SO_2 + V_{N_2}^0 (s\vartheta)N_2 + V_{N_2O}^0 (s\vartheta)N_2O + (\alpha_t - 1) V^0 (s\vartheta)_v = 1,04 \cdot 3240 + 4,53 \times 2009 + 0,59 \cdot 2558 + (1,35 - 1) 5,73 \cdot 2076 = 18 143 \text{ kDj/kg}.$$

$(c\vartheta)SO_2$ ,  $(c\vartheta)N_2$ ,  $(s\vartheta)N_2O$  i  $(s\vartheta)_v$  qiymatda  $\vartheta_g = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$  xaroratda 1-jadvaldan olinadi (Ilovaga qarang).

$\vartheta_g = 2000 \text{ }^\circ\text{S}$  da

$$\begin{aligned}
 I_g &= I_r^o + (\alpha_t - 1) I_b^o = V_{RO_2} (s\vartheta)SO_2 + V_{N_2}^o (s\vartheta)N_2 + \\
 &+ V_{N_2O}^o (s\vartheta)N_2O + (\alpha_t - 1) V^o \times (s\vartheta)_v = 1,04 \cdot 4843 + \\
 &+ 4,53 \cdot 2964 + 0,59 \cdot 3926 + (1,35 - 1) 5,73 \cdot 3064 = 26\,925 \text{ kDj/kg.}
 \end{aligned}$$

Topilgan yonish mahsulotlari entalpiyalari qiymatlaridan  $I\vartheta$  – diagrammani quramiz (3.2. - rasm).



3.2. - rasm. YOqilg'ini yonish issiqligi 600 ... 2000 °S oralig'ida yonish mahsulotlari uchun  $I\vartheta$ -diagrammasi

## 4-BOB. QOZON QURILMALARI

### 4.1 Issiklik balansi. Qozon agregatining foydali ish koeffitsienti va yoqilg'i sarfi

Qozon agregatining issiqlik balansi deb, agregatga yoqilg'ini yokishda kiradigan issiqlikga tasirlanishi, foydali ishlatiladigan issiqlik va issiqlikni yo'kolishlariga aytiladi. 1 kg qattiq (suyuq) va 1 m<sup>3</sup> gazsimon yoqilg'iga tuziladigan issiqlik balansi, Qozon agregatining barqaror issiqlik holatiga qo'llanadi.

Issiklik balansining tenglamasi (kJ/kg, kJ/m<sup>3</sup>) kuydagi kurinishga ega;

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \quad (4.1)$$

yoki mumkin bo'lgan issiqlik yoqilg'ining foizida

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100. \quad (4.2)$$

bunda  $q_1 = (Q_1 / Q_p^p) 100$ ;

$q_2 = (Q_2 / Q_p^p) 100$  va boshqalar.

(4.1) va (4.2) ifodalarda:

$Q_p^p$  - mumkin bo'lgan issiqlik, kJ/kg, (kJ/m<sup>3</sup>);

$Q_1(q_1)$  - bug'ni hosil qelikishida foydali ishlatiladigan issiqlik, kJ/kg, (kJ/m<sup>3</sup>);

$Q_2(q_2)$  - chiqib ketayotgan gazlar bilan issiqlik yo'qolishi, kJ/kg, (kJ/m<sup>3</sup>);

$Q_3(q_3)$  - yoqilg'i kimyoviy to'liq yonib bo'lmaganidagi issiqlik yuqolishi, kJ/kg, (kJ/m<sup>3</sup>);

$Q_4(q_4)$  - yoqilg'ining mexanik to'liq yonish bo'lmaganida yo'qolgan issiqlik, kJ/kg, (kJ/m<sup>3</sup>);

$Q_5(q_5)$  - tashqi muxitga yo'qolgan issiqlik, kJ/kg, (kJ/m<sup>3</sup>);



$Q_6(q_6)$  - ilok bilan yo‘qolgan issiqlik, kDj/kg, (kDj/m<sup>3</sup>);

1 kg qattiq (suyuq) va 1 m<sup>3</sup> gazsimon yoqilg‘i uchun mumkin bo‘lgan issiqlik (kDj/kg, kDj/m<sup>3</sup>) quyidagi ifodalardan aniqlanadi;

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{tl} + Q_{v.vn} + Q_f - Q_k; \quad (4.4)$$

$$Q_p^c = Q_h^c + Q_{tl} + Q_{v.vn} + Q_f.$$

bunda  $Q_h^p$  va  $Q_h^c$  - qattiq, suyuq ishni massaning yonishdagi va gazsimon yoqilg‘ini quruk massasini yonishidagi va gazsimon pastki yonish issiqligi, kDj/kg, (kDj/m<sup>3</sup>);

$Q_{tl}$  - yoqilg‘ini fizik issiqligi, kDj/kg, (kDj/m<sup>3</sup>);

$Q_{v.vn}$  - o‘choqqa havo bilan kiradigan issiqlik, kDj/kg, (kDj/m<sup>3</sup>);

$Q_f$  - bug‘li purkashi bilan o‘choqqa kiritiladigan issiqlik, kDj/kg, (kDj/m<sup>3</sup>);

$Q_k$  - slanetslarni yonishida ajraladigan karbonatlarga sarflangan issiqlik, kDj/kg.

YOqilg‘ining fizik issiqligi:

$$Q_{tl} = c_t^p t_t. \quad (4.4')$$

bunda  $c_t^p$  - yoqilg‘i ishchi massasini issiqlik sig‘imi, kDj/kg·K;

$t_t$  - yoqilg‘ini o‘choqqa kirishdagi harorati, °S.

YOqilg‘i ishchi massasining issiqlik sig‘imi

$$c_t^p = c_t^c \frac{100 - W^p}{100} + c_{H_2O} \frac{W^p}{100}, \quad (4.5)$$

bunda  $c_t^c$ ,  $c_{H_2O}$  - qattiq yoqilg‘ini va suvning issiqlik sig‘imi, kDj/kg·K.

[1] ga asosan:  $c_t^c$  - antratsit uchun - 0,921; tosh ko‘mirlar uchun - 0,962;

qo'ngir ko'mir uchun - 1,088; torf uchun - 1,297 va slanetslar uchun - 1,046.

Mazutning issiqlik sig'imi:

$$c_t^p = 1,74 + 0,0025t. \quad (4.6)$$

YOqilg'ining fizik issiqligi, agar yoqilg'i qozon agregatidan avval isitilgan bo'lsa, hisobga olinadi (mazutni isitilishi, yoqilg'ini ochiq sistemaga quritilishi va boshqalar)

Havo bilan o'choqqa kiradigan issiqlik;

$$Q_{v.vn} = \alpha_t V^0 s'_{rv} \Delta t_v \quad (4.7)$$

bunda  $\alpha_t$  - o'choqdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti;

$V^0$  - 1 kg yoqilg'ini yonishi uchun kerak bo'lgan nazariy hajm,  $m^3/kg$ ;

$s'_{rv}$  - bosim o'zgarmagandagi havoning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi,  $kDj/m^3 \cdot K$ ;

$s'_{rv} = 1,33 \text{ kDj}/m^3 \cdot K$  - havoning harorati  $300 \text{ }^0S$ ;

$\Delta t_v$  - qizitilgan va sovuq havo haroratini farqi,  $^0 S$ .

Bug'ning purkalish bilan o'zoqqa kiradigan issiqlik:

$$Q_f = W_f (i_f - 2510), \quad (4.8)$$

bunda  $W_f$  va  $i_f$  - yoqilg'ini maydaligi ketayotgan bug'ning sarfi va entalpiyasi,  $kg/kg$  va  $kDj/kg$ .

Purkash uchun  $V_f = 0,7 \div 0,8 \text{ kg}/kg$ , bug'ni forsunkalarda maydalanganida  $W = 0,35$ ; bug'li mexanikda  $V_f = 0,03 \div 0,035$ .

YOqilg'ini yonishida karbonatlar hosil bo'lishiga sarflangan issiqlik:

$$Q_k = 40,6 \cdot K (CO_2)_k^p, \quad (4.8')$$

bunda  $K$  - karbonatlarhosil bo'lish koeffitsienti.

Qozon agregatiga foydali ishlatilgan issiqlik (kJ/kg):

$$Q_1 = \frac{D_{\text{ic}}}{B} \left[ (i_{\text{H.II}} - i_{\text{H.B}}) + \frac{P}{100} (i_{\text{K.B}} - i_{\text{H.B}}) \right] + D_{\text{H.II}} (i_{\text{H.II}} - i_{\text{H.B}}), \quad (4.9)$$

bunda  $D_{\text{pe}}, D_{\text{p.p}}$  - o'ta qizigan va to'yingan bug'li sarfi, kg/ik;

$B$  - natyral yoqilg'ini sarfi, kg/ik;

$i_{\text{p.p}}, i_{\text{n.p}}, i_{\text{n.v}}, i_{\text{k.v}}$  - o'ta qizigan, to'yingan bug'ni ta'minlovchi va qozon suvining entalpiyasi, kDj/kg;

$P$  - uzluksiz purkash kattaligi, %/

Suvni isitib beruvchi qozonlarda foydali ishlatilgan issiqlik (kDj/kg):

$$Q_1 = \frac{M_{\text{H}}}{B} (i_2 - i_1), \quad (4.10)$$

bunda:  $i_1, i_2$  - qozonga tushuvchi va undan chiquvchi suvning entalpiyasi, kDj/kg;

$M_{\text{v}}$  - suvning sarfi, kg/ik.

Qozon agregatiga foydali ishlatilgan issiqlik, %:

$$q_1 = (Q_1 / Q_p) \cdot 100. \quad (4.11)$$

CHiqib ketayotgan gazlar bilan yo'qolgan issiqlik:

$$Q_2 = (V_{\text{ux}} s'_{\text{r ux}} \vartheta_{\text{ux}} - \alpha_{\text{ux}} V s'_{\text{rv tv}}) \cdot (100 - q_4) / 100 = (I_{\text{ux}} \alpha_{\text{ux}} I_{\text{x.B}}^0) \cdot (100 - q_4) / 100 \quad (4.12)$$

bunda  $V_{\text{ux}}$  - qozon agregatining oxirgi gazoxodidan chiquvchi ketayotgan gazlarning hajmi, m<sup>3</sup>/kg

$s'_{r ux}$  - chiqib ketayotgan gazlarning bosim o'zgarmagandagi issiqlik sig'imi, kDj/m<sup>3</sup>·K;

$\vartheta_{ux}$  - oxirgi gazoxoddan chiqib ketayotgan gazlarning harorati, °S;

$\alpha_t$  - havoning ortiqchalik koeffitsienti;

$V^0$  - 1kg yoqilg'ining yonishida kerak bo'ladigan havoning nazariy xajmi, m<sup>3</sup>/kg;

$t_v$  - qozondagi havoning harorati, °S;

$q_4$  - mexanik to'lik yonib bo'lmagandagi issiqlikni yo'qolishi, %;

$I_{ux}, I_{x.B}^0$  - ketayotgan gazlarni va sovuq havoning entalpiyasi, kDj/kg.

Ketayotgan gazlar bilan yo'qolgan issiqlik (%):

$$q_2 = (Q_1/Q_p^p) 100 = (I_{ux} - \alpha_{ux} I_{x.B}^0) (100 - q_4)/ Q_p^p. \quad (4.13)$$

YOqilg'ini kimyoviy to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi, u yonilg'i maxsulotlaridagi SO gazini miqdori bilan aniqlanadi:

$$Q_3 = 237 (S^r + 0,375 S_n^p) CO/(RO_2 + SO). \quad (4.14)$$

bunda  $S^r$  i  $S_n^p$  - yoqilg'idagi uglerod va oltingugurtin miqdori, %;

$RO_2$  - uglerod oksidini ketayotgan gazlardagi miqdori, %;

$RO_2 = SO_2 + SO_2 - CO_2$  va  $SO_2$  larning ketayotgan gazlardagi miqdori, %.

YOqilg'ini kimyoviy to'liq bo'lmagandagi issiqlik (%) yo'qolishi:

$$q_3 = (Q_3/Q_p^p) 100. \quad (4.15)$$

YOqilg'ining mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi uchta tarkibni yig'indisidan topiladi:

- yoqilg'ini shlak bilan  $Q_4^{min}$  yo'qolgan issiqligi, kDj/kg;

- kolosnikli reshlyotkaga tushib ketayotgandagi yoqilg'ini yo'qotgan issiqligi  $Q_4^{mp}$ , kDj/kg;

- ketayotgan gazlardagi olib ketilayotgan yoqilg'i zarrachalarining yo'qotgan issiqligi  $Q_4^{yh}$ , kDj/kg.

SHunday qilib:

$$Q_4 = Q_4^{mt} + Q_4^{mp} + Q_4^{yh}. \quad (4.16)$$

YOqilg'ini mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi (%):

$$q_4 = \frac{Q_4}{Q_p^p} 100 = \frac{327 A^p}{Q_p^p} \left( a_{mt+mp} \frac{C_{mt+mp}}{100 - C_{mt+mp}} + a_{yh} \frac{C_{yh}}{100 - C_{yh}} \right), \quad (4.17)$$

bu erda  $A^r$  - yoqilg'idagi kukun miqdori, %;

$a_{shl+pr}$ ,  $a_{un}$  - o'choqqa kiritilgan yoqilg'idagi shlakdagi kukuni, tushumdagi miqdori, %;

$S_{shl+pr}$ ,  $S_{un}$  - shlakdagi yonuvchilarni, ketayotgandagi tushuvchilarning miqdori, %.

Tashqi muxitga yo'qolgan issiqlik (kDj/kg) qozon agregati yuzasining o'lchamlariga **obmurovkani** sifatiga va issiqlik izolyatsiyasiga bog'liqdir.

Hisoblashlarda ushbu yo'qolish qozon agregatini ishlashidagi normativ kattaliklar bilan aniqlanadi va balans tenglamasi bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_5 = Q_p^p - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_6), \quad (4.18)$$

yoki foizda

$$q_5 = 100 - (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_6), \quad (4.19)$$

SHlakning fizik issiqligidan yo‘qolgan issiqligi (kJ/kg):

$$Q_6 = a_{\text{shl}} s_{\text{shl}} t_{\text{shl}} A^r / 100 \quad (4.20)$$

bunda  $a_{\text{shl}}$  - shlakdagi yoqilg‘i kukunining ulushi.

Kamerali o‘choqlar uchun  $a_{\text{shl}} = 1 - a_{\text{un}}$  qatlamli o‘choqlarda  $a_{\text{shl}}$  ga tushishdagi  $a_{\text{pr}}$  yoqilg‘ini ulushini qo‘shish kerak bo‘ladi:

$s_{\text{shl}}$  - shlakning issiqlik sig‘imi, kJ/kg·K;

$t_{\text{shl}}$  - shlakning harorati, °S;

$A^r$  - yoqilg‘idagi kukulning miqdori, %.

Issiqlikning fizik issikligidan yo‘qolgan issiqlik (%):

$$q_6 = (Q_6 / Q_p^p) 100 = a_{\text{shl}} s_{\text{shl}} t_{\text{shl}} A^r / Q_p^p \quad (4.21)$$

Qozon agregatining (brutto) va (netto) ning foydali ish koeffitsienti. Qozon agregatining (brutto) ning f.i.k. uchun ishlash iqtisodiylikini darajasini xarakterlaydi va ishlatilgan issiqlikni mumkin bo‘lgan issiqlikga bo‘lgan nisbati bilan xarakterlanadi, ya’ni:

$$\eta_{\text{ka}}^{\text{op}} = (Q_1 / Q_p^p) 100, \quad (4.22)$$

yoki

$$\eta_{\text{ka}}^{\text{op}} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6). \quad (4.23)$$

Qozon qurilmasining (netto) f.i.k. qozon agregatining f.i.k. dan stansiyaning o‘ziga kerak bo‘lgan issiqlik sarfini ayirmasiga tengdir:

$$\eta_{ky}^{HT} = \eta_{ka}^{\bar{p}} - \frac{Q_{c.H}}{BQ_p^{\bar{p}}} 100, \quad (4.24)$$

bunda  $Q_{s.n}$  - o'ziga sarflangan yoqilg'ining sarfi, kDj/kg.

YOqilg'i sarfi qozon agregatlarini issiqlik hisobida natural sarf  $V$  va hisoblangan sarf  $V_r$  etiborga olinadi.

YOqilg'ining natural sarfi quydagi ifodadan aniqlanadi:

$$B = \frac{D_{He} [(i_{H.H} - i_{H.B}) + (p/100)(i_{K.B} - i_{H.B})] + D_{H.H} (i_{H.H} - i_{H.B})}{Q_p^{\bar{p}} \eta_{ka}^{\bar{p}}} \times 100 \quad (4.25)$$

bu erda  $\eta_{ka}^{\bar{p}}$  - qozon agregatining (brutto) f.i.k,%;

Hisoblangan sarfi (kg/s) mexanik to'liq yonib bo'lmasligini hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$V_r = V \cdot (1 - q_4 / 100), \quad (4.26)$$

bu erda  $q_4$  - mexanik to'lik yonib bo'lmagandagi issiqlikni yo'qolishi, %.

**4.1.-masala.** Bug ishlab chiqarish umumdorligi  $D = 16,2$  kg/ik teng bo'lgan qozon agregatining o'chog'ida markasi B2 va tarkibi  $S^r = 28,7\%$ ;  $N^r = 2,2\%$ ;  $S^p = 2,7\%$ ;  $N^p = 0,6\%$ ;  $O^p = 8,6\%$ ;  $N^p = 25,2\%$ ;  $W^p = 32,0\%$ .

Tashkil etgan Moskva viloyatidagi kumir yonadi. Agar o'choqqa kirib kelayotgan yoqilg'i harorati  $t_t = 30$  °S, yosilg'ining sof sarfi  $V = 5$  kg/ik, o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 5$  MPa harorati  $t_{p,p} = 500$  °S, ta'minlovchi suv harorati  $t_{p,v} = 170$  °S, uzluksiz purkash kattaligi  $R = 5\%$ , 1kg yoqilg'ini yo'qolishidagi havoning nazariy hajmi  $V^0 = 2,94$  m<sup>3</sup>/kg oxirgi gazoladdan chiqayotgan ketayotgan gazning hajmi  $V_{y,x} = 4,96$  m<sup>3</sup>/kg, ketayotgan gazlarning xarorati  $\vartheta_{ux} = 180$  °S bosim o'zgarmagandagi gazlarning urtacha hajmiy issiqlik sig'imi  $s'_{r ux} = 1,415$  kDj/m<sup>3</sup>·K havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{ux} = 1,52$  qozondagi havoning harorati  $t_v = 40$  °S havoning bosim o'zgarmagandagi issiqlik sig'imi  $s_{rv} = 1,297$  kDj/m<sup>3</sup>·K, ketayotgan

gazlarda isgazi (SO) ni miqdori  $SO = 0,2\%$  va uch atomli gazlar  $RO_2 = 18.6\%$  va yoqilg'i mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 5\%$  ni tashkil etsa qozon agregatining issiqlik balansini tuzish.

**Echish:** (3.12) ifoda yordamida yoqilg'ini quyi yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_h^p = 338S^r + 1025N^r - 108.5(O^r - S_n^p) - 25W^r = 338 \cdot 28,7 + 1025 \cdot 2,2 - 108,5(8,6 - 2,7) - 25 \cdot 32 = 10\,516 \text{ kDj/kg.}$$

(4.5) ifoda yordamida yoqilg'ini ishchi massasining issiqlik sig'imini aniqlaymiz:

$$c_t^p = c_t^c \cdot (100 - W^r)/100 + S_{n_2O} W^r / 100 = 1,088(100 - 32)/100 + 4,19 \cdot 32/100 = 2,08 \text{ kDj/kg} \cdot K.$$

(4.4) ifodadan yoqilg'ini fizik issiqlig'ini aniqlaymiz:

$$Q_{tl} = c_t^c t_t = 2,08 \cdot 30 = 62,4 \text{ kDj/kg.}$$

Mumkin bo'lishi bo'lgan issiqlikni (4.3) ifodadan:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{tl} = 10\,516 + 62,4 = 10578,4 \text{ kDj/kg.}$$

(4.9) ifoda yordamida qozon agregatidagi foydali ishlatilgan issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q_1 = (D_{pe}/B) [(i_{p,p} - i_{p,v}) + (R/100)(i_{k,v} - i_{p,v})] = (16,2/5)[(3438 - 719,3) + (5/100)(1154,2 - 719,3)] = 8879 \text{ kDj/kg.}$$



$D_{pe} = D$  - to'yingan bug'lar olinmaganligi uchun.

Bug'ning entalpiyasi  $i_{p,p} = 3438$  kDj/kg ni  $is$  - diagrammadan topamiz, ta'minlovchi suvni entalpiyasi 2,3-jadvaldan (ilovaga qarang)  $i_{p,v} = i = 719,3$  kDj/kg (3-jadval  $t_{p,v} = 170$  °S);  $i_{k,v} = i' = 1154,2$  (2-jadval,  $p_{pp} = 5$  MPa) kDj/kg.

Ketayotgan gazlar bilan yo'qolgan issiqlik (4.12) dan topamiz:

$$\begin{aligned} Q_2 &= (V_{ux} s'_{ruX} \vartheta_{ux} - \alpha_{ux} V^o s'_{rv} t_p) (100 - q_4)/100 = \\ &= (4,96 \cdot 1,415 \cdot 160 - 1,52 \cdot 2,94 \cdot 1,297 \cdot 40) (100 - 5)/100 = 980 \text{ kDj/kg}. \end{aligned}$$

(4.14) ifoda yordamida yoqilg'ini kimyoviy to'liq yonib bo'lmasligida yo'qolgan issiklikni aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} Q_3 &= 237 (S^r + 0,375 S_x^p) \text{ CO}/(\text{RO}_2 + \text{SO}) = \\ &= 237 (28,7 + 0,375 \cdot 2,7) 0,2/(18,6 + 0,2) = 75 \text{ kDj/kg} \end{aligned}$$

YOqilg'ining mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi yo'qolgan issiqlikni (4,17) dan topamiz :

$$Q_4 = q_4 Q_p^p / 100 = 5 \cdot 10578,4 / 100 = 529 \text{ kDj/kg}.$$

Tashqi muxitga yo'qolgan issiqlikni (4,18) dan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} Q_5 &= Q_p^p - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) = 10\,578,4 - (8879 + 980 + 75 + 529) = \\ &= 115,4 \text{ kDj/kg}. \end{aligned}$$

Issiqlikni balansini tashkil etuvchilar:

$$q_1 = (Q_1/Q_p^p) 100 = (8879/10578,4) 100 = 83,2 \%;$$

$$q_2 = (Q_2/Q_p^p) 100 = (980/10578,4) 100 = 9,26 \%;$$

$$q_3 = (Q_3/Q_p^p) 100 = (75/10578,4) 100 = 0,71 \%;$$

$$q_5 = (Q_5/Q_p^p) 100 = (115,4/10578,4) 100 = 1,09 \%.$$

Qozon agregatining issiqlik balansini (4.11) ifodadan:

$$\begin{aligned} Q_p^p &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 8879 + 980 + 75 + 529 + 115,4 = \\ &= 10578,4 \text{ kDj/kg.} \end{aligned}$$

YOqilg'ini mumkin bo'lgan issiqligi foiz-% hisobida (4.2) ifodadan:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 83,94 + 9,26 + 0,71 + 5,0 + 1,09 = 100 \%.$$

**Javob:**  $Q_p^p = 10578,4 \text{ kDj/kg}$ ;  $q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 100 \%$ .

**4.2.-masala.** Kozonning o'chog'idagi tarkibi  $S^r=84,65\%$ ;  $N^r=11,7\%$ ;  $S_a^p=0,3\%$ ;  $O^r=0,3\%$ ;  $A^r=0,05\%$ ;  $W^r=3,0\%$ ; ega bo'lgan oltingugurti kam bo'lgan mazut yoqiladi. Agar mazutning isitilishi harorati  $t_t = 93 \text{ }^\circ\text{S}$  va bug'li forsunkalar orqali purkalish entalpiyasi  $i_f = 3280 \text{ kDj/kg}$  bo'lsa, mumkin bo'lgan issiqlikni aniqlang.

**Javob:**  $Q_p^p = 40982 \text{ kDj/kg}$ .

**4.3.-masala.** Markasi B3 bo'lgan tarkibi:  $S^r=37,3\%$ ;  $N^r=2,8\%$ ;  $S_a^p=1,0\%$ ;  $N^r=0,9\%$ ;  $O^r=10,5\%$ ;  $A^r=29,5\%$ ;  $W^r=18\%$  ga ega bo'lgan CHelyabinsk ko'miri yoqiladi. Agar qozonga kirib kelidigan yoqilg'ini harorati  $t_t = 20 \text{ }^\circ\text{S}$  ga teng bo'lsa, mumkin bo'lgan issiqlikni aniqlang:

**Javob:**  $Q_p^p = 14030 \text{ kDj/kg}$ .

**4.4.-masala.** Agar yosilg'ining sof sarfi  $V = 1,2$  kg/ik, suvning sarfi  $M_v = 70$  kg/ik. qozonga kirayotgan suvning harorati  $t_t = 70$  °S i temperatura воды, выходящей из него  $t_2 = 150$  °S bo'lsa, suvni isitib beruvchi qozonlarning foydali ishini toping.

**Javob:**  $Q_1 = 19553$  kDj/kg.

**4.5.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 5,45$  kg/ik qozon agregatining foydali ishlatilgan issiqlikni aniqang, agar yoqilg'ining sof sarfi  $V = 0,64$  kg/ik, o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 1,3$  MPa,  $t_t = 275$  °S, ta'minlovchi suvning harorati  $t_{t,s} = 100$  °S uzluksiz purkash kattaligi  $R = 3\%$  ni tashkil etsa.

**Javob:**  $Q = 21996$  kDj/kg.

**4.6.-masala.** Qozon agregatida bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 5,6$  kg/ik ga teng bo'lgan tarkibi  $S^r = 41,5\%$ ;  $N^r = 2,9\%$ ;  $S_n^p = 0,4\%$ ;  $N^r = 0,6\%$ ;  $O^r = 13,1\%$ ;  $A^r = 8,0\%$ ;  $W^r = 33,5\%$ . tashkil etgan B2 markali aban ko'miri yoqiladi. Agar yoqilg'ining sof sarfi  $V = 1,12$  kg/ik, o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 4$  MPa, harorati  $t_{p,p} = 400$  °S, ta'minlovchi suvning harorati  $t_{p,v} = 130$  °S uzluksiz purkash kattaligi  $R = 3\%$  va o'choqqa kirayotgandagi yoqilg'i harorati  $t_t = 20$  °S, bo'lsa qozon agregatida foydali ishlatilgan issiqlikni foiz hisobidagisini aniqlang.

**Javob:**  $q_1 = 91\%$ .

**4.7.-masala.** Qozon qurilmasida tarkibi  $S^r = 83,0\%$ ;  $N^r = 10,4\%$ ;  $S_n^p = 2,8\%$ ;  $O^r = 0,7\%$ ;  $A^r = 0,1\%$ ;  $W^r = 3,0\%$  ni tashkil etgan, bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 7,22$  kg/ik bo'lgan yuqori oltingugurtni mazut yoqiladi. Agar mazutni isitish haroratini  $t_t = 90$  °S, yoqilg'ini sof sarfi  $V = 0,527$  kg/ik, o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 1,3$  MPa, harorati  $t_{p,n} = 250$  °S, ta'minlovchi suvning harorati  $t_{p,v} = 100$  °S va uzluksiz purkash kattaligi  $R = 4\%$  ni tashkil etsa, mumknn bo'lgan issiqlikni va qozon agregatida ishlatiladigan foydali issiqlikni foizini aniqlaydi.

**Javob:**  $Q_p^p = 39044$  kDj/kg;  $q_1 = 89,5\%$ .

**4.8.-masala.** Qozon agregatida bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 4,2$  kg/ik va quyi yonish issiqligi  $Q_n^c = 35700$  kDj/ m<sup>3</sup> ga teng bo'lgan Dashavsk

ko'miri yoqiladi. Agar yoqilg'ining sof sarfi  $B = 0,32 \text{ m}^3/\text{ik}$ ,  $1 \text{ m}^3$  yoqilg'ini yonib bo'lishidagi havoning nazariy hajmi  $V^0 = 9,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 400 \text{ }^\circ\text{S}$  ta'minlovchi suvning harorati  $t_{p,v} = 130 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoni harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , qozonga kirayotgan havoning harorati  $t'_v = 230 \text{ }^\circ\text{S}$  va o'choqdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,1$  bo'lsa, qozonga ishlatilgan foydali issiqlikni  $\text{kJ}/\text{m}^3$  va foiz hisobida aniqlang.

**Javob:**  $Q_l = 35568 \text{ kJ}/\text{m}^3$ ;  $q_l = 92,4\%$ .

**4.9.-masala.** Qozon o'chog'ida tarkibi:  $S^r=84,65\%$ ;  $N^r=11,7\%$ ;  $S_a^p=0,3\%$ ;  $O^r=0,3\%$ ;  $A^r=0,05\%$ ;  $W^r=3,0\%$  tashkil etgan oltingugurti bo'lgan mazuti yoqiladi. Agar qozon agregatini havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{ux} = 1,25$  ketayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_{ux} = 180 \text{ }^\circ\text{S}$  qozondagi havoning harorati  $t_v = 40 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoning bosim o'zgarmaganda o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi  $s'_{rv} = 1,297 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ , mazutni isish harorati  $t_t = 95 \text{ }^\circ\text{S}$  ni tashkil etsa, qozon qurilmasidan ketayotgan gazlar bilan yo'qolgan issiqlikni  $\text{kJ}/\text{kg}$  da va foizda aniqlang.

**Echish:** YOqilg'ini ishchi massasining quyi issiqligi (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_n^p = 338S^r + 1025 \cdot N^r - 108,5 (O^r - S_a^p) - 25W^r = 338 \cdot 84,65 + 1025 \cdot 11,7 - 108,5 (0,3 - 0,3) - 25 \cdot 3,0 = 40529 \text{ kJ}/\text{kg}.$$

Issiqlikning sig'imini (4.6) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_T^p = 1,74 + 0,0025t_t = 1,74 + 0,0025 \cdot 95 = 1,98 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}.$$

YOqilg'ining fizik issiqligini (4.4) ifoda yordamida aniqlaymiz:

$$Q_{ul} = c_T^p t_t = 1,98 \cdot 95 = 188 \text{ kJ}/\text{kg}.$$

(4.3) ifoda yordamida mumkin bo'lgan issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q_p^p = Q_H^p + Q_{tl} = 40\,529 + 188 = 40\,717 \text{ kDj/kg.}$$

1 kg qattiq yoki suyuq yoqilg'ini to'liq yonishi uchun quruq havoning nazariy hajmi quyidagi (3.27) ifodadan aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_n^p - O^r) = 0,089 \times 84,65 + \\ + 0,266 \cdot 11,7 + 0,033 (0,3 - 0,3) = 10,62 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

(3.33) ifodadan uch atomli gazlarning hajmi topamiz:

$$V_{RO_2} = 0,0187 (S^r + 0,375 S_n^p) = 0,0187 (84,65 + 0,375 \times 0,3) = 1,58 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Azot gazlarning nazariy hajmi (3.32) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + 0,8N^p/100 = 0,79 \cdot 10,62 = 8,39 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

(3.35) ifodadan suv bug'larining nazariy hajmi topamiz:

$$V_{N_2O}^0 = 0,0124 (9N^r + W^r) + 0,0161 V^0 = 0,0124 \times (9 \cdot 11,7 + 3,0) + \\ + 0,0161 \cdot 10,62 = 1,51 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

$\alpha_t = 1$  va  $\vartheta_{ux} = 180 \text{ }^\circ\text{S}$  bo'lgandagi yonish maxsulotlarining entalpiyasini (3.61) ifoda yordamida aniqlaymiz:

$$I_r^0 = V_{RO_2} (s\vartheta) SO_2 + V_{N_2}^0 (c\vartheta) N_2 + V_{N_2O}^0 (s\vartheta) N_2O = \\ = 1,58 \cdot 319,4 + 8,39 \cdot 234 + 1,51 \cdot 273,4 = 2881 \text{ kDj/kg.}$$

(s $\vartheta$ )SO<sub>2</sub>, (c $\vartheta$ )N<sub>2</sub> va (s $\vartheta$ )N<sub>2</sub>O larning qiymatini 1-jadvaldan aniqlaymiz (ilovaga qarang).

$\alpha_t = 1$  i  $\vartheta_{ux} = 180$  °S bo'lganda havoning entalpiyasi (3.62) ifodadan aniqlaymiz:

$$I_B^{\circ} = V^0 (s\vartheta)_v = 10,62 \cdot 239,2 = 2540 \text{ kDj/kg.}$$

(s $\vartheta$ )<sub>v</sub> ni qiymatini 1-jadvaldan topamiz (ilovaga karang).

(s $\vartheta$ )SO<sub>2</sub>, (c $\vartheta$ )N<sub>2</sub> va (s $\vartheta$ )N<sub>2</sub>O larning qiymatini 1-jadvaldan aniqlaymiz (ilovaga qarang).

$\vartheta_{ux} = 160$  °S bo'lganda (3.60) ifodadan yoqilg'i maxsulotlarining ental'piyasini aniqlaymiz:

$$I_{ux} = I_r^{\circ} + (\alpha_{vx} - 1) I_B^{\circ} = 2881 + (1,25 - 1) 2540 = 3516 \text{ kDj/kg.}$$

Sovuq havoning entalpiyasi:

$$I_{xB}^{\circ} = V^0 s'_{rv} t_v = 10,62 \cdot 1,297 \cdot 40 = 551 \text{ kDj/kg.}$$

(4.12) ifodadan ketayotgan gazlar bilan yo'qolgan issiflikni aniqlaymiz:

$$Q_2 = (I_{yx} - \alpha_{yx} I_{xB}^{\circ}) \frac{100 - q_4}{100} = (3516 - 1,25 \cdot 551) \frac{100 - 0}{100} = 2827 \text{ kDj/kg.}$$

(4.13) ifodadan foizdagi hisobini topamiz:

$$q_2 = (Q_2 / Q_p^p) 100 = (2827 / 40717) 100 = 6,94\%.$$

**Javob:**  $Q_2 = 2827$  kDj/kg,  $q_2 = 6,94\%$ .

**4.10.- masala.** Qozon agregatida tarkibi  $S^r = 54,7 \%$ ;  $N^r = 3,3\%$ ;  $S_n^p = 0,8 \%$ ;  $N^p = 0,8\%$ ;  $O^r = 4,8 \%$ ;  $A_r = 27,6 \%$ ;  $W^p = 8,0\%$  bo‘lgan Karaganda ko‘miri yoqiladi. Agar havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{ux} = 1,43$ , oxirgi gaz xarakatlanuvchi quvurdan chiqayotgan gazlarning hajmi  $V_{yx} = 8,62 \text{ m}^3/\text{kg}$ , ketayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_{vx} = 150 \text{ }^\circ\text{S}$  bosim o‘zgarmagandagi gazlarning hajmiy issiqlik sig‘imi  $s'_{rv} = 1,4 \text{ kDj}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$ , qozondagi havoning harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoning bosim o‘zgarmagandagi issiqlik sig‘imi  $s'_{rv} = 1,297 \text{ kDj}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$  va yoqilg‘ining mexanik to‘liq yonib bo‘lmaganda issiqlik yo‘qolishi  $q_4 = 3 \%$  ni tashkil etsa, qozon agregatining ketayotgan gazlar bilan yo‘qolgan issiqlikni aniqlang  $Q_2$ .

**Javob:**  $Q_2 = 1454 \text{ kDj} / \text{kg}$ .

**4.11.-masala.** Qozon qurilmasida quyi issiqligi  $Q_n^p = 27600 \text{ kDj}/\text{kg}$  bo‘lgan ko‘mir yoqiladi qozon agregatining va ketayotgan gazlar bilan  $\%$  (protsent) hisobiga yo‘qolgan issiqlikni aniqlang, agar havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{ux} = 1,4$ , ketayotgan gazlarning hajmi  $V_{yx} = 10,5 \text{ m}^3/\text{kg}$  ketayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_{ux} = 160 \text{ }^\circ\text{S}$  gazlarning  $r = \text{const}$  bo‘lgandagi issiqlik sig‘imi  $s'_{r ux} = 1,415 \text{ kDj} / (\text{m}^3 \cdot \text{K})$ , 1kg yoqilg‘ini yonishi uchun zarur bo‘lgan havoning nazariy hajmi  $V^0 = 7,2 \text{ m}^3/\text{kg}$ , qozondagi havoning harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  o‘choqqa kirib kelayotgan havoning harorati  $t'_v = 180 \text{ }^\circ\text{S}$ , o‘choqdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,2$ : xavoning bosim o‘zgarmagandagi hajmiy issiqlik sig‘imi  $s'_{rv} = 1,297 \text{ kDj}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$  va yoqilg‘ini mexanik to‘liq yonib bo‘lmasligi tufayli yo‘qolgan issiqlik  $q_4 = 4\%$  ni tashkil etsa.

**Javob:**  $q_2 = 6,5 \%$ .

**4.12.-masala.** Ketayotgan gazlarning harorati  $V_k 160 \text{ }^\circ\text{S}$  dan  $180 \text{ }^\circ\text{S}$  gacha ortsa, ketayotgan gazlar bilan yo‘qolish, va qozon agregatining issiqlik yo‘qolishi kancha ko‘tariladi, agar havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_k = 1,48$ , oxirgi gaz xarakatlanuvchi quvurdan chiqib ketayotgan gazlarning hajmi  $V_k = 4,6 \text{ m}^3/\text{kg}$ , gazlarning bosim o‘zgarmagandagi hajmiy issiqlik sig‘imi  $S_r^1 = 1415 \text{ kDj}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$  1 kg yoqilg‘ini yonishi uchun zarur bo‘lgan havoning nazariy hajmi  $V^0 = 2,5 \text{ m}^3/\text{kg}$ ,

qozondagi havoning harorati  $t_x < 30$  °S havoning bosim o'zgarmagandagi hajmiy issiqlik sig'imi  $S_r^1 = 1,297$  kDj/m<sup>3</sup>·K issiqlik yo'qolishi  $Q_4 = 340$  kDj/kg bo'lsa qozon agregati quyi issiqligi  $Q_k^r = 8500$  kDj/kg teng bo'lgan tarafda ishlaydi.

**Javob:**  $\Delta q_2 = 1,5\%$

**4.13.-masala.** Ketayotgan gazlarning va qozon agregatining foiz hisobidagi issiqlik yo'qolishini aniqlang, agar havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{ux} = 1,5$ , ketayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_{ux} = 150$  °S qozonxonadagi havoning harorati  $t_v = 30$  °S: havoning bosim o'zgarmagandagi issiqlik sig'imi  $s'_{r v} = 1,297$  kDj/m<sup>3</sup>·K, 1kg yoqilg'ini yonish uchun zarur bo'lgan havoning nazariy hajmi  $V^0 = 5,815$  m<sup>3</sup>/kg, qozondagi havoning harorati  $t_x = 30$  °S, havoning o'rtacha bosimi o'zgarmagandagi issiqlik sig'imi  $S_{rx}^1 = 1,297$  kDj/m<sup>3</sup>·K, yoqilg'ini mexanik to'liq yonib bo'lmasligida issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 3,5\%$  tashkil etsa qozon agregati markasi B2 bo'lgan :  $S^r = 41,5\%$ ;  $N^r = 2,9\%$ ;  $S_n^p = 0,4\%$ ;  $N^r = 0,6\%$ ;  $O^r = 13,1\%$ ;  $A^r = 8,0\%$ ;  $W^r = 33,5\%$  tashkil etgan aban ko'mirida ishlaydi.

**Javob:**  $q_2 = 8,0\%$ .

**4.14.-masala.** Ketayotgan gazlar bilan yo'qolgan issiqlik va qozon qurilmasining issiqligi qanchaga kamayadi, agarda ketayotgan gazlarning harorati 145 °S dan 130 °S gacha pasaysa. Havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{ux} = 1,43$ , gazlarni hajmi  $V_{yx} = 8,62$  m<sup>3</sup>/kg, gazlarning bosim o'zgarmagandagi issiqlik sig'imi  $s'_{r ux} = 1,415$  kDj/m<sup>3</sup>·K, 1kg yoqilg'ini yonishi uchun zarur bo'lgan yoqilg'ining nazariy hajmi  $V^0 = 5,815$  m<sup>3</sup>/kg, qozondagi havoning harorati  $t_v = 30$  °S bosim o'zgarmagandagi havoning issiqlik sig'imi  $s'_{r v} = 1,297$  kDj/m<sup>3</sup>·K yoqilg'ining mexanik to'liq yonib bo'lmasligida issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 3\%$  tashkil etadi. Qozon agregati quyi issiqligi  $Q_n^p = 22\ 290$  kDj/kg bo'lgan tosh ko'mirida ishlaydi.

**Javob:**  $\Delta q = 0,8\%$ .

**4.15.-masala.** Tarkibi  $S^r = 37,3\%$ ;  $N^r = 2,8\%$ ,  $S_n^p = 1,0\%$ ,  $N^r = 0,9\%$ ,  $O^r = 10,5\%$ ;  $A^r = 29,5\%$ ;  $W^r = 18,0\%$  bo'lgan B2 markali CHelyabinsk ko'mirida ishlaydi. Agar ketayotgan gazlarda  $SO = 0,35\%$  ni uch atomli gazlar  $RO_2 = 18,5$



% va o‘choqqa kirayotgan yoqilg‘ini harorati  $t_t = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  bo‘lsa, kimyoviy to‘liq yonib bo‘lmagandagi yo‘qolgan issiqlik kDj/kg da va foiz hisobidagisini aniqlang.

**Echish:** (3.12) ifoda yordamida quyi yonish issiqlig‘ini aniqlaymiz:

$$Q_{\text{H}}^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5 (O^r - S_{\text{H}}^p) - 25W^p = 338 \cdot 37,3 + 1025 \cdot 2,8 - 108,5 (10,5 - 1,0) = 25 \cdot 18,0 = 13\,542 \text{ kDj/kg.}$$

YOqilg‘i ishchi massasini issiqlik sig‘imini aniqlaymiz (4.5) ifodadan:

$$c_{\text{T}}^p = c_{\text{T}}^c \frac{100 - W^p}{100} + c_{\text{H}_2\text{O}} \frac{W^p}{100} = 1,088 \frac{100 - 18}{100} + 4,19 \frac{18}{100} = 1,65 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K).}$$

YOqilg‘ini fizik issiqligini (4.4) ifodadan:

$$Q_{\text{tl}} = c_{\text{T}}^p t_t = 1,65 \cdot 30 = 49,5 \text{ kDj/kg,}$$

(4.3) ifodadan mumkin bo‘lgan issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q_p^p = Q_{\text{H}}^p + Q_{\text{tl}} = 13\,542 + 49,5 = 13591,5 \text{ kDj/kg.}$$

(4.14) ifoda yordamida yoqilg‘ini kimyoviy to‘liq yonib bo‘lmagandagi issiqlik yo‘qolishi aniqlaymiz:

$$Q_3 = 237 (S^r + 0,375 S_{\text{H}}^p) \cdot \text{CO}/(\text{RO}_2 + \text{SO}) = 237 (37,3 + 0,375 \cdot 1,0) 0,35 / (18,5 + 0,35) = 165,8 \text{ kDj/kg,}$$

YOki (4.15) ifodadan foiz hisobidagisini aniqlaymiz:

$$q_3 = (Q_3 / Q_p^p) \cdot 100 = (165,8 / 13591,5) \cdot 100 = 1,22 \%$$

**Javob:**  $\Delta q = 1,22\%$ .

**4.16.- masala.** Kimyoviy yoqilg'ini to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishini kDj/kg va foiz hisobidagisini aniqlang, agar ketayotgan gazlar tarkibida  $SO = 0,28\%$  va uch atomli gazlar miqdori  $RO_2 = 19\%$  tashkil etsa. Qozon agregati tarkibi  $S^r = 58,7\%$ , oltingugurt  $S_n^p = 0,3 \%$  ni tashkil qilgan, quyi yonish issiqligi  $Q_q^p = 22825$  kDj/kg ni tashkil etgan tosh ko'mirida ishlaydi.

**Javob:**  $Q_3 = 202$  kDj/kg;  $q_3 = 0,89\%$ .

**4.17.-masala.** Qozon agregatida tarkibi  $S^r = 58,7 \%$ ;  $N^r = 4,2 \%$ ;  $S_n^p = 0,3 \%$ ;  $N^r = 1,9 \%$ ;  $O^r = 9,7 \%$ ;  $A^r = 13,2 \%$ ;  $W^r = 12,0 \%$  bo'lgan D markali Kuznetsk ko'mirida ishlaydi. YOqilg'ini mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishini kDj/kg va foiz hisobidagisini aniqlang, agar o'choqqa kirishdagi gazlarning harorati  $t_t = 30$  °S, yoqilg'ini tarkibidagi **kukun** va **shlakning** ulushi  $a_{shl+pr} = 70\%$ , olib ketilayotgandagi **kukunni** ulushi  $a_{up} = 30\%$  shlakdagi va tulib ketishdagi yonuvchilarni miqdori  $S_{shl+pr} = 35\%$ , ketayotganda yonuvchilarni miqdori  $S_{un} = 40\%$ . ega bo'lsa.

**Echish:** YOqilg'ini ishchi massasini quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_u^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5 (O^r - S_n^p) - 25W^r = 338 \cdot 58,7 + 1025 \cdot 4,2 - 108,5 (9,7 - 0,3) - 25 \cdot 12,0 = 22\ 825 \text{ kDj/kg.}$$

(4.5) ifodadan yoqilg'i ishchi massasini issiqlikning sig'imini aniqlaymiz:

$$c_r^p = c_r^c \frac{100 - W^p}{100} + c_{H_2O} \frac{W^p}{100} = 0,962 \frac{100 - 12,0}{100} + 4,19 \frac{12,0}{100} = 1,349 \text{ kDj/kg} \cdot K.$$

YOqilg'ini fizik issiqligini (4.4) ifodadan:

$$Q_{tl} = c_T^p t_t = 1,349 \cdot 30 = 40,5 \text{ kDj/kg.}$$

Mumkin bo‘lgan issiqlikni (4.3) ifodadan:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{tl} = 22\,825 + 40,5 = 22\,865,5 \text{ kDj/kg.}$$

YOqilg‘ini mexanik to‘liq yonib bo‘lmagandagi issiqligini yo‘qolishini (4.17) ifodadan (foiz hisobi):

$$q = \frac{327 A^p}{Q_p^p} \left( a_{\text{mml+np}} \frac{c_{\text{mml+np}}}{100 - c_{\text{mml+np}}} + a_{\text{yh}} \frac{c_{\text{yh}}}{100 - c_{\text{yh}}} \right) =$$

$$= \frac{327 \cdot 13,2}{22865,5} \left( 70 \frac{35}{100 - 35} + 30 \frac{40}{100 - 40} \right) = 10,9\%.$$

kDj/kg hisobida:

$$Q_4 = q_4 Q_p^p / 100 = 10,9 \cdot 22\,865,5 / 100 = 2492,3 \text{ kDj/kg.}$$

**Javob:**  $Q_4 = 2492,3 \text{ kDj/kg}$ ;  $q_4 = 10,9\%$ .

**4.18.-masala.** Mexanik to‘liq yonib bo‘lmasligidan issiqlik yo‘qolishini kDj/kg va foiz hisobidagisini aniqlang, agar shlak bilan yo‘qolgan issiqlik  $Q_4^{\text{mml}} = 600 \text{ kDj/kg}$ , tushib ketishida yo‘qolgan issiqlik  $Q_4^{\text{np}} = 100 \text{ kDj/kg}$ , yoqilg‘i zarrachalari bilan yo‘qolgan issiqlik  $Q_4^{\text{yh}} = 760 \text{ kDj/kg}$  tashkil etsa. Qozon agregati tarkibi :  $S^r = 62,7 \%$ ;  $N^r = 3,1 \%$ ;  $S_n^p = 2,8 \%$ ;  $N^r = 0,9 \%$ ;  $O^p = 1,7 \%$ ;  $A^r = 23,8 \%$ ;  $W^r = 5,0 \%$  bo‘lga T markali Dopetsk ko‘mirida ishlaydi.

**Javob:**  $Q_4 = 1460 \text{ kDj/kg}$ ;  $q_4 = 6 \%$ .

**4.19.-masala.** Tashqi muhitga yo‘qolgan issiqlikni kDj/kg va foiz hisobidagisini aniklang, agar o‘qilg‘ini o‘choqqa kirishdagi harorati  $t_c = 20 \text{ }^\circ\text{S}$  qozon agregatidagi foydali ishlatilgach issiqlik  $q_1 = 84 \%$ , eqilg‘ining kimeviy to‘liq enib bo‘lmasligida yo‘qolgan issiqlik  $q_3 = 0,5 \%$ , o‘qilg‘ini mexanik to‘liq enib bo‘lmagandagi issiqlik yo‘qolish  $q_4 = 4\%$  ni tashkil etsa qozon agregati Moskva viloyatidagi nomligi  $W^p = 32\%$  va quyi yonish issiqlik  $Q^p=10514 \text{ kDj/kg}$  ga teng bo‘lgan B2 markali ko‘mirda ishlaydi.

**Javob:**  $q_3 = 0,5 \%$ ;  $Q_3 = 52,8 \text{ kDj/kg}$ .

**4.20.- masala.** Qozon agregatining o‘chog‘ida tarkibi  $S^r = 63,8 \%$ ;  $N^r = 1,2 \%$ ;  $S_n^p = 1,7 \%$ ;  $N^r = 0,6 \%$ ;  $O^r = 1,3 \%$ ;  $A^r = 22,9 \%$ ;  $W^r = 8,5 \%$  bo‘lgan A markali dopetsk ko‘mirida ishlaydi. Agar shlakdagi kukunni ulushi  $a_{shl} = 0,8$ , shlakning issiqlik sig‘imi  $s_{shl} = 0,934 \text{ kDj/kg}\cdot\text{K}$  va shlakning harorati  $t_{shl} = 600 \text{ }^\circ\text{S}$  aniq bo‘lsa, shlakning fizik eyilishidagi yo‘qolgan issiqlikni kDj/kg va foiz hisobida yo‘qolgan issiqlikni aniqlang.

**Javob:**  $Q_v = 102,6 \text{ kDj/kg}$ ;  $q_v = 0,5 \%$ .

**4.21.- masala.** Agar qozon agregatidagi foydali ishlatilgan issiqlik  $q_1 = 86\%$ , ketayotgan gazlar bilan yo‘qolgan issiqlik  $q_2 = 8,5\%$ , o‘qilg‘ini kimeviy to‘liq enib bo‘lganidagi yo‘qolgan issiqlik  $q_3 = 0,7 \%$ , shlakdagi yoqilg‘i ulushi  $a_{shl} = 0,9$ , qozondagi havoning harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , o‘choqqa kirib kelayotgan havoning harorati  $t'_v = 189 \text{ }^\circ\text{S}$  va o‘choqdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$  aniq bo‘lsa, tashqi muhitga yo‘qolgan issiqlikning foiz hisobidagisini aniqlang. Qozon agregati tarkibi:  $S^r = 62,7 \%$ ;  $N^r = 3,1 \%$ ;  $S_n^p = 2,8 \%$ ;  $N^p = 0,9 \%$ ;  $O^p = 1,7 \%$ ;  $A^r = 23,8 \%$ ;  $W^r = 5,0 \%$  ni tashkil etgan T markali donetsk ko‘mirida ishlaydi. YOqilg‘ini mexanik to‘liq yonib bo‘lmaganida bo‘lgan issiqligi  $q_4 = 4,0\%$ , shlakning issiqlik sig‘imi  $s_{shl} = 0,934 \text{ kDj/(kg}\cdot\text{K)}$ , shlakning harorati  $t_{shl} = 600 \text{ }^\circ\text{S}$  ni tashkil etadi.

**Echish:** YOqilg‘ini ishchi massasini quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_h^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5 (O^r - S_x^p) - 25W^r = 338 \cdot 62,7 + 1025 \cdot 3,1 - 108,5 (1,7 - 2,8) - 25 \cdot 5,0 = 24\,365 \text{ kDj/kg.}$$

(3 27) ifoda yordamida havoning normal hajmini aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_x^p - O^p) = 0,089 \cdot 62,7 + 0,266 \cdot 3,1 + 0,033 (2,8 - 1,7) = 6,44 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

(4.7) ifoda yordamida havo bilan uchoqqa kirib keluvchi issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q_{v.vn} = \alpha_t V^0 s'_{rv} \Delta t_v = 1,3 \cdot 6,44 \cdot 1,33 \cdot 149 = 1659 \text{ kDj/kg.}$$

Mumkin bo'lgan issiqlikni (4.3) ifodadan topamiz:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{v.vn} = 24365 + 1659 = 26\,024 \text{ kDj/kg.}$$

SHlakning fizik issiqligida yo'qolgan issiqlikning (4.21) ifodadan aniqlaymiz:

$$q_6 = \frac{a_{uhl} c_{uhl} t_{uhl} A_p}{Q_p^p} = \frac{0,9 \cdot 0,934 \cdot 700 \cdot 23,8}{26024} = 0,48\%$$

Atrof muxitga yo'qolgan issiqlikni (4.19) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} q_5 &= 100 - (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_6) = \\ &= 100 - (86 + 8,5 + 0,7 + 4,0 + 0,48) = 0,32 \%. \end{aligned}$$

**Javob:**  $q_5 = 0,32\%$ .

**4.22.–masala.** Ko‘mir kukunli qozon qurilmasining o‘chog‘ida quyi yonish issiqligi  $Q_n^p = 16000$  kDj/kg bo‘lgan bug‘ ishlab chiqarilish unumdorligi  $D = 8,86$  kg/ik ga teng bo‘lgan qo‘ng‘ir ko‘mir yoqiladi. Qozon agregatining (brutto) f.i.k. ini, shartli yoqilg‘idagi yoqilg‘ining sof sarfini aniqlang, agar o‘ta qizigan bug‘ bosimi  $r_{p,p} = 5$  MPa harorati  $t_{p,p} = 450$  °S, ta‘minlovchi suv harorati  $t_{p,v} = 170$  °S, uzluksiz purkash kattaligi  $P = 5\%$ , ketayotgan taklif bilan tarqalgan issiqlik  $q_2 = 8\%$ , yoqilg‘ini kimyoviy to‘liq yonib bo‘lganidagi yo‘qolgan issiqlik  $q_3 = 0,7\%$ , mexanik to‘liq yonib bo‘lmagandagi yo‘qolgan issiqlik  $q_4 = 1,2\%$ , tashqi muhitga yo‘qolgan issiqlik  $q_5 = 1,6\%$  va shlakdagi yo‘qolgan issiqlik  $q_6 = 0,4\%$  ni tashkil etsa.

**YOchish:** Qozon agregatining (brutto) F.I.K.ni (4.23) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned}\eta_{ka}^{\text{6p}} &= 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) = \\ &= 100 - (8 + 0,7 + 1,2 + 1,6 + 0,45) = 88,05 \%\end{aligned}$$

YOqilg‘ini sof sarfini (4.25) ifodadan:

$$\begin{aligned}B &= \frac{D_{\text{ne}} [(i_{\text{II.П}} - i_{\text{II.B}}) + (P/100)(i_{\text{K.B}} - i_{\text{II.B}})]}{Q_p^p \eta_{ka}^{\text{6p}}} 100 = \\ &= \frac{8,86 [(3438 \cdot 719,3) + (5/100)(1154,2 - 719,9)]}{16000 \cdot 88,05} 100 = 1,72 \text{ kg/ik.}\end{aligned}$$

$D_{\text{pe}} = D$ , chunki to‘yingan bug‘ olinmaydi.

Mumkin bo‘lgan issiqlik  $Q_p^p = Q_n^p = 16000$  kDj/kg bug‘ning entalpiyasini is diagrammadan aniqlaymiz  $i_{p,p} = 3438$  kDj/kg, ta‘minlovchi va qozon suvining entalpiyasini 2.3 jadvaldan (ilovaga qarang) aniqlaymiz:  $i_{p,v} = 719,3$  kDj/kg;  $i_{k,v} = 1154,2$  kDj/kg.

SHartli yoqilg‘i sarfi (3.22) ifodadan:

$$V_u = VE = V Q_u^p / 29\,300 = 1,72 \cdot 16\,000 / 29\,300 = 0,94 \text{ kg/ik.}$$

**Javob:**  $\eta_{ka}^{6p} = 88,05 \%$ ;  $V = 1,72 \text{ kg/s}$ ;  $V_u = 0,94 \text{ kg/ik}$ .

**4.23.-masala.** Tarkibi:  $S^r = 58,7 \%$ ;  $N^r = 4,2 \%$ ;  $S_n^p = 0,3 \%$ ;  $N^r = 1,9 \%$ ;  $O^r = 9,7 \%$ ;  $A^r = 13,2 \%$ ;  $W^r = 12,0 \%$  ni tashkil etgan D markali kuznetsk ko‘mirida ishlaydigan qozon qurilmasining brutto va netto f.i.k. ini aniqlang, agar yoqilg‘ining sof sarfi  $V = 0,26 \text{ kg/ik}$ , bug‘ ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 2,0 \text{ kg/ik}$ , o‘ta qizigan bug‘ bosimi  $r_{p,p} = 5 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 500 \text{ }^\circ\text{S}$ , ta‘minlovchi suv harorati  $t_{p,v} = 150 \text{ }^\circ\text{S}$ , uzluksiz nurlash kattaligi  $P = 4\%$ , qozonxonaning o‘zi uchun sarflangan bug‘ni sarfi  $D_{c,n} = 0,02 \text{ kg/ik}$ , o‘zi uchun sarflangan bug‘ni bosimi  $r_{s,n} = 0,6 \text{ MPa}$  ni tashkil etsa.

**Echish:** YOqilg‘i ishchi massasi quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_u^p = Q_p^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5(O^r - S_n^p) - 25W^r = 338 \cdot 58,7 + \\ + 1025 \cdot 4,2 - 108,5(9,7 - 0,3) - 25 \cdot 12,0 = 22825 \text{ kDj/kg.}$$

Qozon agregatining foydali ishlatilgan issiqligi (4.9):

$$Q_1 = \frac{D_{ne}}{B} \left[ (i_{n,n} - i_{n,b}) + \frac{P}{100} (i_{k,b} - i_{n,b}) \right] = \frac{2,0}{0,26} \left[ (3438 - 632,2) + \frac{4}{100} (1154,2 - 632,2) \right] = \\ = 21744 \text{ kDj/kg}$$

$D_K = D$ , chunki to‘yingan bug‘ olinmaydi (brutto) f.i.k. (4.22) ifodadan:

$$\eta_{ka}^{6p} = (Q_1 / Q_p^p) 100 = (21\,744 / 22\,825) 100 = 95,26 \%$$

O‘ziga sarflangan yoqilg‘ining sarfi:

$$Q_{c.H} = \frac{D_{c.H}}{B} (i_{c.H} - i_{n.B}) = \frac{0,02}{0,26} (2756,9 - 632,2) = 163,4 \text{ kDj/kg.}$$

(netto) f.i.k. (4.24) ifodadan:

$$\eta_{k.y}^{HT} = \eta_{k.a}^{6p} - \frac{Q_{c.H}}{BQ_p^p} 100 = 95,26 - \frac{163,4}{22825 \cdot 0,26} 100 = 92,51\%.$$

**Javob:**  $\eta_{k.a}^{br} = 95,26\%$ ;  $\eta_{k.a}^n = 92,51\%$ .

**4.24. masala.** Qozon agregatida tarkibi  $S^r = 88,5\%$ ;  $N^r = 43\%$ ;  $S_a^p = 0,5\%$ ;  $N^r = 1,8\%$ ;  $O^r = 4,7\%$ ;  $A^p = 13\%$ ;  $W^p = 7,0\%$  tashkil etgan toshko‘mir yoqiladi. Qozonxonadagi havo harorati  $t_v = 25\text{ }^\circ\text{S}$ , o‘choqqa kirib kelayotgan havoning harorati  $t'_v = 175\text{ }^\circ\text{S}$ , shchoqdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha = 1,3$ , ketayotgan gazlar bilan yo‘qolgan issiqlik  $Q_2 = 2360\text{ kDj/kg}$ , yoqilg‘ini kimyoviy yonib bo‘lmaganida yo‘qolgan issiqlik  $Q_3 = 147,5\text{ kDj/kg}$ ; yoqilg‘ini mexanik to‘liq yonib bo‘lmagandagi yo‘qolgan issiqlik  $Q_4 = 1180\text{ kDj/kg}$ , tashqi muhitga yo‘qolgan issiqlik  $Q_5 = 1473\text{ kDj/kg}$  va ilok bilan yo‘qolgan issiqlik  $Q_6 = 88,5\text{ kDj/kg}$ , ni tashkil etganida qozon agregatining (brutto) f.i.k. ini aniqlang.

**Javob:**  $\eta_{k.a}^{6p} = 86,7\%$ .

**4.25.-masala.** Qozon agregatining (brutto) f.i.k.  $\eta_{q.a}^{br} = 89,6\%$ , yoqilg‘i sarfi  $V = 0,334\text{ kg/ik}$ , qozonxona uchun zarur bo‘lgan bug‘ sarfi  $D_{s.n} = 0,012\text{ kg/ik}$ , o‘zi uchun zarur bo‘lgan bug‘ bosimi  $r_{o'z} = 0,5\text{ MPa}$ , ta‘minlovchi suv harorati  $t_{p.v} = 120\text{ }^\circ\text{S}$ , teng bo‘lganida qozon agregatining (netto) f.i.k. ini aniqlang. Qozonxona kukuni  $A^p = 0,1\%$ , namligi  $W^p = 3\%$ , va quyi yonish issiqligi  $Q_H^r = 40090\text{ kDj/kg}$  ni tashkil etsa yuqori oltingugurtli mazutda ishlaydi. Mazutning isitish harorati  $t_c = 90\text{ }^\circ\text{S}$

**Javob:**  $\eta_{k.y}^{HT} = 89,0\%$ .



**4.26.-masala.** Suv isitib beruvchi qozonda yonish issiqligi  $Q_h^c = 35799$  kDj/m<sup>3</sup> tashkil qilgan Saratov tab gazi yoqiladi. Agar qozon agregatining (brutto) f.i.k. i  $\eta_q^{br} = 89\%$  ni, suvning sarfi  $M_s = 75$  kg/ik, qozonga kirishdagi suvning harorati  $t_1 = 70$  °S, qozondan chiqayotgan suvning harorati  $t_2 = 150$  °S, bo'lsa, yoqilg'ining sof sarfini va o'artli yoqilg'i sarfini aniqlang.

**Javob:**  $V = 0,79$  kg/ik;  $V_u = 0,965$  kg/ik.

**4.27.-masala.** Bug' qozonining o'chog'ida bug' ishlab chiqarish qobiliyati teng bo'lgan  $D = 6,6$  kg/ik, past yonish issiqligi  $Q_h^p = 13997$  kDj/kg bo'lgan B3 markali CHelyabinsk ko'miri yonadi. Agar qozonga yoqilg'ining harorati kirayotgandagi malum bo'lsa,  $t_t = 30$  °S, yoqilg'i ishchi massasining issiqlik sig'imi  $c_t^p = 2,2$  kDj/(kg·K). Qozon agregatining f.i.k. brutto)  $\eta_{k.a}^{br} = 92,5\%$ , to'yingan bug'ning bosimi  $r_{o'.t.b} = 5$  MPa, o'ta to'yingan bug'ning harorati  $t_{o'.t.b} = 450$  °S, kondensatning harorati  $t_k = 36$  °C, regenerativ isitgichdan keyingi ichimlik suvining harorati  $t_{i.s} = 150$  °S va uzluksiz purkash  $P = 5\%$  bo'lsa, yoqilg'ining foiz hisobidagi iqtisodiylikni aniqlang.

**Echish:** YOqilg'ining fizik issiqligini 4.4 ifoda bilan aniqlaymiz:

$$Q_{t.l} = c_t^p t_t = 2,2 \cdot 30 = 66 \text{ kDj/kg.}$$

Mumkin bo'lgan issiqlikni 4.3 ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{t.l} = 13\,997 + 66 = 14063 \text{ kDj/kg.}$$

Regenerativ isitishsiz bo'lgan holatda yoqilg'ining sarfi 4.25 ifoda bilan aniqlaymiz:

$$B_1 = \frac{D_{\text{icc}} [(i_{\text{II.II}} - i_{\text{K}}) + (p/100)(i_{\text{K.B}} - i_{\text{K}})]}{Q_p^p \eta_{\text{K.a}}^{\text{op}}} 100 =$$

$$= \frac{5,6[(3318 - 150,8) + (5/100)(1154,2 - 150,8)]}{14063 \cdot 92,5} 100 = 1,63 \text{ kg/ik}$$

$D_i = D$ , to‘yingan bug‘ning olinishi bo‘lmagani uchun.

Regenerativ isitilgandagi yoqilg‘ining sarfi:

$$B_2 = \frac{D_{\text{icc}} [(i_{\text{II.II}} - i_{\text{II.B}}) + (P/100)(i_{\text{K.B}} - i_{\text{II.B}})]}{Q_p^p \eta_{\text{K.a}}^{\text{op}}} 100 =$$

$$= \frac{5,6[(3318 - 632,2) + (5/100)(1154,2 - 632,2)]}{14063 \cdot 92,5} 100 = 1,37 \text{ kg/ik}$$

YOqilg‘ining iqtisodiyliigi:

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B_1} 100 = \frac{1,63 - 1,37}{1,63} 100 = 15,95\%$$

**Javob:**  $\Delta B = 15,95\%$ .

**4.28.-masala.** Qozon agregatining qozondagi ishlab chiqarish qobiliyati  $D = 64 \text{ kg/ik}$  bo‘lgan rost yoqish issiqligi  $Q_{\text{H}}^p = 15\,300 \text{ kDj/kg}$  bo‘lgan qo‘ng‘ir ko‘mir yonadi. YOqilg‘ining hisoblangan va shartli sarfini aniqlang, agar bug‘ agregatining f.i.k. (brutto) aniq bo‘lsa,  $\eta_{\text{ba}}^{\text{br}} = 89,3\%$ ; o‘ta qig‘igan bug‘ning bosimi  $p_{\text{o‘.q.b.}} = 10 \text{ MPa}$ , o‘ta qizigan bug‘ning harorati  $t_{\text{o‘.q.b.}} = 510 \text{ }^{\circ}\text{S}$ , ichimlik suvini harorati  $t_{\text{i.s.}} = 215 \text{ }^{\circ}\text{S}$ , shlakli yoqilg‘ining issiqlik yo‘qotishi  $Q_4^{\text{shl}} = 172 \text{ kDj/kg}$ , yoqilg‘i tushishdagi issiqlik yo‘qolishi  $Q_4^{\text{np}} = 250 \text{ kDj/kg}$ , va yoqilg‘i zarrachalarining ketayotgan gazlar bilan olib ketiladigan issiqlik yo‘qolishi  $Q_4^{\text{yh}} = 190 \text{ kDj/kg}$ , teng bo‘lsa.

**Javob:**  $V_r = 11,4 \text{ kg/ik}$ ;  $V_u = 6,06 \text{ kg/ik}$ .

**4.29.-masala.** Qozon qurilmasining o‘chog‘ida bug‘ ishlab chiqarish qobiliyati  $D = 3,9$  kg/ik bo‘lgan past yonish issiqligi  $Q_H^c = 35675$  kDj/m<sup>3</sup> bo‘lgan stavropol tabiiy gazi yonadi. Agar qozon agregatining (brutto) f.i.k.  $\eta_q^{br} = 91\%$ , o‘ta qizigan bug‘ning harorati  $t_{o't} = 280$  °S, kondensatning harorati  $t_k = 32$  °S, regenerativ isitgichdan keyingi ta‘minlovchi suvning harorati  $t_{t.s.} = 100$  °S, uzluksiz purkash kattaligi  $p_{p.p.} = 3\%$ , tashkil qilgandagi regenerativ isitgichlardan keyingi bug‘ qozonni to‘ldirish uchun ketayotgan kondensatni isitish uchun olingan shartli yoqilg‘ining foiz hisobidagi iqtisodiyligini aniqlang.

**Javob:**  $\Delta V_u = 10\%$ .

## 4.2. O‘choq qurilmalarining xarakteristikalari

Qatlamli o‘choqlar uchun asosiy issiqlik xarakteristikalari bo‘lib, kolosnikli reshoytkalarni (yonish oynasi) yuzasi o‘choqning hajmi va o‘choqning f.i.k. issiqlik kuchlanishi kamerasi o‘choqlar uchun issiqlik kuchlanishi hisoblanadi.

Kolosnikli reshoytkalar yuzasi (kVt/m<sup>2</sup>) ning issiqlik kuchlanishi:

$$Q/R = VQ_H^p/R, \quad (4.27)$$

bu erda  $B$  – yoqilg‘ining natural sarfi, kg/sek;

$Q_H^p$  – pastki yonish issiqligi, kJ/kg;

$R$  – kolosnikli reshoytkalarning yuzasi, m<sup>2</sup>;

O‘choq hajmining issiqlik kuchlanishi (kVt/m<sup>3</sup>):

$$Q/V_t = VQ_H^p/V_t, \quad (4.28)$$

bu erda  $V_t$  – o‘choq hajmi, m<sup>3</sup>.

O‘choqning foydali ish koeffitsienti:

$$\eta_t = 100 - q_3 - q_4, \quad (4.29)$$

bunda  $q_3$  – yoqilg'ini kimyoviy to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yoqolishi, %;

$q_4$  – yoqilg'ini to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qotilishi, %.

**4.30.-masala.** Moskva viloyatidagi markasi B2 va tarkibi:  $S^r = 28,7$  %;  $N^r = 2,2$  %;  $S_n^p = 2,7$  %;  $N^r = 0,6$  %;  $O^p = 8,6$  %;  $A^r = 25,2$  %;  $W^r = 32,0$  % ni tashkil etgan bilan ishlaydigan va bug' ishlab chiqarish samaradorligi  $D = 6,1$  kg/ik bo'lgan vertikal suv quvuri qozonlar uchun zarur bo'lgan kolosnikli reshyotkalarining yuzasini aniqlang, agar qozonga kirayotgan yoqilg'ining harorati  $t_t = 20$  °S, o'ta qizigan bug'ning harorati  $t_{p,p} = 420$  °S, bosimi  $r_{p,p} = 4$  MPa, ta'minlovchi suvning harorati  $t_{p,v} = 180$  °S, qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 87$  %, uzluksiz nurlanish kattaligi  $P = 4$  %, kolosnikli reshyotka yuzasining issiqlik kuchlanishi  $Q/R = 1170$  kVt/m<sup>2</sup> bo'lsa.

**Javob:**  $R = 14,8$  m<sup>2</sup>.

**4.31.-masala.** Bug' ishlab chiqarish samaradorligi  $D = 13,8$  kg/s, kam oltingugurtli mazutning tarkibi  $S^r = 84,65$  %;  $N^r = 11,7$  %;  $S_n^p = 0,3$  %;  $O^r = 0,3$  %;  $A^r = 0,05$  %;  $W^r = 3,0$  %, bo'lgan o'choqning yuzasini aniqlang, agar mazutning isish harorati  $t_t = 90$  °S, o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 1,4$  MPa, O'ta qizigan bug'ning harorati  $t_{p,v} = 100$  °S, qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 88$  %, o'choq hajmining issiqlik kuchlanishi  $Q/V_t = 490$  kVt/m<sup>3</sup> ga teng bo'lsa.

**Javob:**  $V_t = 86$  m<sup>3</sup>.

**4.32.-masala.** Bug'ni ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 8,45$  kg/s bo'lgan qozon agregatining f.i.k. ini, O'choqning yuzasini hajmini va kolosnikli reshyotkaning yuzasini aniqlang, agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 1,6$  MPa, O'ta qizigan bug' harorati  $t_{p,p} = 300$  °S, ta'minlovchi suv harorati  $t_{p,v} = 120$  °S, qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 88$  %, uzluksiz purkash kattaligi  $P = 5$  %, kolosnikli reshyotkaning yuzasini issiqlik kuchlanishi  $Q/R = 1045$  kVt/m<sup>2</sup> va o'choqning yuzasini hajmi issiqlik kuchlanishi  $Q/V_t = 400$  kVt/m<sup>3</sup>, kimyoviy to'liq

yonib bo‘lmagandagi issiqlik yo‘qolishi  $q_3 = 0,8\%$  va mexanik to‘liq yonib bo‘lmagandagi issiqlik yo‘qolishi  $q_4 = 6,5\%$ , bo‘lsa. Qozon qurilmasida quyi yonish issiqligi  $Q_H^r = 34345$  kDj/kg ga teng bo‘lgan T markali Kuznetsk ko‘mirida ishlaydi. YOqilg‘i tarkibi  $A^r = 18,8\%$  va namligi  $W^r = 8,5\%$  teng bo‘lsa.

**Echish:** YOqilg‘ining ishchi massasini quyi yonish issiqligining quyidagi (3.14) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_H^p = Q_p^p = Q_H^r \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} - 25W^p = 34345 \frac{100 - (18,8 + 8,5)}{100} - 25 \cdot 8,5 = 24756 \text{ kDj/kg}$$

YOqilg‘ini sarfini (4.25) ifodadan aniqlanadi:

$$B = \frac{D_{\text{не}} [(i_{\text{п.п}} - i_{\text{п.б}}) + (P/100)(i_{\text{к.б}} - i_{\text{п.б}})]}{Q_p^p \eta_{\text{к.а}}^{\text{бп}}} 100 = \frac{8,45 [(3040 - 503,7) + (5/100)(857,3 - 503,7)]}{24756 \cdot 88} 100 = 0,99 \text{ kg/ik}$$

$D_{\text{пе}} = D$ , chunki to‘yingan bug‘ning olinishi yo‘q bo‘lganligi uchun.

Kolosnikli reshyotkaning yuzasini (4.27) ifodadan aniqlaymiz:

$$R = \frac{BQ_H^p}{Q/R} = \frac{0,99 \cdot 24756}{1045} = 23,45 \text{ m}^2.$$

O‘choq yuzasining hajmini (4.28) ifodadan aniqlanadi:

$$V_T = \frac{BQ_H^p}{Q/V_T} = \frac{0,99 \cdot 24756}{400} = 61,27 \text{ m}^3.$$

O‘choqning f.i.k. ini(4.29) ifodadan aniqlanadi:

$$\eta_t = 100 - q_3 - q_4 = 100 - 0,8 - 6,5 = 92,7 \%$$

**Javob:**  $R = 23,45 \text{ m}^2$ ;  $V_t = 61,27 \text{ m}^3$ ;  $\eta_t = 92,7 \%$ .

**4.33.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 7,05 \text{ kg/ik}$  bo'lgan qozon agregatida tarkibi  $\text{SO}_2 = 0,8 \%$ ;  $\text{SN}_4 = 84,5 \%$ ;  $\text{S}_2\text{N}_6 = 3,8\%$ ;  $\text{S}_3\text{N}_8 = 1,9 \%$ ;  $\text{S}_4\text{N}_{10} = 0,9 \%$ ;  $\text{S}_5\text{H}_{12} = 0,3 \%$ ;  $\text{N}_2 = 7,8 \%$  ni tashkil qilgan Saratov tabiiy gazi yoqiladi. Agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 1,4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 110 \text{ }^\circ\text{S}$  qozon agregatining (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 91 \%$ , uzluksiz purkash kattaligi  $P = 4\%$ , o'choq hajmining issiqlik kuchlanishi  $Q/V_t = 310 \text{ kVt/m}^3$ , yoqilg'ining kimyoviy to'liq yonib bo'lmagandagi yo'qolgan issiqlik  $q_3 = 1,2\%$  va yoqilg'ining mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 1\%$  ni tashkil etganda o'choq yuzasining hajmini va o'choqning f.i.k. ini aniqlang.

**Javob:**  $V_t = 63,6 \text{ m}^3$ ;  $\eta_t = 97,8 \%$ .

**4.34.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 5,9 \text{ kg/ik}$  bo'lgan qozon agregati o'choqning f.i.k. ini va kolosnikli reshlyotkasi yuzasini aniqlang. Agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 1,4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 250 \text{ }^\circ\text{S}$ , ta'minlovchi suvning harorati  $t_{p,v} = 120 \text{ }^\circ\text{S}$ , qozon agregatining brutto f.i.e.  $\eta_{ka}^{6p} = 86,5 \%$ , kolosnikli reshlyotka yuzasini issiqlik kuchlanishi  $Q/R = 1260 \text{ kVt/m}^2$  yoqilg'ini kimyoviy yonuv bo'lmasidagi issiqlik yo'qolishi  $Q_3 = 107,5 \text{ kDj/kg}$ , yoqilg'ini mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi yo'qolgan issiqlik  $Q_4 = 1290 \text{ kDj/kg}$  ga ega bo'lsa. Qozon agregati quyi yonish issiqligi  $Q_H^r = 31 \text{ 346 kDj/kg}$  bo'lgan yoqilg'ini tarkibi  $A^p = 31 \%$  va namligi  $W^r = 6 \%$  ga teng bo'lgan G markali kizel ko'miri yoqiladi.

**Javob:**  $R = 12,1 \text{ m}^2$ ;  $\eta_t = 93 \%$ .

**4.35.- masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 2,5 \text{ kg/ik}$  bo'lgan qozon agregatining kamerali o'chog'ining hajmini aniqlang, agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 1,4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,n} = 250 \text{ }^\circ\text{S}$ , ta'minlovchi suvning

harorati  $t_{p.v} = 100 \text{ }^{\circ}\text{S}$ , qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 90 \%$ , uzluksiz purkush kattaligi  $P = 4\%$ , o‘choq yuzasining hajmi  $V_t = 24 \text{ m}^3$  ni tashkil etsa.

Qozon qurilmasi quyi yonish issiqligi  $Q_H^f = 40090 \text{ kDj/kg}$ , tarkibi  $A_r = 0,1 \%$  va namligi  $W_r = 3 \%$ , bo‘lgan yuqori oltingugurtli mazutda ishlaydi. Mazutning isitish harorati  $t_t = 90 \text{ }^{\circ}\text{S}$  ga teng.

**Javob:**  $Q/V_t = 292 \text{ kVt/m}^3$ .

**4.36.–masala.** Suv isituvchi qozonda yonish issiqligi  $Q = 13997 \text{ kDj/kg}$  bo‘lgan B3 markali CHelyabinsk ko‘miri yonadi. Boshhoqli panjara maydonining issiqlik arlanishini toping. Agar qozon agregati f.i.k. ma’lum bo‘lsa  $\eta_{ka}^{6p} = 85 \%$ ; suvning sarfi  $M_v = 65 \text{ kg/ik}$  qozonga kirayotgan suvning harorati  $t_1 = 70 \text{ }^{\circ}\text{S}$  va qozondan chiqayotgan suvning harorati  $t_2 = 150 \text{ }^{\circ}\text{S}$  va boshhoqli panjara maydoni  $R = 15 \text{ m}^2$ .

**Javob:**  $Q/R = 1596 \text{ kVt/m}^2$ .

**4.37.–masala.** SHaxta tegirmon o‘txonasida past yonish issiqligi  $Q_H^p = 22024 \text{ kDj/kg}$  ga teng bo‘lgan G markali Donetsk ko‘miri yonadi. Boshhoqli panjara maydoninig yuzasini o‘txona yuzasining hajmini va o‘txona f.i.k. ini aniqlang. Agar boshhoqli panjara maydonining issiqlik kuchlanishi  $Q/R = 1270 \text{ kVt/m}^2$ , o‘txona hajmining issiqlik kuchlanishi  $Q/V_t = 280 \text{ kVt/m}^3$  va yonilg‘ining sarfi  $V = 0,665 \text{ kg/ik}$  yoqilg‘ining kimyoviy chala yonishdagi issiqlik yo‘qotilishi  $q_3 = 0,6\%$ , va yoqilg‘ining iexanikaviy chala yonishidagi issivlik yo‘qotilishi  $q_4 = 4,4 \%$ .

**Javob:**  $R = 11,5 \text{ m}^2$ ;  $V_t = 52,3 \text{ m}^3$ ;  $\eta = 95 \%$ .

### 4.3. O‘txona qurilmalaridagi issiqlik almashinuvning hisobi

O‘choqning nur qabul qilish yuzasidagi berimon issiqlik o‘choqning nur qabul qilish yuzasidagi issiqlik miqdori ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$Q_l = \varphi(Q_t - I_T'') \quad (4.30)$$

bu erda  $Q_t$  - o'txonadagi foydali issiqlik tarqalishi, kDj/kg;

$I''_t$  - o'txonadan chiqayotgan haroratda yonish mahsulotlari entalpiyasi, kDj/kg;

$\varphi$  - issiqlik saqlanish koeffitsienti.

O'txonadagi foydali issiqlik ajralishi (kDj/kg), (kDj/m<sup>3</sup>) 1 kg qattiq suyuq yoki 1 m<sup>3</sup> gazsimon yoqilg'i uchun:

$$Q_t = Q_p^p \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q'_6 + Q_{py} - Q_{6.6H}, \quad (4.31)$$

bu erda  $Q_p^p$  - yoqilg'ining mumkin bo'lgan issiqligi, kDj/kg;

$Q'_6$  - o'txonaga kirayotgan issiq yoki sovuq havoning issiqligi, kDj/kg;

$Q_{rts}$  - tsirkulyatsiyaga ega bo'lmagan issiqlik, kDj/kg;

$Q_{v.vn}$  - qozon agregatidan tashqarida isitilgan havo bilan o'txona qarshisidagi issiqlik, kDj/kg;

$q_3$  - yoqilg'i yonishidagi kimyoviy to'liq yonmagan issiqlikni yo'qotilishi, %;

$q_4$  - yoqilg'i yonishidagi to'liq mexanik yonmagandagi issiqlik yo'qotilishi, %;

$q_6$  - shlakning fizik issiqlikdagi issiqlik yo'qotilishi.

Qozonxonagaga issiq va sovuq havo bilan kiradigan issiqlik:

$$Q'_6 = (\alpha_t - \Delta\alpha_t - \Delta\alpha_{pl}) V^0 (s\theta)_{g.v} + (\Delta\alpha_t + \Delta\alpha_{pl}) \times V^0 (s\theta)_{x.v}, \quad (4.32)$$

bu erda  $\alpha_t$  - o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti;

$\Delta\alpha_t$  - havoning o'txonaga so'rilishi;

$\Delta\alpha_{pl}$  - kukun tayyorlash qurilmasiga havoni so'rilishi;

$V^0$  - havoning kerakli nazariy hajmi, m<sup>3</sup>/kg;



$(s\vartheta)_{g.v}$  i  $(s\vartheta)_{x.v}$  - issiq va sovuq havoning entalpiyasi, kDj/kg.

TSirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gaz issiqligi:

$$Q_{rts} = V_{rts} s'_{rts} \vartheta_{rts}, \quad (4.33)$$

bu erda  $V_{pts}$  - tsirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gazlar,  $m^3/kg$ ;

$s'_{rts}$  - tsirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gazlarning o‘rtacha issiqlik sig‘imi,  $kDj/m^3 \cdot K$ ;

$\vartheta_{rts}$  - tsirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gazlarning olinayotgandagi harorati,  $^{\circ}S$ .

O‘txonaga havo bilan kirgan, qozon agregatidan tashqari isitimon  $Q_{v.vn}$  issiqlik ushbu (4.7) ifodadan topiladi.

Issiqlikni saqlash koeffitsienti:

$$\varphi = 1 - q_5/100, \quad (4.34)$$

bu erda  $q_5$  g’ atrof muhitga yo‘qotilgan issiqlik, %.

O‘txonada yonayotgan yonilg‘ining nazariy harorati ( $\vartheta_t$ ) shunday haroratki agar o‘txonaga keltirilgan issiqlikning hammasi yonilg‘i mahsulatlariga keltirilganda ularning hammasi qizirdi. YOqilg‘ini kimyoviy chala yonishidan va shlakning fizikaviy issiklik yo‘qotishini hisobga olmaganda.

O‘txonadagi foydali issiq aylanishi  $Q_t$ , o‘qishning nazariy harorat ( $^{\circ}S$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\vartheta_t = Q_t / [V_{RO_2} c'_{CO_2} + V_{N_2}^0 c'_{N_2} + V_{H_2O}^0 c'_{H_2O} + (\alpha_t - 1) V^0 c'_{pg}] \quad (4.35)$$

bu erda  $V_{RO_2}$ ,  $V_{N_2}^0$ ,  $V_{N_2O}^0$  - yoqilg‘i yonish mahsulotlarining nazariy hajmi,  $m^3/kg$ ;

$c'_{CO_2}$ ,  $c'_{N_2}$ ,  $c'_{H_2O}$ ,  $c'_{pe}$  - havoning, karbonad anhidridning, azot va suvning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi, kDj/(m<sup>3</sup>-K).

4.35 ifodadan  $c'_{CO_2}$ ,  $c'_{N_2}$ ,  $c'_{H_2O}$ ,  $c'_{pe}$  ning qiymatlari noma'lum. SHuning uchun  $\vartheta_t$  ni  $I\vartheta$  - diagrammadan topamiz. 3.1 rasmda yoqish mahsulotlari uchun  $\vartheta_t$  - haroratni topiladi. SHunda yonish mahsulotlarini entalpiyasi  $I_t$ , foydali issiqlik fjalishi  $Q_t$  ga teng bo'ladi.

O'txonadan chiqayotgan gazlarning harorati (°S):

$$\vartheta_t'' = \frac{T_t}{M \left( \frac{5,7 \cdot 10^{-11} \zeta H_a a T_t^3}{\varphi B_p V c_p} \right)^{0,6} + 1} - 273, \quad (4.36)$$

bu erda  $T_t$  - o'txonada yoqilg'ini yonishdagi nazariy absolyut harorat, °K.

$M$  - qattiq yoqilg'ilarni qatlamli yoqilishida nisbatan eng yuqori harorat joylashishini ifodalaydigan hisobiy koeffitsienti  $M = 0,3 - 0,5$ , alangali yonishda suyuq va gazlarni yoqilg'ilar  $M = 0,05$ ;

$\zeta$  - nur qabul qilish yuzasidagi shartli koeffitsienti (  $I$  ga asosan) tekis quvurli ekranlar uchun 0,6 – qattiq yoqilg'ilarni yoqilishida; 0,55 – mazutni yoqilishida; 0,65-gazsimon yoqilg'ini yoqilishida;

$a_t = 0,2/0,9$  – o'txonaning harorat darajasi;

$N_1$  - nur qabul qiluvchi yuza, m<sup>2</sup>;

$\varphi$  - issiqlikni saqlash koeffitsienti;

$V_r$  - yoqilg'ini hisobiy sarfi, kg/ik;

$V_{c_p}$  - 1kg (1m<sup>3</sup>) yoqilg'ini haroratlar oralig'idagi  $\vartheta_t$  -  $\vartheta_t''$  yonish mahsulotlarining issiqlik sig'imi, kDj/kg·K.

O'txonani isitilishidagi nur qabul qilish yuzasi (m<sup>2</sup>):

$$H_{\text{a}} = \frac{B_p Q_{\text{a}}}{5,7 \cdot 10^{-11} M \zeta_{\text{a}} T_{\text{T}}'' T_{\text{T}}^3} \sqrt[3]{\frac{1}{M^2} \left( \frac{T_{\text{T}}}{T_{\text{T}}''} - 1 \right)^2}, \quad (4.37)$$

bunda:  $T_{\text{T}}''$  – o‘txonadan chiqishdagi gazlarning absolyut harorati, °K.

**4.38.-masala.** Tarkibi  $S^{\text{r}}= 28,7\%$ ;  $N^{\text{r}}= 2,2\%$ ;  $S_{\text{a}}^{\text{p}}= 2,7\%$ ;  $N^{\text{r}}= 0,6\%$ ;  $O^{\text{r}}= 8,6\%$ ;  $A^{\text{r}}=25,2\%$ ;  $W^{\text{r}}= 32,0\%$  ni tashkil etgan B2 markali Moskva viloyatidagi ko‘mirda ishlaydigan qozon agregati o‘txonasidagi kerakli issiqlik ajralishini aniqlang, agar yoqilg‘isini o‘txonaga kirishdagi harorati  $t_{\text{t}} = 20$  °S, qozonxonadagi havoning harorati  $t_{\text{v}} - 30$  °S, issiq havoning harorati  $t_{\text{g.v}} = 300$  °S, o‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{\text{t}} = 1,3$ , o‘txona kamerasiga havoning so‘rilishi  $\Delta\alpha_{\text{t}} = 0,05$  va yoqilg‘ini kimyoviy to‘liq yonmaganida issiqlik yoqolishi  $q_3 = 0,5\%$ , mexanik yonib bo‘lmagandagi yo‘qolgan issiqlik  $q_4 = 3\%$ , tsirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gazlarning hajmi  $V_{\text{pts}} = 1,1$  m<sup>3</sup>/kg, tsirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gazlarning harorati  $\vartheta_{\text{rts}} = 1000$  °S, tsirkulyatsiyaga ega bo‘lmagan gazlarning o‘rtacha hajmiy issiqlik sig‘imi  $s'_{\text{rts}} - 1,415$  kDj/(m<sup>3</sup> · K).

**Javob:**  $Q_{\text{T}} = 13551$  kDj/kg.

**4.39.–masala.** Qozon agregatining gorelkalariga avvaldan isitilgan havoni yuborilsa, qozon qurilmasining o‘txonasida foydali issiqlik ajralishi qanchaga o‘zgaradi, agar qozonxonadagi havoning harorati  $t_{\text{v}} = 30$  °C, issiq havoning harorati  $t_{\text{g.v}} = 250$  °S, qozonxonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{\text{t}} = 1,15$ , o‘txona kamerasiga havoning so‘rilishi  $\Delta\alpha_{\text{t}} = 0,05$ , yoqilg‘ini kimyoviy to‘liq yonib bo‘lmaganida issiqlik yo‘qolishi  $q_3 = 1\%$ , tashkil etsa va berilgan bo‘lsa. Qozonxona tarkibi  $SO_2 = 0,8$  %;  $SN_4 = 84,5$  %;  $S_2N_6 = 3,8$  %;  $S_3N_8 = 1,9\%$ ;  $S_4N_{10} = 0,9$  %;  $S_5N_{12} = 0,3$  %;  $N_2 = 7,8$  % Saratov tabiiy gazida ishlaydi.

**Javob:**  $\Delta Q_{\text{t}}=3027$  kDj/ m<sup>3</sup>.

**4.40.–masala.** Tarkibi  $S^{\text{r}}=49,3\%$ ;  $N^{\text{r}}=3,6\%$ ;  $S_{\text{a}}^{\text{p}}=3,0\%$ ;  $N^{\text{r}}=1,0\%$ ;  $O^{\text{r}}=8,3\%$ ;  $A^{\text{r}}=21,8\%$ ;  $W^{\text{r}}=13,0\%$  da ishlaydigan qozon qurilmasida yoqilg‘ini nazariy yonish haroratini aniqlang. Agar korxonadagi havoning harorati  $t_{\text{v}} - 25$ °S issiq havoning

harorati  $t_{g,v} = 300 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,35$ , o'txona kamerasiga havoning so'rilishi  $\Delta\alpha_t = 0,05$ . YOqilg'ining kimyoviy chala yongandagi issiqlik yo'qolishi  $g_3 = 0,7\%$ , mexanik chala yongandagi issiqlik yo'qolishi  $g_4 = 4\%$ , shlakni fizik isitilgandagi yo'qolgan issiqlik  $q_6 = 0,8\%$  ni tashkil etsa.

**Echish:** YOqilg'i ishchi massasini quyi yonish issiqligi (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_n^p = 338 S^r + 1025 \cdot N^r - 108,5 (O^r - S_n^p) - 25W^r = 338 \cdot 49,3 + 1025 \cdot 3,6 - 108,5 (8,3 - 3,0) - 25 \cdot 13,0 = 19453 \text{ kDj/kg.}$$

(3.27) ifodadan havoning kerakli nazariy hajmini aniqlaymiz:

$$V^o = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_n^p - O^r) = 0,089 \times 49,3 + 0,266 \cdot 3,6 + 0,033 (3,0 - 8,3) = 5,17 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Qozon qurilmasida qizitilmagan o'rtasiga kiradigan havo issiqligini (4.7) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_{v,vn} = \alpha_t V^o s'_{rv} \Delta t_v = 1,2 \cdot 5,17 \cdot 1,33 \cdot 275 = 2553 \text{ kDj/kg.}$$

Mumkin bo'lgan issiqlikni (4.3) ifodadan topamiz:

$$Q_p^p = Q_n^p + Q_{v,vn} = 19\,453 + 2553 = 22\,006 \text{ kDj/kg.}$$

O'txonaga havo bilan kiradigan issiqlikni(4.32) ifodadan topamiz:

$$Q'_v = (\alpha_t - \Delta\alpha_t) V^o (c\theta)_{g,v} + \Delta\alpha_t V^o (c\theta)_{x,v} = (1,35 - 0,05) \cdot 5,17 \cdot 403 + 0,05 \cdot 5,17 \cdot 33 = 2717 \text{ kDj/kg.}$$

$(s\vartheta)_{g.v}$  i  $(c\vartheta)_{x.v}$  entalpiyalarni qiymatini 1-javaldan topamiz. (Ilovaga qarang).

(4.31) ifodadan qozondagi foydali issiqlik ajralishini topamiz:

$$Q_r = Q_p \left( \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} \right) + Q'_e - Q_{e.en} = 22006 \left( \frac{100 - 0,7 - 4 - 0,8}{100 - 4} \right) + 2717 - 2553 = 21826 \text{ кДж/кг.}$$

Foydali issiqlik ajralishini bilgandan so'ng  $I\vartheta$ -diagramma yordamida yonishning nazariy haroratini aniqlaymiz. Buning uchun gazlarga 2 ta harorat beramiz (1500 °S va 2000 °S) va ular uchun yonish maxsulotlarini entalpiyasini xisoblaymiz.

(3.33) ifodadan uch atomlik gazlar hajmini aniqlaymiz:

$$V_{RO_2} = 0,0187(S^r + 0,375 S_n^p) = 0,0187 (49,3 + 0,375 \times 3,0) = 0,94 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Azotning nazariy hajmini (3.32) ifodasi:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + 0,8N^p/100 = 0,79 \cdot 5,17 + 0,8 \cdot 1,0/100 = 4,09 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Suv bug'ining nazariy hajmini (3.35) ifodadan:

$$V_{H_2O}^0 = 0,0124 (9N^r + W^p) + 0,0161V^0 = 0,0124 \times (9 \cdot 3,6 + 13,0) + 0,0161 \cdot 5,17 = 0,64 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

$\alpha_t = I$  va  $\vartheta_g = 1500$  °S da (3.61) ifodadan yonish maxsulotlarining entalpiyasini aniqlaymiz:

$$I_r^{\circ} = V_{RO_2} (c\vartheta)_{SO_2} + V_{N_2}^0 (c\vartheta)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (c\vartheta)_{H_2O} = 0,94 \cdot 3504 + 4,09 \cdot 2164 + 0,64 \cdot 2779 = 13823 \text{ kDj/kg}$$

$\vartheta_g = 1500 \text{ }^{\circ}\text{S}$  da  $(s\vartheta)_{SO_2}$ ,  $(s\vartheta)_{N_2}$  va  $(s\vartheta)_{N_2O}$  entalpiyalarni qiymatini 1-jadvalda topamiz (ilovoga qaralsin).

$\alpha_t = I$  va  $\vartheta_g = 1500 \text{ }^{\circ}\text{S}$  da (3.62) ifodadan havo entalpiyasi aniqlaymiz:

$$I_b^{\circ} = V^{\circ} (c\vartheta)_v = 17 \times 2239 = 11\,576 \text{ kDj/kg.}$$

$(c\vartheta)_v$  entalpiyani qiymatini 1-jadvalda (ilovaga qarang) topamiz.

Yoqilg'i maxsulotlarining entalpiyasi (3.60) ifodadan topamiz:

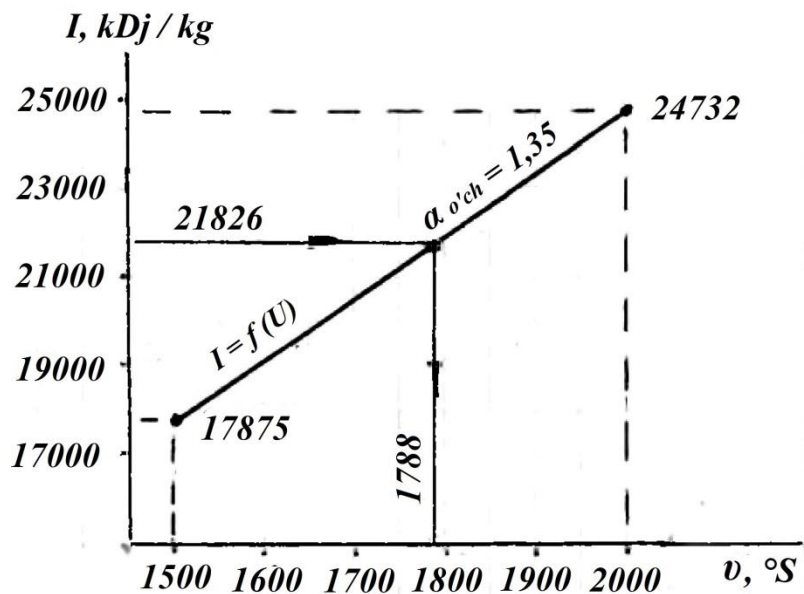
$\vartheta_g = 1500 \text{ }^{\circ}\text{S}$  da

$$I_t = I_r^{\circ} + (\alpha_g - 1) I_b^{\circ} = 13823 + (1,3 - 1) 11\,576 = 17\,875 \text{ kDj/kg;}$$

$\vartheta_g = 2000 \text{ }^{\circ}\text{S}$  da

$$I_t = I_r^{\circ} + (\alpha_t - 1) I_b^{\circ} = V_{RO_2} (c\vartheta)_{SO_2} + V_{N_2}^0 (c\vartheta)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (c\vartheta)_{H_2O} + (\alpha_t - 1) V^0 (c\vartheta)_v = 0,94 \cdot 4843 + 4,09 \cdot 2964 + 0,64 \cdot 3926 + (1,35 - 1) \cdot 5,17 \cdot 3064 = 24732 \text{ kDj/kg}$$

Yonish maxsulotlarini topilgan qiymat bo'yicha  $I\vartheta$  - diagrammani (4.1-rasm) ko'ramiz.



4.1. – rasm.

O'txonadagi foydali issiqlik ajralishi bo'yicha  $Q_t = I_t = 21826$  kDj/kg yonishning nazariy haroratini topamiz:  $\vartheta_t = 1788$  °S.

**Javob:**  $\vartheta_t = 1788$  °S.

**4.41.-masala.** Tarkibi  $S_N4 = 92,2$  %;  $S_2N_v = 0,8$  %;  $S_4N_{10} = 0,1$  %;  $N_2 = 6,9$  % tashkil etgan tabiiy gazda ishlaydigan qozon agregatining nazariy yonish issiqligini aniqlash kerak bo'ladi, agar qozonlardagi havoning harorati  $t_v - 30$  °S, issiq havoning harorati  $t_{g,v} = 250$  °S, o'choqdagi havoning ortiqchali koeffitsienti  $\alpha_t = 1,1$ , o'choqda havoning so'rilishi  $\Delta\alpha_t - 0,04$  va yoqilg'ining mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1\%$  ga teng bo'lsa.

**Javob:**  $\vartheta_t = 2020$  °S.

**4.42.-masala.** Qozon agregati  $SO_2 = 0,2$  %;  $S_N4 = 98,2$  %;  $S_2N_4=0,4\%$ ;  $S_3N_8 = 0,1$  %;  $S_4N_{10} = 0,1$  %;  $N_2 = 1,0$  % ni tashkil etgan Stavronol tabiiy gazda ishlaydi. Agar qozondagi havoni harorati  $t_v = 25$  °S, issiq havoning harorati  $t_{g/v} = 280$  °S, o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$ , o'choqdan havoni so'rilishi  $\Delta\alpha_t = 0,08$  va yoqlig'ining kimyoviy to'liq yonib bo'lmaganda issiqlik yo'qolishi  $q_3 = 1,2$  % bo'lsa, qozon agregatida avvaldan isitilgan havoni berilishi tufayli nazariy yonish harorati qanchaga o'zgaradi.

**Yechish:** (3.13) ifoda yordamida yoqilg'ini ishchi massasini quyi yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_h^c = 358SN_4 + 638S_2N_b + 913S_3N_8 + 1187S_4N_{10} = 358 \cdot 98,2 + 638 \cdot 0,4 + 913 \cdot 0,1 + 1187 \cdot 0,1 = 35621 \text{ kDj/m}^3.$$

(3.28) ifodadan nazariy kerak bo'lgan havo hajmini aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,0478 [0,5 (SO + N_2) + 1,5H_2S + 2SN_4 + \Sigma \times (m + n/4)S_mN_n - O_2] = 0,0478(2 \cdot 98,2 + 3,5 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,1 + 6,5 \cdot 0,1) = 9,51 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Qozon agregatida isitilmagan havoni o'txonaga kirishdagi issiqligini (4.7) ifodadan:

$$Q_{v.vn} = \alpha_t V^0 s_{rv} \Delta t_v = 1,25 \cdot 9,51 \cdot 1,33 \cdot 255 = 4032 \text{ kDj/m}^3.$$

(4.3) ifodadan mumkin bo'lgan issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q_p^c = Q_h^c + Q_{v.vn} = 35\ 621 + 4032 = 39653 \text{ kDj/m}^3.$$

(4.32) ifodadan o'txonaga havo bilan kiradigan issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q'_e = (\alpha_t - \Delta\alpha_t) V^0 (s\vartheta)_{g.v} + \Delta\alpha_t V^0 (s\vartheta)_{t.v} = (1,25 - 0,08) \cdot 9,51 \cdot 376 + 0,08 \cdot 9,51 \cdot 33 = 4209 \text{ kDj/m}^3.$$

$(s\vartheta)_{g.v}$  va  $(s\vartheta)_{x.v}$  entalpiyalarni qiymatini 1-jadvaldan (ilovaga qarang) topamiz.

(4.31) ifoda yordamida avvaldagi isitilmagan havoni gorelkalarga berilishidagi, o'txonadan foydali ajralgan issiqlikni aniqlaymiz:



$$Q_{r1} = Q_p' \cdot \left( \frac{100 - q_3}{100} \right) + Q_6' - Q_{6.6H} = 39653 \cdot \left( \frac{100 - 1,2}{100} \right) + 4209 - 4032 = 39354 \text{ kDj/m}^3.$$

O'txonadagi foydali issiqlik ajralishini bilgan holda,  $I\vartheta$  - diagrammadan yonishning nazariy issiqligini bilgan holda topamiz. Buning uchun ikki hil haroratni beramiz (1500 °S va 2000 °S) va shular uchun yoqilg'i maxsulotlarining entalpiyasini aniqlaymiz.

(3.39) ifoda yordamida uch atomli gazlarning hajmini aniqlaymiz:

$$V_{RO_2} = 0,01 (\text{SO}_2 + \text{SO} + \text{H}_2\text{S} + \sum_m C_m \text{H}_n) = 0,01 \times (0,2 + 98,2 + \\ + 2 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1) = 1,0 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Azotning nazariy hajmini (3.38) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + N_2/100 = 0,79 \cdot 9,51 + 1/100 = 7,52 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Suv bug'ining nazariy hajmini (3.41) ifodadan:

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 [\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \sum \frac{n}{2} C_m \text{H}_n + 0,124d_g] + 0,0161V^0 = \\ = 0,01 (2 \cdot 98,2 + 3 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1) + 0,0161 \cdot 9,51 = 2,13 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

(3.61) ifodadan  $\alpha_t = 1$  va  $\vartheta_g = 1500$  °S bo'lganida yoqilg'i maxsulotlarining entalpiyasini aniqlaymiz:

$$I_r^0 = V_{RO_2} (s\vartheta)_{\text{SO}_2} + V_{N_2}^0 (s\vartheta)_{\text{N}_2} + V_{H_2O}^0 (s\vartheta)_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \cdot 3504 + 7,52 \cdot 2164 + \\ + 2,13 \cdot 2779 = 25696 \text{ kDj/m}^3.$$

$\alpha_t = 1$  va  $\vartheta_g = 1500$  °S da (3.62) ifodadan havoning entalpiyasini aniqlaymiz:

$$I_B^0 = V^0 (c\vartheta)_v = 9,51 \cdot 2239 = 21293 \text{ kDj/m}^3.$$

Yoqilg'i maxsulotlarining entalpiyasi (3.60) ifodadan topamiz:

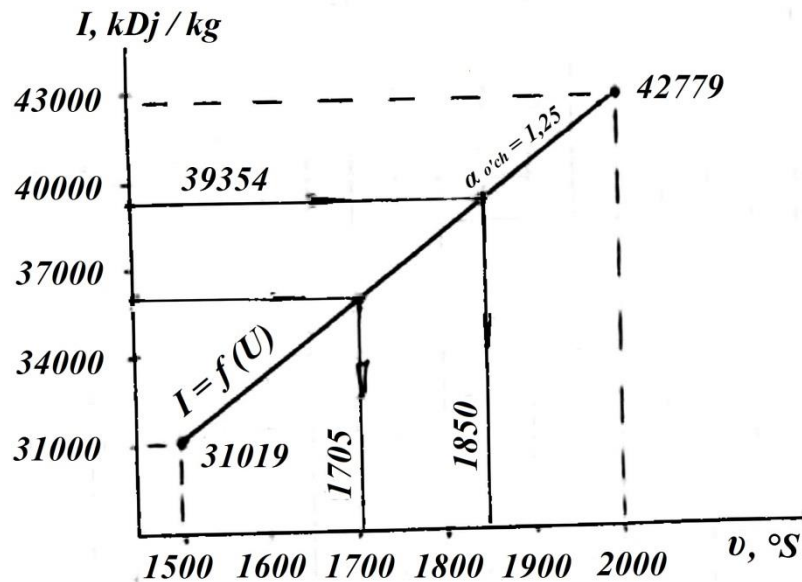
$\vartheta_g = 1500$  °S da

$$I_t = I_r^0 + (\alpha_t - 1) I_B^0 = 25\,696 + (1,25 - 1) 21293 = 31019 \text{ kDj/m}^3;$$

$\vartheta_g = 2000$  °S da

$$\begin{aligned} I_t = I_r^0 + (\alpha_t - 1) I_B^0 = & V_{RO_2} (s\vartheta)_{SO_2} + V_{N_2}^0 (s\vartheta)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (s\vartheta)_{H_2O} + \\ & + (\alpha_t - 1) V^0 (s\vartheta)_v = 1,0 \cdot 4843 + 7,52 \times 2964 + 2,13 \cdot 3926 + \\ & + (1,25 - 1) \cdot 9,51 \cdot 3064 = 42779 \text{ kDj/m}^3. \end{aligned}$$

Yonish maxsulotlarini topilgan qiymat bo'yicha  $I\vartheta$  - diagrammani (4.2-rasm) ko'ramiz.



4.2. – rasm.

O'txonadagi foydali issiqlik ajralishi bo'yicha  $Q_{t1} = I_{t1} = 39354 \text{ kDj/m}^3$  va  $Q_{t2} = I_{t2} = 36028 \text{ kDj/m}^3$  yonishning nazariy haroratini topamiz:  $\vartheta_{t1} = 1850$  °S;  $\vartheta_{t2} = 1705$  °S.

Garekalar isitilgan havoni berilishi tufayli qozon agregatlarining nazariy harorati  $\Delta\vartheta_t$  qiymatga o'zgaradi:

$$\Delta\vartheta_t = \vartheta_{t1} - \vartheta_{t2} = 1850 - 1705 = 145 \text{ }^\circ\text{S}.$$

**Javob:**  $\Delta\vartheta_t = 145 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**4.43.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 13,9 \text{ kg/ik}$  teng bo'lgan, tarkibi  $S^r = 28,7 \text{ } \%$ ;  $N^r = 2,2 \text{ } \%$ ;  $S_n^p = 2,7 \text{ } \%$ ;  $N^r = 0,6 \text{ } \%$ ;  $O^r = 8,6 \text{ } \%$ ;  $A^r = 25,2 \text{ } \%$ ;  $W^p = 32,0 \text{ } \%$  ega bo'lgan B2 markali Moskva viloyatidagi ko'mirda ishlaydigan qozon qurilmasining o'txonasidagi chiqayotgan gazlarning haroratini aniqlang. O'txonaga kirishdagi yoqilg'i harorati  $t_t = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 5 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 500 \text{ }^\circ\text{S}$ , uzluksiz nurlanish kattaligi  $P = 5\%$ , ta'minlovchi suv harorati  $t_{p,v} = 170 \text{ }^\circ\text{S}$ , yoqilg'ini ishchi massasi issiqlik sig'imi  $c_r^p = 2,1 \text{ kDj/(kg}\cdot\text{K)}$ , qozon agregatining (brutto) f.i.k.  $\eta_{ka}^{\delta p} = 88,2 \text{ } \%$ , o'txonadagi yoqilg'ining yonish harorati  $\vartheta_t = 1681 \text{ }^\circ\text{S}$ , ifloslanishning shartli koeffitsienti  $\zeta = 0,7$  o'txonadagi qoralik darajasi  $a_t = 0,712$ , nur qabul qilish yuzasi  $N_l = 247 \text{ m}^2$ , yonish maxsulotlarining  $\vartheta_t - \vartheta''_t$ , haroratlar oralig'ida sig'imi  $Vc_p = 8,26 \text{ kDj/(kg}\cdot\text{K)}$ , o'txonadagi eng yuqori haroratni belgilaydigan hisobiy koeffitsienti  $M = 0,55$ , yoqilg'i mexanik to'liq yonib bo'lmaganidagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 2,2 \text{ } \%$ , atrof muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_6 = 1,1 \text{ } \%$  aniq bo'lsa, qozon agregatining o'txonasidan chiqayotgan gazlarning haroratini aniqlaymiz.

**Yechish:** (3.12) ifoda yordamida yoqilg'i ishchi massasini quyi yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_u^p = 338S^p + 1025N^p - 108,5 (O^p - S_n^p) - 25W^p = 338 \cdot 28,7 + 1025 \cdot 2,2 - 108,5 (8,6 - 2,7) - 25 \cdot 32,0 = 10516 \text{ kDj/kg}.$$

(4.4) ifodadan yoqilg'ini fizik issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_{t.1} = c_p^p t_t = 2,1 \cdot 30 = 63 \text{ kDj/kg.}$$

Mumkin bo'lgan issiqlikni (4.3) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_p^p = Q_n^p + Q_{t.1} = 10\,516 + 63 = 10579 \text{ kDj/kg.}$$

(4.25) ifodadan yoqilg'ini natural sarfini aniqlaymiz:

$$B = \frac{D_{\text{не}} [(i_{\text{н.н}} - i_{\text{н.в}}) + (p/100)(i_{\text{к.в}} - i_{\text{н.в}})]}{Q_p^p \eta_{\kappa.a}^{\delta p}} 100 =$$

$$+ \frac{15,9 [(3438 \cdot 719,3) + 0,05(1154,2 - 719,3)]}{10579 \cdot 88,2} 100 = 4,67 \text{ kg/ik.}$$

$D_{\text{pe}} = D$ , chunki to'yingan bug' olinmaydi (4.26) ifodadan yoqilg'ining hisoblangan sarfini aniqlaymiz:

$$V_P = V (1 - q_4/100) = 4,12 (1 - 2,2/100) = 4,03 \text{ kg/ik.}$$

(4.34) ifodadan issiqlikni saqlanish koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\varphi = 1 - q_5/100 = 1 - 1,1/100 = 0,989.$$

(4.36) ifodadan qozonxonadan chiqayotgan gazlarni haroratini aniqlaymiz:

$$g_T'' = \frac{T_T}{M \left( \frac{5,7 \cdot 10^{-11} \zeta H_{\text{н}} a_{\text{т}} T_T^3}{\varphi B_p V c_p} \right)^{0,6} + 1} - 273 =$$

$$+ \frac{1954}{0,55 \left( \frac{5,7 \cdot 10^{-11} \cdot 0,7 \cdot 247 \cdot 0,712 \cdot 1954^3}{0,989 \cdot 4,03 \cdot 8,26} \right)^{0,6} + 1} - 273 = 859^{\circ}\text{S.}$$

**Javob:**  $\vartheta''_t = 859 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**4.44.-masala.** Unumdorligi  $D = 13,5 \text{ kg/ik}$  bo'lgan, PA markasi Donetsk ko'miri bo'lgan quyi yonish issiqligi  $Q''_n = 25265 \text{ kDj/kg}$  ga teng bo'lgan agregati keltirilgan. Agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} = 4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{n,a} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$ , ta'minlovchi suv harorati  $t_{p,a} = 100 \text{ }^\circ\text{S}$ , uzluksiz nurlash kattaligi  $P = 3\%$ , o'txonada yoqilg'ini yonishining nazariy harorati  $\vartheta_t = 2035 \text{ }^\circ\text{S}$ , ifloslanishning shartli koeffitsienti  $\zeta = 0,06$ , o'txonaning qoralik darajasi  $a_t = 0,546$ , nur qabul qiluvchi issiqlik yuzasi  $N_1 = 230 \text{ m}^2$ , yonish mxsulotlarining o'rtacha issiqlik sig'imi  $Vc_p = 15,4 \text{ kDj/(kg}\cdot\text{K)}$ , o'txonadagi nisbiy eng yuqori haroratiga bog'liq bo'lgan hisobiy kaiffitsienti  $M = 0,45$ , yoqilg'ini mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 4\%$  va atrof muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_4 = 0,9\%$  tashkil etsa, qozonagregatining o'txonasidek chiqayotgan gazlarning haroratini aniqlang.

**Javob:**  $\vartheta''_t = 1082 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**4.45.-masala.** Unimdirligi  $D = 12,6 \text{ kg/ik}$  quyi yonish issiqligi  $Q''_n = 7725 \text{ kDj/kg}$  bo'lgan frezer tarafida ishlaydigan qozon agregatining o'txonasidan chiqayotgan gazlarni haroratini aniqlang, agar yoqilg'ini o'txonaga kirishdagi harorati  $t_t = 20 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$ , yoqilg'i ishchi massasining issiqlik sig'imi  $c''_T = 2,64 \text{ kDj/kg}\cdot\text{K}$ , qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 85\%$ , o'txonada yoqilg'ini nazariy harorati  $\vartheta_t = 1487 \text{ }^\circ\text{S}$ , ifloslanishni shartli koeffitsienti  $\zeta = 0,6$ , o'txona qoralik darajasi  $a_t = 0,729$ , nur qabul qiluvchi yuzasi  $N_1 = 240 \text{ m}^2$  yoqilg'i yonish maxsulotlarini o'rtacha issiqlik sig'imi  $Vc_p = 7,37 \text{ kDj/kg}\cdot\text{K}$ , o'txonadagi eng yuqori haroratni nisbiy joylashishini ifodalaydigan hisobiy kaiffitsient  $M = 0,45$ , yoqilg'ini mexanik yo'liq yonib bo'lmaganida issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 2\%$ , atrof muhitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 0,9\%$  ni tashkil etsa.

**Javob:**  $\vartheta''_t = 974 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**4.46.-masala.** Tarkibi :  $S^r = 62,7 \%$ ;  $H^p = 3,1 \%$ ;  $S_a^p = 2,8 \%$ ;  $N^p = 0,9 \%$ ;  $O^p = 1,7 \%$ ;  $A^r = 23,8 \%$ ;  $W^p = 5,0 \%$  tashkil etgan T markali donetsk tosh ko'miri ishlaydigan qozon agregatining o'txonasidagi nur qabul qilish yuzasidan berilgan issiqlik miqdorini aniqlash, agar qozonxonadagi havoning harorati  $t_v = 25 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiqlik havoning harorati  $t_{g.v} = 315 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi ortiqchalik koeffitsienti  $a_t = 1,3$ , o'txona kamerasiga havoni so'rilishi  $\Delta\alpha_t = 0,06$ , o'txonadan chiqayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_r'' = 1200 \text{ }^\circ\text{S}$ , yoqilg'ini kimyoviy to'liq yonib bo'maganidagi issiqlik yo'qolishi  $q_3 = 0,8 \%$ , mexanik yonib bo'lmagandagi yo'qolgan issiqlik  $q_4 = 5 \%$ , atrof muhitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 0,8 \%$ , fizik issiqlikdagi yo'qolgan issiqlik  $q_6 = 0,6 \%$  ni tashkil etsa.

**Yechish:** (3.12) ifodadan yoqilg'i ishchi massasini quyi yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_u^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5 (O^r - S_a^p) - 25W^r = 338 \cdot 62,7 + 1025 \cdot 3,1 - 108,5 (1,7 - 2,8) - 25 \cdot 5,0 = 24\,365 \text{ kDj/kg.}$$

(3.27) ifodadan havoning nazariy kerak bo'lgan hajmini aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,0890 S^r + 266N^r + 0,033 (S_a^p - O^p) = 0,089 \times 62,7 + 0,266 \cdot 3,1 + 0,033 (2,8 - 1,7) = 6,44 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

(4.7) ifodadan qozon agregatining isitilmagan havo bilan o'txonaga kiruvchi issiqlikni aniqlaymiz:

$$Q_{v.vn} = \alpha_t V^0 s'_{rv} \Delta t_v = 1,3 \cdot 6,44 \cdot 1,33 \cdot 290 = 3229 \text{ kDj/kg.}$$

(4.3) ifodadan mumkin bo'lgan issiqlik aniqlaymiz:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{v.vn} = 24\,365 + 3229 = 27\,594 \text{ kDj/kg.}$$

(4.32) ifoda yordamida havo bilan o'txonaga kiradigan issiqlik ni aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} Q'_e &= (\alpha_t - \Delta\alpha_t) V^0 (s\vartheta)_{g.v} + \Delta\alpha_t V^0 (s\vartheta)_{x.v} = \\ &= (1,3 - 0,06) \cdot 6,44 \cdot 424 + 0,06 \cdot 6,44 \cdot 33 = 3399 \text{ kDj/kg.} \end{aligned}$$

Entalpiyaning qiymatini 1-jadvaldan (ilovaga qarang).

O'txonada foydali issiqlik ajralishini (4.31) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} Q_T &= Q_p^p \left( \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} \right) + Q'_e - Q_{e.gh} = 27594 \left( \frac{100 - 0,8 - 5 - 0,6}{100 - 5} \right) + \\ &+ 3399 - 3229 = 27357 \text{ kDj/kg.} \end{aligned}$$

(3.33) ifodadan uch atomli gazlarning hajmini aniqlaymiz:

$$V_{RO_2} = 0,0187 (S^r + 0,375 S_n^p) = 0,0187 (62,7 + 0,375 \times 2,8) = 1,19 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Azotning nazariy hajmini (3.32) ifodadan topamiz:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + 0,8N^p/100 = 0,79 \cdot 6,44 + 0,8 \cdot 0,9/100 = 5,09 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Suv bug'larining nazariy hajmini (3.35) ifodadan:

$$\begin{aligned} V_{H_2O}^0 &= 0,0124 (9N^p + W^p) + 0,0161V^0 = 0,0124 \times (9 \cdot 3,1 + 5,0) + \\ &+ 0,0161 \cdot 6,44 = 0,51 \text{ m}^3/\text{kg.} \end{aligned}$$

$\alpha_t = 1$  va gazlar harorati  $\vartheta_t'' = 1200$  °S bo'lganda yonish maxsulotlarining entalpiyasi (3.61) ifodadan topamiz:

$$I_r^\circ = V_{RO_2} (c\vartheta)_{CO_2} + V_{N_2}^0 (c\vartheta)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (c\vartheta)_{H_2O} = 1,19 \cdot 2717 + 5,09 \cdot 1695 + 0,51 \cdot 2131 = 12\,948 \text{ kDj/kg},$$

$(c\vartheta)_{CO_2}$ ,  $(c\vartheta)_{N_2}$  va  $(c\vartheta)_{H_2O}$  larni qiymatlarini 1-jadvaldan topamiz (ilovaga qarang).

$\alpha_t = 1$  va gazlar harorati  $\vartheta_t'' = 1200$  °S bo'lganida (3.62) ifodadan havoning entalpiyasini aniqlaymiz:

$$I_b^\circ = V^0 (s\vartheta)_v = 6,44 \cdot 1754 = 11\,296 \text{ kDj/kg}.$$

$\vartheta_t'' = 1200$  °S da (3.60) ifodadan yonish maxsulotlarini entalpiyasini aniqlaymiz:

$$I_T'' = I_r^\circ + (\alpha_t - 1) I_b^\circ = 12948 + (1,3 - 1) 11\,296 = 16337 \text{ kDj/kg}.$$

Issiqlikni saqlanish koeffitsientini (4.34) ifodadan aniqlaymiz:

$$\varphi = 1 - q_5/100 = 1 - 0,8/100 = 0,992.$$

O'txonaning nur qabul qilish yuzasiga berilgan issiqlik miqdorini (4.30) ifodadan topamiz:

$$Q_1 = \varphi (Q_t - I_T'') = 0,992 (27\,357 - 16\,337) = 10932 \text{ kDj/kg}.$$

**Javob:**  $\vartheta_t'' = 10932 \text{ kDj/kg}$ .



**4.47.-masala.** Tarkibi:  $S^r = 54,7 \%$ ;  $H^p = 3,3 \%$ ;  $S_x^p = 0,8 \%$ ;  $N^p = 0,8 \%$ ;  $O^p = 4,8 \%$ ;  $A^r = 27,6 \%$ ;  $W^p = 8,0 \%$ , K markali Karaganda ko'mirida ishlaydigan qozon qurilmasining o'txonasining nur qabul qiluvchi yuzasiga berilgan issiqlik miqdorini aniqlash zarur, agar qozonxonadagi havoning harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiq havoning harorati  $t_{g,v} = 350 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$ , o'txona kamerasida havoni so'rilishi  $\Delta\alpha_t = 0,05$ ; o'txonadan chiqayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_T'' = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$ , kimyoviy to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_3 = 0,6 \%$ , mexanik to'liq yonib bo'lmaganda issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 3,0 \%$ , tashqi muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 0,5 \%$ , chilakning fizik issiqligida yo'qolgan issiqlik  $q_6 = 0,4 \%$  ni tashkil etsa.

**Javob:**  $Q_1 = 12467 \text{ kDj/kg}$ .

**4.48.-masala.** Tarkibi  $SO_2 = 0,2 \%$ ;  $SN_4 = 97,9 \%$ ;  $S_2N_4 = 0,1 \%$ ;  $N_2 = 1,8 \%$  tashlik etgan tabiiy gazda ishlaydigan qozon agregati o'txonasini nur qabul qiluvchi yuzasiga berilgan issiqlik miqdorining aniqlash zarur, agar qozonxonadagi havoni harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiq havoning harorati  $t_{g,v} = 230 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,1$  havoni o'txona kamerasiga surish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , o'txonadan chiqayotgan gazning harorati  $\vartheta_T'' = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$ , kimyoviy to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_3 = 1 \%$ , tashqi muhitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 1 \%$  tashlik etsa:

**Javob:**  $Q_1 = 20673 \text{ kDJ/kg}$ .

**4.49.-masala.** Tarkibi :  $S^r = 83,0 \%$ ;  $N^r = 10,4 \%$ ;  $S_x^p = 2,8 \%$ ;  $O^p = 0,7 \%$ ;  $A^p = 0,1 \%$ ;  $W^p = 3,0 \%$ , tashlik etgan yuqori oltingugurtli mazutda ishlaydigan qozon agregati o'txonasini nur qabul qiluvchi yuzasiga berilayotgan issiqlik miqdorini aniqlang, agar o'txonada-gi foydali issiqlik ajralishi  $Q_t = 39\,300 \text{ kDj/kg}$  o'txonadagi havoning ortiqchalik kaiffitsienti  $\alpha_t = 1,15$ , o'txonadan chiqayotgan gazlar harorati  $\vartheta_T'' = 1100 \text{ }^\circ\text{S}$ , atrof muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 1,0 \%$  tashlik etsa.

**Javob:**  $Q_1 = 17546 \text{ kDj/kg}$ .

**4.50.-masala.** Quyi yonish issiqligi  $Q_{\text{H}}^p = 19453 \text{ kDj/kg}$  D markali donetsk ko'mirida ishlaydigan qozon agregati o'txonasini nur qabul qiluvchi yuzasiga berilgan issiqlik miqdorini aniqlang, agar qozonxonadagi havo harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiq havo harorati  $t_{g,v} = 295 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi havoning ortiqchalilik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$ , havoni o'txona kamerasiga so'rilishi  $\Delta\alpha_t=0,05$ , havoning kerakli nazariy hajmi  $V^0 = 5,17 \text{ m}^3/\text{kg}$ , yonish maxsulotlarining entalpiyasi  $I_{\text{T}}'' = 12160 \text{ kDj/kg}$ , kimyoviy to'liq yonib bo'lmaganda issiqlik  $q_3 = 0,7 \text{ } \%$ , mexanik to'liq yonib bo'lmagandagi yo'qolgan issiqlik  $q_4 = 3 \text{ } \%$ , tashqi muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 0,5 \text{ } \%$  va shlakni fizik issiqligida yo'qolgan issiqlik  $q_6 = 0,3 \text{ } \%$  ni tashkil qilsa.

**Javob:**  $Q_1 = 9394 \text{ kDj/kg}$ .

**4.51.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 5,49 \text{ kg/ik}$  teng bo'lgan, quyi yonish issiqligi  $Q_{\text{H}}^c = 35621 \text{ kDj/m}^3$  ni tashlik etgan Stovropol tabiiy gazida ishlaydigan qozon agregatining o'txonasi nur qabul qiluvchi yuzasiga berilgan issiqlikni aniqlash zarur, agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{i,p} = 5 \text{ MPa}$  harorati  $t_{p-p} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$ , uzluksiz nurlash kattaligi  $P = 5\%$ , havoning kerakli nazariy hajmi  $V^0 = 9,51 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , qozon qurilma siming brutto f.i.k.  $\eta_{\text{ka}}^{6p} = 92 \text{ } \%$ , o'txonadagi havoning harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiq havoning harorati  $t_{g,v} = 275 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi havoning ortiqchalilik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$ , o'txona kamerasiga havoning so'rilishi  $\Delta\alpha_t = 0,06$ , o'txonadagi yoqilg'ining nazariy harorati  $\vartheta_t = 2080 \text{ }^\circ\text{S}$ , gazlarni o'txonadagi chiqishdagi harorati  $\vartheta_{\text{T}}'' = 1100 \text{ }^\circ\text{S}$ ,  $\vartheta_{\text{T}}''$  haroratda yonish maxsulotlarini entalpiyasi  $I_{\text{T}}'' = 18500 \text{ kDj/m}^3$ , ifloslanishning shartli koeffitsienti  $\zeta = 0,75$  o'txonaning qoralik koeffitsienti  $\alpha_t = 0,664$  o'txonaning haroratni eng yuqorisi  $M = 0,52$  kimyoviy to'liq yonib bo'lmagandagi yo'qolgan issiqlik  $q_3 = 1,2 \text{ } \%$ , tashqi muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 1,5 \text{ } \%$ .

**Yechish:** Qozon qurilmasidan isitilmagan o'txonaga kiritilgan havoni harorati (4.7) ifodadan aniqlanadi:

$$Q_{v.vn} = \alpha_t V^0 s'_{rv} \Delta t_v = 1,25 \cdot 9,51 \cdot 1,33 \cdot 250 = 3952 \text{ kDj/m}^3.$$

Mumkin bo'lgan issiqlikni (4.3) ifodadan aniqlanadi:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{v.vn} = 35\,621 + 3952 = 39573 \text{ kDj/m}^3.$$

(4.25) ifodadan yoqilg'ini hisobiy sarfini aniqlanadi:

$$\begin{aligned} B_p = B &= \frac{D_{\text{nc}} [(i_{\text{II.II}} - i_{\text{II.B}}) + (p/100)(i_{\text{K.B}} - i_{\text{II.B}})]}{Q_p^p \eta_{\text{K.a}}^{\text{6p}}} 100 = \\ &= \frac{5,49 [(3320 - 632,2) + (5/100)(1154,2 - 632,2)]}{39573 \cdot 92} 100 = 0,41 \text{ m}^3/\text{ik}. \end{aligned}$$

Havo bilan o'txonaga kirish issiqligi (4.32) ifoda bilan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} Q'_e &= (\alpha_t - \Delta\alpha_t) V^\circ (c\vartheta)_{g.v} + \Delta\alpha_t V^\circ (c\vartheta)_{x.v} = (1,25 - 0,05) \cdot 9,51 \cdot 369 + \\ &+ 0,06 \cdot 9,51 \cdot 33 = 4195 \text{ kDj/m}^3. \end{aligned}$$

$(s\vartheta)_{g.v}$  va  $(s\vartheta)_{x.v}$  entalpiyalarni qiymatini 1-jadvaldan (ilovaga qarang) topamiz.

(4.31) ifodadan o'txonadagi foydali issiqlik ajralishi:

$$\begin{aligned} Q_T &= Q_p^p = \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q'_e - Q_{B.BH} = \\ &= 39573 \cdot \frac{(100 - 1,2)}{100} + 4195 - 3952 = 39341 \text{ kDj/m}^3. \end{aligned}$$

Issiqlikni saqlanish koeffitsienti(4.31) dan aniqlanadi:

$$\varphi = 1 - q_5/100 = 1 - 1,5/100 = 0,985.$$

O'txona nur qabul qiluvchi yuzasiga berilgan issiqlik miqdori (4.30)

ifodadan aniqlanadi:

$$Q_1 = \varphi (Q_t - I_t'') = 0,985 (39\,341 - 18\,500) = 20\,528 \text{ kDj/m}^3.$$

Nur qabul qiluvchi yuzani (4.37) ifodadan:

$$H_{\text{н}} = \frac{B_p Q_{\text{н}}}{5,7 \cdot 10^{-11} M \zeta \alpha_t T_t'' T_t^3} \sqrt[3]{\frac{1}{M^2} \left( \frac{T_t}{T_t''} - 1 \right)^2} =$$

$$= \frac{0,41 \cdot 20528}{5,7 \cdot 10^{-11} \cdot 0,52 \cdot 0,75 \cdot 0,664 \cdot 1373 \cdot 2353^3} \sqrt[3]{\frac{1}{0,52^2} \left( \frac{2353}{1373} - 1 \right)^2} = 39,4 \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $H_1 = 39,4 \text{ m}^2$ .

**4.52.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 13,9 \text{ kg/ik}$ , quyi yonish issiqligi  $Q_{\text{н}}^p = 25070 \text{ kDj/kg}$  ga teng bo'lgan tosh ko'mirda ishlaydigan qozon agregati o'txonasining nur qabul qiluvchi yuzasini aniqlang, agar o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{p,p} - 4 \text{ MPa}$ , harorati  $t_{p,p} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$ , ta'minlovchi suv harorati  $t_{p,v} = 150 \text{ }^\circ\text{S}$ , uzluksiz nurlanish kattaligi  $D=4\%$ , havoning kerakli nazariy hajmi  $V^0 = 6,64 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{\text{ka}}^{\text{gp}} = 87 \%$ ; qozonxonadagi havo harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiq havo harorati  $t_{g,v} = 390 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$  o'txonaga havoni so'rilishi  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , nazariy yonish harorati  $\vartheta_t = 2035 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'txonadan chiqayotgan gazlar harorati  $\vartheta_t'' = 1080 \text{ }^\circ\text{S}$  ifloslanishning shartli koeffitsienti  $\zeta = 0,6$ , qoralik koeffitsienti  $\alpha_t = 0,546$ , haroratni eng yuqori nisbiy hisobiy koeffitsienti  $M = 0,45$ , kimyoviy yonib bo'lmaganda yo'qolgan issiqlik  $q_4 = 3 \%$  va tashqi muxitga yo'qolgan issiqlik  $q_5 = 1 \%$  ni tashkil qilsa.

**Javob:**  $N_1 = 200 \text{ m}^2$ .

**4.53.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 13,8 \text{ kg/s\ik}$ , bo'lgan tarkibi  $S^r = 83,0 \%$ ;  $N^r = 10,4 \%$ ;  $S_a^p = 2,8 \%$ ;  $O^p = 0,7 \%$ ;  $A^r = 0,1 \%$ ;  $W^p = 3 \%$  ni

tashkil qilgan yuqori oltin gugurtli mazutda ishlaydiga qozon agregati o'txonasiga nur qabul qiluvchi yuzasini aniqlang, agar mazutni isitish harorati  $t_t = 90$  °S, brutto f.i.k.  $\eta_{\text{ka}}^{\text{op}} = 86,7\%$ , o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{\text{p,p}} = 1,4$  MPa, harorti  $t_{\text{p,p}} = 250$  °S, ta'minlovchi suv harorati  $t_{\text{p,v}} = 100$  °S, uzluksiznurlash kattaligi  $P = 3\%$ , nur qabul qiluvchi issiqlik miqdori  $Q_1 = 17400$  kDj/kg, o'txonadagi yoqilg'ini nazariy yonish harorati  $\vartheta_t = 2100$  °S, o'txona-dan chiqayotgan gazlarning harorati  $\vartheta_t'' = 1100$  °S, ifloslanishning shartli koeffitsienti  $\zeta = 0,55$  qoralik kaeffitsienti  $a_t = 0,529$ , eng nazariy haroratni nisbiy joylashishi hisobiy kaiffitsienti  $M = 0,44$  ni tashkil etsa.

**Javob:**  $N_1 = 187,5$  m<sup>2</sup>.

#### 4.4. Qozon agregatining konvektiv qizish yuzasining hisobi

Bug' qizdirgichlar. Bug' qizdirgichlar bug' qabul qilgan issiqlik miqdori (kDj/kg) uyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q_{\text{nc}} = \varphi [I'_{\text{nc}} - I''_{\text{nc}} + \Delta\alpha_{\text{nc}} V^0 (c\vartheta)_{\text{x,b}}] = \frac{D_{\text{nc}}}{B_{\text{p}}} (i_{\text{n,n}} - i_{\text{h,n}}), \quad (4.38)$$

bunda  $\varphi$  - issiqlik saqlanish kaifsenti

$I'_{\text{nc}}$  va  $I''_{\text{nc}}$  - bug' qizdirgichga yonish maxsulotlarini kirishdan va undan chiqishdagi entalpiyasi, kDj/kg;

$\Delta\alpha_{\text{pe}}$  - bug' qizdirgichni gaz harakatlanuvchi qismiga surishi;

$V^0$  – havoni kerakli bo'lgan nazariy hajmi, m<sup>3</sup>/kg;

$s\vartheta)_{\text{x,v}}$  - sovuq havoning entalpiyasi, kDj/kg;

$D_{\text{pe}}$  - bug' qizdirgichdan o'tayotgan bug' sarfi, kg/ik;

$V_r$  - yoqilg'ining hisobiy sarfi, kg/ik;

$i_{\text{p,p}}$  va  $i_{\text{n,p}}$  - o'ta qizdirilgan bug'ni va bug' qizdirgichdan chiqqan bug'ni bug' qizdirgichga kirishdagi entalpiyasi, kDj/kg.

Bug' qizdirgichni konvektiv qizitishni yuzasi quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$H_{\text{nc}} = \frac{Q_{\text{nc}} B_p}{K_{\text{nc}} \Delta t_{\text{nc}}}, \quad (4.39)$$

bunda  $k_{\text{pe}}$  - bug' qizdirgich uchun issiqlik uzatish koeffitsienti,  $\text{kVt/m}^2 \cdot \text{K}$ ;

$\Delta t_{\text{pe}}$  - bug' qizdirgichdagi haroratlar farqi,  $^{\circ}\text{S}$ .

To'g'ri va teskari oqimlar uchun haroratlar farqini o'rta-cha arifmetik harorati aniqlanadi:

$$\Delta t_{\text{nc}} = \frac{\Delta t_{\text{b}} - \Delta t_{\text{m}}}{2,3 \lg(\Delta t_{\text{b}} / \Delta t_{\text{m}})}, \quad (4.40)$$

bunda  $\Delta t_{\text{b}}$  - eng katta qismdagi bug'lanish yonish maxsulotlari haroratlari farqi,  $^{\circ}\text{S}$ ;

$\Delta t_{\text{m}}$  - eng kichik qismdagi yonish maxsulotlari bilan bug' haroratlari farqi,  $^{\circ}\text{S}$ .

Agar  $\Delta t_{\text{b}} / \Delta t_{\text{m}} \leq 1,7$  haroratlar farqini quyidagi ifodadan aniqlaymiz;

$$\Delta t_{\text{pe}} = (\Delta t_{\text{b}} + \Delta t_{\text{m}}) / 2. \quad (4.41)$$

Ekonomayzerlar. Suv qabul qilgan issiqlik miqdori quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_3 = \varphi [I'_3 - I''_3 + \Delta \alpha_3 V^0 (c \vartheta)_{\text{x.B}}] = \frac{D_3}{B_p} (i''_{\text{п.в}} - i'_{\text{п.в}}), \quad (4.42)$$

bunda  $I'_3$  va  $I''_3$  - yonish maxsulotlarining ekonomayzerga kirishishdan va unda chiqishdagi entalpiyasi,  $\text{kDj/kg}$ ;

$\Delta \alpha_e$  - ekonomayzerning gaz harakatlanuvchi qismidagi havoni surilishi;

$D_3$  - ekonomayzerdagi suv sarfi,  $\text{kg/ik}$ ;

$I''_{\text{II.B}}$  i  $I'_{\text{II.B}}$  - suv (bug' suv aralashmasining) ekonamayzer-dan chiqishdagi entalpiyasi, kDj/kg.

Ekonamayzerdagi suvning sarfi:

$$D_e = D (1 + R/100), \quad (4.43)$$

bunda P - uzluksiz purkash kattaligi, %.

Ekonamayzerdan chiqishdagi suvning entalpiyasi:

$$i''_{\text{II.B}} = i'_{\text{II.B}} + \frac{B_p Q_3}{D_3}. \quad (4.44)$$

Ekonamayzerning kanvektiv qizitilishi yuzasi:

$$H_3 = \frac{Q_3 B_p}{\kappa_3 \Delta t_3}. \quad (4.45)$$

bunda  $k_e$  - ekonamayzer uchun issiqlik uzatilishi koeffitsienti, kVt/m<sup>2</sup>·K;

$\Delta t_e$  - (4.40) va (4.41) ifodalar yordamida aniqlanadigan ekonamayzerdagi haroratlar farqi, °S.

Havo qizdirgichlar. Havo qizdirgichga havo bilan qabul qi-lingan issiqlik miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q_{\text{vts}} = \varphi [I'_{\text{vp}} - I''_{\text{vp}} + \Delta\alpha_{\text{vp}} V^0(c\vartheta)_{\text{cr.v}}] = (\beta_{\text{vp}} + \beta_{\text{rts}} + \Delta\alpha_{\text{vts}}/2)(I''_{\text{v}} - I'_{\text{v}}), \quad (4.46)$$

bunda:  $I'_{\text{vp}}$  va  $I''_{\text{vp}}$  - yonish maxsulotlarning havo qizdir-gichga kirishdagi va chiqishdagi entalpiyasi, kDj/kg;

$\Delta\alpha_{\text{vp}}$  - havo qizdirgichdagi havoni so'rilishi;

$(s\vartheta)_{\text{sr.v}}$  - o'rtacha haroratdagi havoning entalpiyasi, kDj/kg;

$\beta_{vp}$  - havo qizdirgichdan chiqishdagi havo qolishini kerak bo'lgan nazariy hajmga nisbati;

$\beta_{rts}$  - retsirkulyatsiyaga ega bo'lgan havoni ulishi;

$I''_v$  i  $I'_v$  - kerak bo'lgan havoni nazariy sarfini havo qizdirgichdan chiqishdagi va kirishdagi entalpiyasi, kDj/kg.

Havoning o'rtacha harorati:

$$t_{sr.v} = (t'_v + t''_v), \quad (4.47)$$

bunda  $t'_v$  va  $t''_v$  - havoni havo qizdirgichga kirish va chiqish haroratlari, °S.

Havo qizdirgichdan chiqishdagi havoni hajmini , havoni nazariy hajmiga nisbatan quyidagicha aniqlanadi:

$$\beta_{vp} = \alpha_t - \Delta\alpha_t - \Delta\alpha_{tl}, \quad (4.48)$$

bunda  $\alpha_t$  - havodagi havoning ortiqchasi kaiffitsienti;

$\Delta\alpha_t$  - havoni so'rish;

$\Delta\alpha_{pl}$  - kukun tayyorlash qurilmasiga qayta havoni so'rilishi;

Sirkulyatsiyaga ega bo'magan havo ulishi.

$$\beta_{pu} (\alpha_t - \Delta\alpha_t + \Delta\alpha_{BH}) \frac{t'_{BH} - t_{x.B}}{t_{r.B} - t'_{BH}}, \quad (4.48')$$

bunda  $t'_{BH}$ ,  $t_{x.B}$ ,  $t_{r.B}$  - qayta sirkulyatsiyaga ega bo'lgan ha-vo harorati, sovuq havo bilan issiq havoni havo qizdirgichga yuborishdagi harorati, °S.

Havo qizdirgichning konventiv qizish yuzasi (m<sup>2</sup>):

$$N_{vp} = Q_{vp} V_r / (k_{vn} \Delta t_{vp}), \quad (4.49)$$



bunda:  $k_{v,p}$ - havo qizdirgichning issiqlik uzatish kaiffitsienti,  $kVt/m^2 \cdot K$ ;

$\Delta t_{vp}$  - havo qizdirgichdagi haroratlar farqi,  $^{\circ}S$  - (4.41) va (4.42) ifoda orqali aniqlangan.

**4.54.-masala.** Bug' ishlab chiqarish unumdorligi  $D = 13,5$  kg/ik, quyi yonish issiqligi  $Q_n^p = 10\ 516$  kDj/kg bo'lgan Moskva viloyatidagi B2 markali ko'mirda ishlaydigan qozon agregati bug' qabul qiluvchi issiqlik miqdorini aniqlang, agar o'txonaga kirishdagi yoqilg'i harorati  $t_t = 20$   $^{\circ}S$ , yoqilg'ini yonish massai issiqlik sig'imi  $c_t^p = 2,1$  kDj/kg $\cdot K$ , to'yingan bug'ning bosimi  $r_{n,n} = 4,5$  MPa, o'ta qizigan bug'ning bosimi  $r_{n,n} = 4,5$  MPa, harorati  $t_{n,n} = 450$   $^{\circ}S$ , uzluksiz nurlash kattaligi  $P = 3\%$ , qozon agregatining brutto f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 88\%$ , yoqilg'ining to'liq mexanik yonib bo'lgandagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 4\%$ .

**Javob:**  $Q_{pe} = 1906$  kDj/kg.

**4.55.-masala.**  $S^r = 49,3\%$ ;  $N^r = 3,6\%$ ;  $S_n^p = 3,0\%$ ;  $N^p = 1,0\%$ ;  $O^p = 8,3\%$ ;  $A^r = 21,8\%$ ;  $W^p = 13,0\%$ , tarkibli D markali Donetsk ko'mirda ishlaydigan bug' qizdirgichning qozon agregati bug'qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlang. Yonish maxsulotlarining bug' qizdirgichga kirishdagi entalpiyasi  $I'_{pe} = 9318$  kDj/kg, bug' qizdirgichdan chiqishdagi harorati  $\vartheta''_{ne} = 600^{\circ}S$ , bug' qizdirgichdan keyin ortiqcha havo kaeffitsienti  $\alpha_{pe} = 1,3$ , bug' qizdirgich gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_{pe} = 0,05$ , qozondagi havo harorati  $t_v = 30$   $^{\circ}S$  va atrof muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 0,5\%$ .

**Javob:**  $Q_{pe} = 2855$  kDj/kg.

**4.56.-masala.** Bug' ishlab chiqarishi  $D = 9,73$  kg/ik bo'lgan qozon agregatining bug' qizdirgichi qabul qilgan bug' issiqligini aniqlang. To'yingan bug' bosimi  $r_{n,p} = 1,4$  MPa, o'ta qizign bug' bosimi  $r_{p,p} = 1,3$  MPa, o'ta qizigan bug'ning harorati  $t_{ts,v} = 250$   $^{\circ}S$ , to'xtovsiz havo purkash kattaligi  $P = 4\%$ , qozon agregati f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 90\%$ , yoqlig'ini to'liq yonib bo'lmagandagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 3,5\%$ , qozon qurilmasi yonuvchi massasi quyi yonish issiqligi  $Q_H^r = 34\ 345$  kDj/kg, yoqilg'ida  $A^r = 16,8\%$  va namligi  $W^p = 6,5\%$  T markali

Kuznetsk ko'mirida ishlaydi.

**Javob:**  $Q_{pe} = 1474 \text{ kDj/kg}$ .

**4.57.-masala.** Bug' ishlab chiqarishi  $D = 8,89 \text{ kg/ik}$  bo'lgan qozon agregatining, quyi yonish issiqligi  $Q_{\text{H}}^c = 36799 \text{ kDj/m}^3$ , bo'lgan Saratov tabiiy gazida ishlaydigan qozon agregati bug' qig'dirgichidan chiqishda yonish mahsulotlarining entalpiyasini aniqlang. To'yingan bug' bosimi  $r_{n,n} = 1,7 \text{ MPa}$ , o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 1,5 \text{ MPa}$ , o'ta qizigan bug' harorati  $t_{p,p} = 400 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{ts,v} = 90 \text{ }^\circ\text{S}$ , to'xtovsiz havo purkash kattaligi  $P = 5\%$ , qozon agregatining f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 93,0 \%$ , bug' qig'dirgichga kirishda yonish mahsulotlarining entalpiyasi  $I'_{pe} = 18220 \text{ kDj/m}^3$ , yoqilg'ini yonishi uchun kerak bo'lgan havoning nazariy hajmi  $V^o = 9,82 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , bug' qizdirgich gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_{pe} = 0,06$ , qozonxonadagi havoning harorati  $t_v = 25 \text{ }^\circ\text{S}$ , atrof – muhitga issiqlikni yo'qolishi  $q_5 = 1,5\%$ .

**Yechish:** (4.25) ifoda bilan yoqilg'ini sarfini aniqlaymiz:

$$B_p = B = \frac{D_{\text{пе}} [(i_{\text{п.п}} - i_{\text{п.в}}) + (p - 100)(i_{\text{п.в}} - i_{\text{п.в}})]}{Q_p^p \eta_{ka}^{6p}} 100 =$$

$$= \frac{8,89 [(3258 - 377) + (5/100)(844 - 377)]}{36799 \cdot 93} 100 = 0,754 \text{ kg/ik}$$

(4.38) ifodadan bug' qizdirgichi bug'i qabul qilgan issiqlik miqdorini topamiz:

$$Q_{\text{пе}} = \frac{D_{\text{пе}}}{B_p} = (i_{\text{п.п}} - i_{\text{п.в}}) = \frac{8,89}{0,754} (3258 - 2795) = 5459 \text{ kDj/m}^3.$$

$r_{p,p} = 1,7 \text{ MPa}$  da 2-jadvaldan to'yingan bug' entalpiyasini topamiz:  $i_{n,p} = i'' = 2795,0 \text{ kDj/kg}$ .

Bug' qizdirgichdagi bug' sarfi  $D_{pe}$  qozon qurilmasi bug' ishlab chiqarishiga  $D$  teng.

(4.31) ifodadan issiqlikni saqlanish koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\varphi = 1 - q_5/100 = 1 - 1,5/100 = 0,985.$$

(4.38) dan bug' qizdirgichdan chiqishda yonish mahsulotlarining entalpiyasini topamiz.

$$I''_{ne} = I'_{ne} - \frac{Q_{ne}}{\varphi} + \Delta\alpha_{ne}V^0(c\vartheta)_{xB} = 18220 - \frac{5459}{0,985} + 0,06 \cdot 9,82 \cdot 33 = 12697 \text{ kDj/m}^3.$$

**Javob:**  $I''_{ps} = 12697 \text{ kDj/m}^3$ .

**4.58.-masala.** Bug' ishlab chiqarishi  $D = 5,6 \text{ kg/ik}$  bo'lgan qozon agregatining, quyi yonish issiqligi  $Q''_u = 13\,997 \text{ kDj/kg}$  bo'lgan B3 markali CHelyabinsk ko'mirida ishlaydigan qozon qurilmasi bug' qizdirgichidan chiqishda yonish mahsulotlarining entalpiyasini aniqlang. To'yingan bug' bosimi para  $r_{p,p} = 4 \text{ MPa}$ , o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 4 \text{ MPa}$ , o'ta qizigan bug' harorati  $t_{p,p} = 430 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 130 \text{ }^\circ\text{S}$ , qozon agregatining f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 89 \%$ , bug' qizdirgichga kirishda yonish mahsulotlarining entalpiyasi  $I'_{pe} = 7800 \text{ kDj/kg}$ , yoqilg'i yonishi uchun kerak bo'lgan havoning nazariy hajmi  $V^0 = 3,74 \text{ m}^3/\text{kg}$ , bug' qizdirgich gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_{pe} = 0,04$ , qozonxonada havo harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va atrof – muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1\%$ , yoqilg'ini to'liq mexanik yonmasligidagi  $q_4 = 3\%$ .

**Javob:**  $I''_{ne} = 5487 \text{ kDj/kg}$ .

**4.59.-masala.**  $S^r = 24,7 \%$ ;  $N^r = 2,6 \%$ ;  $S_n^p = 0,1 \%$ ;  $N^r = 1,1 \%$ ;  $O^p = 15,2 \%$ ,  $A^r = 6,3 \%$ ;  $W^p = 50,0 \%$  tarkibli frezer torfida ishlaydigan qozon agregati bug' qizdirgichidan chiqishda yonish mahsulotlari entalpiyasini aniqlang. Bug' qizdirgichga kirishda gaz harorati  $\vartheta'_{ne} = 900 \text{ }^\circ\text{S}$ , bug' qizdirgich (BQ) bug'i qabul qilgan issiqlik miqdori  $Q_{pe} = 1200 \text{ kDj/kg}$ , BQ dan tashqarida ortiqcha havo

koeffitsienti  $\alpha_{pe} = 1,3$ , BQ gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_{pe} = 0,05$ , qozonxonada havo harorati  $t_v = 30$  °S, atrof – muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 0,5\%$ .

**Javob:**  $I''_{ne} = 4404$  kDj/kg.

**4.60.-masala.** T markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 24$  kg/ik qozon agregati BQ bug'i qabul qilgan issiqlik miqdori va konvektiv isitish yuzasini aniqlang. O'choqqa kirishda yoqilg'ining harorati  $t_t = 50$  °S, yoqilg'ining ishchi massasi issiqlik sig'imi  $c_t^p = 2,1$  kDj/kg·K, to'yingan bug' (TB) bosimi  $r_{n,p} = 5$  MPa, o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 4$  MPa, o'ta qizigan bug' (O'QB) harorati  $t_{n,p} = 440$  °S, dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 120$  °S, to'xtovsiz purkash kattaligi  $P = 5\%$ , qozon agregati (QA) f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 90\%$ , BQdagi issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{pe} = 0,054$  kVt/m<sup>2</sup>·K, BQ ga kirishda gazning harorati  $g'_{ne} = 980$  °S, BQdan chiqishda gazning harorati  $g''_{ne} = 640$  °S, BQga kirishda bug'ning harorati  $t_{p,p} = 295$  °S, yoqilg'ini to'liq mexanik yonmasligidagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 5,0\%$ .

**Yechish:** (4.4) ifodadan yoqilg'ini fizik issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_{t1} = c_t^p t_t = 2,1 \cdot 30 = 63 \text{ kDj/kg.}$$

(4.3) ifodadan issiqlikni:

$$Q_p^p = Q_h^p + Q_{t1} = 22\,325 + 63 = 22888 \text{ kDj/kg.}$$

(4.25) ifodadan yoqilg'ining tabiiy sarfini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} B &= \frac{D_{ne} [(i_{n,II} - i_{n,B}) + (P/100)(i_{r,B} - i_{n,B})]}{Q_p^p \eta_{ka}^{6p}} 100 = \\ &= \frac{24 [(3310 - 503,7) + (5/100)(1120,8 - 503,7)]}{22888 \cdot 90} 100 = 3,31 \text{ kg/ik} \end{aligned}$$

$D_{pe} = D$ , to‘yingan bug‘ tanlab olish mavjud bo‘lmaganda.

Yoqilg‘ining hisobiy sarfi (4.26) ifodadan aniqlanadi:

$$B_r = V(1 - q_4/100) = 3,31(1 - 5/100) = 3,14 \text{ kg/ik.}$$

(4.38) ifodadan BQ bug‘i qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

$$Q_{ne} = \frac{D_{ne}}{B_p}(i_{n.n} - i_{n.b}) = \frac{24}{3,14}(3310 - 2793,9) = 3693 \text{ kDj/kg.}$$

2-jadvaldan (ilovoga qarang)  $p_{n,p} = 5$  MPPa uchun to‘yingan bug‘ entalpiyasini topamiz:

$i_{n,p} = 2793,9$  kDj/kg, to‘yingan bug‘ tanlab olish mavjud bo‘lmaganda  $D_{pe} = D$ , bo‘ladi.

(4.41) ifodadan BQda haroratlar farqi:

$$\Delta t_{ne} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_M}{2} = \frac{(980 - 440) + (640 - 295)}{2} = 442,5^\circ\text{S.}$$

(4.39) ifodadan BQ konvektiv isitish yuzasini aniqlaymiz:

$$H_{ne} = \frac{Q_{ne} B_p}{\kappa_{ne} \Delta t_{ne}} = \frac{3945 \cdot 314}{0,054 \cdot 442,5} = 518,4 \text{ m}^2$$

**Javob:**  $Q_{pe} = 3693$  kDj/kg;  $H_{pe} = 518,4$  m<sup>2</sup>.

**4.61.-masala.** Qarag‘anda toshko‘mirida ishlaydigan bug‘ ishlab chiqarish  $D = 13,6$  kg/ik qozon agregatining BQning konvektiv isitish yuzasini aniqlang. TB bosimi  $r_{n,n} = 4,5$  MPa, O‘QB bosimi  $r_{n,p} = 4$  MPa, O‘QB harorati  $t_{p,p} = 450^\circ\text{S}$ ,

BQ da issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{pe} = 0,045 \text{ kVt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , BQ chiqishda gaz harorati  $\vartheta''_{ne} = 1052 \text{ }^\circ\text{S}$  va BQ kirishda gaz harorati  $\vartheta''_{ne} = 686 \text{ }^\circ\text{S}$ , kirishda bug' harorati  $t_{p,p} = 256 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**Javob:**  $N_{pe} = 312,1 \text{ m}^2$ .

**4.62.-masala.**  $\text{SO}_2 = 0,8 \%$ ,  $\text{SN}_4 = 84,5 \%$ ;  $\text{S}_2\text{N}_6 = 3,8 \%$ ;  $\text{S}_3\text{N}_8 = 1,9 \%$ ;  $\text{S}_4\text{H}_{10} = 0,9 \%$ ;  $\text{S}_5\text{H}_{12} = 0,3 \%$ ;  $\text{N}_2 = 7,8 \%$  tartibli Saratov tabiiy gazida ishlaydigan bug' ishlab chiqarish  $D = 7,05 \text{ kg/ik}$  bo'lgan QA BQning konvektiv isitish yuzasini aniqlang. O'QB bosimi  $r_{p,p} = 1,4 \text{ MPa}$ , O'QB harorati  $t_{p,p} = 280 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 110 \text{ }^\circ\text{S}$ , to'xtovsiz purkash kattaligi  $P = 4\%$ , QA f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 91\%$ , BQ kirishda yonish mahsulotlari entalpiyasi  $I'_{ne} = 17320 \text{ kDj/kg}$ , BQ chiqishda yonish mahsulotlari entalpiyasi  $I''_{ne} = 12070 \text{ kJ/kg}$ , BQ gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_{pe} = 0,05$ , qozonxona havo harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , atrof – muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1\%$ , BQ issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{pe} = 0,05 \text{ kVt}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  va BQ da haroratlar farqi  $\Delta t_{pe} = 390 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**Javob:**  $N_{pe} = 147 \text{ m}^2$ .

**4.63.-masala.**  $\text{S}^r = 63,8 \%$ ;  $\text{N}^r = 1,2 \%$ ;  $\text{S}_r^p = 1,7 \%$ ;  $\text{N}^r = 0,6 \%$ ;  $\text{O}^p = 1,3 \%$ ;  $\text{A}^r = 22,9 \%$ ;  $\text{W}^r = 8,5 \%$  tartibli A marka, Donetsk ko'mirida ishlaydigan QA BQ konvektiv isitish yuzasini aniqlang. YOqilg'ini hisobiy sarfi  $V_r = 1,1 \text{ kg/s}$ , BQ kirishda bug' harorati  $t_{n,p} = 316 \text{ }^\circ\text{S}$ , O'QB harorati  $t_{p,n} = 510 \text{ }^\circ\text{S}$ , BQ kirishda gaz harorati  $\vartheta'_{ne} = 1000 \text{ }^\circ\text{S}$ , BQ chiqishda gaz harorati  $\vartheta''_{ne} = 700 \text{ }^\circ\text{S}$ , BQ dan tashqarida ortiqcha havo koeffitsienti  $\alpha_{pe} = 1,25$ , BQ yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_{pe} = 0,05$ , qozonxonada xatto harorati  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{S}$ , BQ issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{pe} = 0,055 \text{ kVt}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ , atrof – muhitda issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1\%$ .

**Javob:**  $N_{pe} = 178 \text{ m}^2$ .

**4.64.-masala.**  $\text{S}^r = 84,65 \%$ ;  $\text{H}^p = 11,7 \%$ ;  $\text{S}_r^p = 0,3 \%$ ;  $\text{O}^p = 0,3 \%$ ;  $\text{A}^r = 0,05 \%$ ;  $\text{W}^p = 3,0 \%$  tarkibli kam oltingugurtli mazutda ishlaydigan qozon agregati ekonomayzeridagi suv qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlang. Ekonomayzerga kirishda gaz harorati  $\vartheta''_g = 350 \text{ }^\circ\text{S}$  va chiqishda gaz harorati  $\vartheta''_{ne} = 200 \text{ }^\circ\text{S}$ ,

ekonomayzerdan tashqarida ortiqcha havo koeffitsienti  $\alpha_e = 1,2$ , ekonomayzer gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_e = 0,2$ , qozonxonadagi havo harorati  $t_v = 25$  °S, atrof-muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1,3\%$ .

**Yechish:** (3.27) ifodadan kerak bo'lgan nazariy havo hajmini aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_a^p - O^p) = 0,089 \times 84,65 + \\ + 0,266 \cdot 11,7 + 0,033 (0,3 - 0,3) = 10,62 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

(3.33) ifodadan 3 atomli gazlarning hajmini topamiz:

$$V_{RO_2} = 0,0187 (S^r + 0,375 S_a^p) = 0,0187 (84,65 + 0,375 \times 0,3) = 1,58 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

(3.32) ifodadan azotning nazariy hajmini aniqlaymiz:

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + 0,8N^r/100 = 0,79 \cdot 10,62 = 8,39 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

(3.35) ifodadan suv bug'larining nazariy hajmini topamiz:

$$V_{H_2O}^0 = 0,0124 (9N^r + W^r) + 0,0161 V^0 = \\ = 0,0124 \times (9 \cdot 11,7 + 3,0) + 0,0161 \cdot 10,62 = 1,51 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

(3.60) ifodadan ekonomayzerga kirishda yonish mahsulotlarining entalpiyasini aniqlaymiz:

$$I'_3 = I_r^0 + (\alpha_e - 1) I_b^0 = V_{RO_2} (c_{g'_3})_{CO_2} + V_{N_2}^0 (c_{g'_3})_{N_2} + V_{H_2O}^0 (c_{g'_3})_{H_2O} + (\alpha_e - 1) V^0 (c_{g'_3})_b \\ = 1,58 \cdot 665,5 + 8,39 \cdot 459,5 + 1,51 \cdot 544,5 + (1,2 - 1) \cdot 10,62 \cdot 472,5 = \\ = 6732 \text{ kDj/kg}.$$

1-jadvaldan (ilovaga qaralsin)  $(c\mathcal{G}'_{CO_2})$ ,  $(c\mathcal{G}'_{N_2})$ ,  $(c\mathcal{G}'_{H_2O})$  va  $(c\mathcal{G}'_{B \times 0})$  entalpiyalari qiymatlarini topamiz.

(3.60) ifodadan ekonomayzerdan chiqishda yonish mahsulotlarining entalpiyalarini topamiz:

$$I''_3 = I''_r + (\alpha_e - 1) I''_B = V_{RO_2} (c\mathcal{G}''_{CO_2}) + V_{N_2}^0 (c\mathcal{G}''_{N_2}) + V_{H_2O}^0 (c\mathcal{G}''_{H_2O}) + (\alpha_e - 1) V^0 (c\mathcal{G}''_B) =$$

$$= 1,58 \cdot 357 + 8,39 \cdot 260 + 1,51 \cdot 304 + (1,2 - 1) 10,62 \cdot 266 = 3769 \text{ kDj/kg.}$$

(4.31) ifodadan issiqlikni saqlanish koeffitsientini aniqlaymiz:

$$\varphi = 1 - q_5/100 = 1 - 1,3/100 = 0,987.$$

(4.42) ifodadan ekonomayzerda suv qabul qilgan issiqlik miqdorini topamiz:

$$Q_e = \varphi [I'_3 - I''_3 + \Delta\alpha_e V^0 (s\mathcal{G})_{x,v}] - 0,987 [6732 - 3769 + 0,2 \cdot 10,62 \cdot 33] =$$

$$= 2994 \text{ kDj/kg.}$$

**Javob:**  $Q_e = 2994 \text{ kJ/kg.}$

**4.65.-masala.** Quyi yonish issiqligi  $Q''_u = 26180 \text{ kDj/kg}$ , markali Kuznetsk ko'mirida ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 5,45 \text{ kg/ik}$  qozon agregati ekonomayzerida suv qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlang, O'QB bosimi  $r_{p,p} = 1,4 \text{ MPa}$ , O'QB harorati  $t_{p,p} = 280 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 100 \text{ }^\circ\text{S}$ , qozon agregati f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{op} = 86 \%$ , to'xtovsiz purkash kattaligi  $P = 3\%$ , ekonomayzerdan chiqishdagi suv harorati  $t_{p,v} = 150 \text{ }^\circ\text{S}$ , yoqilg'ini mexanik to'liq yonmasligidagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 4\%$ .

**Javob:**  $Q_e = 2002 \text{ kDj/kg.}$



**4.66.-masala.** Quyi yonish issiqligi  $Q_{\text{H}}^c = 35621$  kDj/kg Stavropol tabiiy gazida ishlaydigan bug‘ ishlab chiqarishi  $D = 7,66$  kg/ik qozon agregati ekonomayzerida suv qabul qilgan issiqlikning miqdorini aniqlang, O‘QB bosimi  $r_{\text{p,p}} = 4$  MPa, O‘QB harorati harorati  $t_{\text{p,p}} = 425$  °S, dastlabki suv harorati  $t_{\text{p,v}} = 100$  °S, QA f.i.k. (brutto)  $\eta_{\text{ka}}^{\text{6p}} = 90$  %, to‘xtovsiz purkash kattaligi  $R=3\%$ , ekonomayzerdan chiqishda suvning harorati  $t_{\text{H.B}}'' = 168^{\circ}\text{C}$ .

**Javob:**  $Q_e = 3313$  kDj/m<sup>3</sup>.

**4.67.-masala.** Quyi yonish issiqligi  $Q_{\text{H}}^p = 10516$  kDj/kg B2 markali Podmoskovyi ko‘mirida ishlaydigan bug‘ ishlab chiqarishi  $D = 5,6$  kg/ik ekonomayzeridan chiqishda suvning entalpiyasini aniqlang. O‘choqqa kirishda yoqilg‘ining harorati  $c_r^p = 2,1$  kDj/kg K, O‘QB bosimi  $r_{\text{p,p}} = 1,4$  MPa, O‘QB harorati  $t_{\text{p,p}} = 350$  °S, dastlabki suv harorati  $t_{\text{p,v}} = 100$  °S, QA f.i.k. (brutto)  $\eta_{\text{ka}}^{\text{6p}} = 88$  %, to‘xtovsiz purkash kattaligi  $P = 4\%$ , ekonomayzerga kirishda yopish mahsulotlarining entalpiyasi  $I'_s = 3860$  kJDj/kg, ekonomayzerdan chiqishda yopish mahsulotlarining entalpiyasi  $I''_s = 2050$  kDj/kg, yoqilg‘ini yonishi uchun zarur havoning nazariy hajmi  $V^{\circ} = 2,94$  m<sup>3</sup>/kg, ekonomayzer gaz yo‘lida havoni so‘rish  $\Delta\alpha_e = 0,1$ , qozonxonadagi havoning harorati  $t_v = 30$  °S, yoqilg‘ining mexanik to‘liq yonmasligida issiqlikni yo‘qolishi  $q_4 = 4\%$ , atrof – muhitga issiqlik yo‘qolishi  $q_4 = 1\%$ .

**Javob:**  $i_{\text{H.B}}'' = 896$  kDj/kg.

**4.68.-masala.** :  $S^r = 68,6$  %;  $N^r = 3,1$  %;  $S_{\text{r}}^p = 0,4$  %;  $N^p = 1,5$  %;  $O^p = 3,1$  %;  $A^r = 16,8$  %;  $W^p = 6,5$  % tarkibli T markali Kuznetsk ko‘mirida ishlaydigan bug‘ ishlab chiqarishi  $D = 9,73$  kg/ik QA ekonomayzeridan chiqishdagi suv entalpiyasini aniqlang. Bunda yoqilg‘ining hisobiy sarfi  $V_r = 1,1$  kg/ik, dastlabki suv harorati  $t_{\text{p,v}} = 100$  °S, to‘xtovsiz purkash kattaligi  $P = 4$  %, ekonomayzerga kirishda gazning harorati  $\vartheta'_s = 330$  °S, ekonomayzerdan chiqishda gazning harorati  $\vartheta''_s = 150$  °S, ekonomayzerdan tashqari ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_e = 1,45$ ,

ekonomayzer gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_e = 0,1$ , qozonxonadagi havoning harorati  $t_v = 30$  °S va issiqlikni saqlanish koeffitsienti  $\varphi = 0,99$  ga teng.

**Javob:**  $i''_{n.b} = 697$  kDj/kg.

**4.69.-masala.**  $S^r = 83$  %;  $N^r = 10,4$  %;  $S^p_a = 2,8$  %,  $O^p = 0,7$  %;  $A^r = 0,1$  %;  $W^r = 3,0$  % tarkibli yuqori oltingugurtli mazutda ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 13,8$  kg/ik QA ekonomayzeridan chiqishdagi suv entalpiyasini aniqlang. Bunda mazutni qizdirish harorati  $t_t = 90$  °S, O'QB bosimi  $r_{p.p} = 1,4$  MPa, O'QB harorati  $t_{p.p} = 280$  °S, dastlabki suv harorati  $t_{p.v} = 100$  °S, QA f.i.k. (brutto)  $\eta_{k.a}^{6p} = 88$  %, to'xtovsiz purkash kattaligi  $P = 3$  %, ekonomayzerda suv qabul qilgan issiqlik miqdori  $Q_e = 3100$  kDj/kg ga teng.

**Javob:**  $i''_{n.b} = 641$  kDj/kg.

**4.70.-masala.**  $SO_2 = 0,8$  %;  $SN_4 = 84,5$  %;  $S_2N_6 = 3,8$  %;  $S_3N_v = 0,9$  %;  $S_4H_{10} = 0,9$  %;  $S_5H_{12} = 0,3$  %;  $N_2 = 7,8$  % tarkibli Saratov gazida ishlaydigan QA ekonomayzeridan chiqishdagi yonish mahsulotlari entalpiyasini aniqlang. Bunda ekonomayzerga kirishda gaz harorati  $\mathcal{G}'_s = 300$  °S, ekonomayzerdan tashqarida havoning ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_e = 1,35$ , ekonomayzer gaz yo'lida havoni so'rish  $\Delta\alpha_e = 0,1$ , qozonxonadagi haqo harorati  $t_v = 30$  °S, ekonomayzerda suv qabul qilingan issiqlik miqdori  $Q_e = 2600$  kDj/kg, atrof-muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1$  % ga teng.

**Javob:**  $I''_s = 3291$  kDj/kg.

**4.71.-masala.**  $S^r = 84,65$  %,  $N^r = 11,7$  %;  $S^p_a = 3$  %;  $O^p = 0,3$  %;  $A^r = 0,05$  %;  $W^r = 3,0$  % tarkibli kam oltingugurtli mazutda ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 13,8$  kg/ik bo'lgan QA ekonomayzerdan chiqishda yonish mahsulotlari entalpiyasini aniqlang. Bunda ekonomayzerdan chiqishdagi harorat  $t''_{n.b} = 150$  °S, hisobiy sarfi  $V_r = 1,06$  kg/ik, dastlabki suv harorati  $t_{p.v} = 100$  °S, to'xtovsiz purkash  $P = 4$  %, ekonomayzerdan kirishda gazning harorati  $\mathcal{G}'_s = 330$  °S, ekonomayzerdan tashqarida ortiqcha havo koeffitsienti  $\alpha_e = 1,3$ , ekonomayzer

gaz yoʻlida havoni soʻrish  $\Delta\alpha_e = 0,1$ , qozonxonada haqo harorati  $t_v = 30$  °S va atrof – muhitga issiqlik yoʻqolishi  $t_v = 1\%$  ga teng.

**Javob:**  $I_s'' = 3868$  kDj/kg.

**4.72.-masala.** Tabiiy gazda ishlaydigan, bugʻ ishlab chiqarishi  $D=4,0$  kg/s QA 2-ta tarmogʻi ekonomayzeri konvektiv yuzasini aniqlang. Bunda ekonomayzerga kirishda suvning harorati  $t'_v = 100$  °S, ekonomayzerdan chiqishda suvning harorati  $t''_v = 152$  °S, ekonomayzerda issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_e = 0,02$  kVt/(m<sup>2</sup>·K), ekonomayzerga kirishda gazlar harorati  $\vartheta'_s = 280$  °S va ekonomayzerdan chiqishda gazlar harorati  $\vartheta''_s = 150$  °S.

**Javob:**  $N_e = 541$  m<sup>2</sup>.

**4.73.-masala.** Quyi yonish issiqligi  $Q''_n = 24\ 365$  kDj/kg boʻlgan T markali Donetsk tosh koʻmirida ishlaydigan, bugʻ ishlab chiqarishi  $D = 8,45$  kg/ik QA ekonomayzer suvi qabul qilgan issiqlik miqdori va konvektiv isitish yuzasini aniqlang. OʻQB bosimi  $r_{p,p} = 1,6$  MPa, OʻQB harorati  $t_{p,p} = 280$  °S, dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 110$  °S, QA f.i.k. (brutto)  $\eta_{ka}^{6p} = 90$  %, toʻxtovsiz purkash kattaligi  $R=5\%$ , ekonomayzerdan chiqishda suv harorati  $t''_b = 178$  °S, ekonomayzer issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_e = 0,024$  kVt/m<sup>2</sup>·K, ekonomayzerga kirishda gaz harorati  $\vartheta'_s = 300$  °S, ekonomayzerdan chiqishda gaz harorati  $\vartheta''_s = 180$  °S va yoqilgʻini toʻliq mexanik yonmasligida issiqlik yoʻqolishi  $q_4 = 6\%$  ga teng.

**Yechish:** (4.25) ifodadan yoqilgʻining tabiiy sarfi aniqlanadi:

$$B = \frac{D_{nc} [(i_{n.II} - i_{n.B}) + (P/100)(i_{k.B} - i_{n.B})]}{Q_p^p \eta_{ka}^{6p}} 100 =$$

$$= \frac{8,45 [(2995 - 461,3) + (5/100)(857,3 - 461,3)]}{24365 \cdot 90} 100 = 0,98 \text{ kg/ik}$$

Toʻyingan bugʻ tanlab olish mavjud boʻlmaganda  $D_{pe} = D$ , ga teng.

(4.26) ifodadan yoqilgʻining hisobiy sarfini topamiz:

$$V_r = V (1 - q_4/100) = 0,98 (1 - 6/100) = 0,921 \text{ kg/ik.}$$

(4.43) ifodadan ekonomayzerdan o'tgan suv sarfini aniqlaymiz:

$$D_0 = D (1 + R/100) = 8,45 (1 + 6/100) = 8,87 \text{ kg/ik.}$$

(4.42) dan ekonomayzer suvi qabul qilgan issiqlik miqdorini topamiz:

$$Q_3 = \frac{D_3}{B_p} (i''_{\text{il.B}} - i'_{\text{il.B}}) = \frac{8,87}{0,921} (754,4 - 461,3) = 2823 \text{ kDj/kg.}$$

(4.40) dan ekonomayzerdagi haroratlar farqini aniqlaymiz:

$$\Delta t_3 = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,3 \lg(\Delta t_6 / \Delta t_m)} = \frac{(300 - 178) - (180 - 110)}{2,3 \lg[(300 - 178) - (180 - 110)]} = 94^\circ \text{ S.}$$

(4.45) dan ekonomayzerning konvektiv isitish yuzasini topamiz:

$$H_3 = \frac{Q_3 B_p}{\kappa_p \Delta t_3} = \frac{2823 \cdot 0,921}{0,024 \cdot 94} = 1152,5 \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $N_e = 1152,5 \text{ m}^2$ .

**4.74.-masala.** A markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan, bug' ishlab chiqarishi  $D = 5,9 \text{ kg/ik}$  QA ekonomayzeridan chiqishdagi suvning entalpiyasini va konvektiv isitish yuzasini aniqlang. Bunda yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 0,62 \text{ kg/ik}$ , ekonomayzerdagi suv qabul qilgan issiqlik miqdori  $Q_e = 2520 \text{ kDj/kg}$ , dastlabki suv harorati  $t_{p.v} = 100^\circ \text{ S}$ , ekonomayzer issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_e = 0,021 \text{ kVt/m}^2 \cdot \text{K}$ , to'xtovsiz purkash kattiligi  $P = 4\%$ , ekonomayzerga kirishda gaz harorati  $\vartheta'_3 = 320^\circ \text{ S}$  va ekonomayzerdan chiqishda gaz harorati  $\vartheta''_3 = 170^\circ \text{ S}$ .

**Javob:**  $i''_{\text{h.b}} = 672 \text{ kDj/kg}$ ;  $N_e = 644 \text{ m}^2$ .

**4.75.-masala.**  $S^r = 62,7 \%$ ;  $N^r = 3,1 \%$ ;  $S^p = 2,8 \%$ ;  $N^r = 0,9 \%$ ,  $O^p = 1,7 \%$ ;  $A^r = 23,8 \%$ ;  $W^r = 5,0 \%$  tarkibli T markali Donetsk ko‘mirida ishlaydigan QA havoni qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlang. Bu shartda havoni qizdirgichga kirishda gazning harorati  $\vartheta'_{\text{bh}} = 100 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoni qizdirgichdan chiqishda gazning harorati  $\vartheta''_{\text{bh}} = 300 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoni qizdirgichdan tashqarida ortiqcha havoni ko‘effitsienti  $\alpha_{\text{v.p}} = 1,4$ , havoni qizdirgichda havoni so‘rish  $\Delta\alpha_{\text{v.p}} = 0,05$ , havoni qizdirgichga kirishda havoning harorati  $t'_b = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va chiqishda  $t''_b = 174 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiqlikni atrof-muhitga yo‘qolishi  $q_5 = 1\%$  ga teng.

**Javob:**  $Q_{\text{v.p}} = 1412 \text{ kDj/kg}$ .

**4.76.-masala.** K markali Qarag‘anda ko‘mirida ishlaydigan qozon agregatining havoni qizdirgichidagi havoni qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlang. Havoni qizdirgichga kirishda havoning harorati  $t'_b = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va chiqishda  $t''_b = 170 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoning zarur bo‘lgan nazariy hajmi  $V^\circ = 5,61 \text{ m}^3/\text{kg}$ , o‘choqdagi ortiqcha havoni ko‘effitsienti  $\alpha_t = 1,3$ , o‘choq kamerasidagi havoni so‘rish  $\Delta\alpha_v = 0,05$  va havoni qizdirgichdagi havoni so‘rish  $\Delta\alpha_{\text{v.p}} = 0,05$  ga teng.

**Javob:**  $Q_{\text{v.p}} = 1331 \text{ kDj/kg}$ .

**4.77.-masala.** Agar havoni qizdirgichga kirishda va chiqishda havoni harorati  $t'_b = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_b = 180 \text{ }^\circ\text{S}$ , o‘choqda havoning ortiqcha ko‘effitsienti  $\alpha_t = 1,15$ , o‘choq kamerasida havoni so‘rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$  va havoni qizdirgichda havoni so‘rish  $\Delta\alpha_{\text{v.p}} = 0,06$  bo‘lsa,  $\text{SO}_2 = 0,2 \%$ ;  $\text{SN}_4 = 98,2 \%$ ;  $\text{S}_2\text{N}_6 = 0,4 \%$ ;  $\text{S}_3\text{N}_8 = 0,1 \%$ ;  $\text{S}_4\text{H}_{10} = 0,1 \%$ ;  $\text{N}_2 = 1,0 \%$  tarkibli Stavropol tabiiy gazida ishlaydigan qozon agregati havoni to‘ldirgichi havosi qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{\text{v.p}} = 2139 \text{ kDj/kg}$ .

**4.78.-masala.** Agar havoni qizdirgichga kirishda va chiqishda havoning haroratlari  $t'_b = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_b = 170 \text{ }^\circ\text{S}$ , havoning zarur nazariy hajmi  $V^\circ = 9,52 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , o‘choqda havoning ortiqchalik ko‘effitsienti  $\alpha_t = 1,15$ , o‘choq kamerasida havoni so‘rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havoni qizdirgichda havoni so‘rish  $\Delta\alpha_{\text{vp}} = 0,06$ , havoni

qizdirgichga kirishda yonish mahsulotlarining entalpiyasi  $I'_{\text{BH}} = 7670 \text{ kDj/m}^3$  va atrof-muhitga issiqlik yo'qolishi  $q_5 = 1\%$  bo'lsa, tabiiy Saratov gazida ishlaydigan havo qizdirgichdan chiqishda yonish mahsulotlarini entalpiyasini aniqlang.

**Javob:**  $I''_{\text{BH}} = 5724 \text{ kDj/m}^3$ .

**4.79.-masala.** Agar havo to'ldirgichga kirishda va chiqishda havo haroratlari  $t'_b = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_b = 177 \text{ }^\circ\text{S}$  o'choqda havoning ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_t = 1,30$ , o'choq kamerasida havoni so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havo qizdirgichdan tashqarida havoning ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_{v,p} = 1,45$ , havo qizdirgichda havoni so'rish  $\Delta\alpha_{v,p} = 0,05$ , havo qizdirgichga kiritishda gazning harorati.  $\mathcal{G}'_{\text{BH}} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$  va atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishi bo'lsa,  $S^r = 54,5\%$ ;  $N^r = 3,3\%$ ;  $S^p_{\text{r}} = 0,8\%$ ;  $N^p = 0,8\%$ ;  $O^p = 4,8\%$ ;  $A^r = 27,6\%$ ;  $W^p = 8,0\%$  tarkibli K markali Qarag'anda ko'mirida ishlaydigan qozon agregatidan chiqishda yonish mahsulotlarining entalpiyasini aniqlang.

**Javob:**  $I''_{\text{BH}} = 4123 \text{ kDj/kg}$ .

**4.80.-masala.** Agar havo qizdirgichga kirishda va chiqishda havo haroratlari  $t'_b = 30 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_b = 75 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$ , o'choq kamerasida havoni so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havo qizdirgichda havoni so'rish  $\Delta\alpha_{v,p} = 0,05$  yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_p = 0,64 \text{ kg/ik}$ , havoning zarur nazariy hajmi  $V^o = 6,44 \text{ m}^3/\text{kg}$ , havo qizdirgichda issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{v,p} = 0,0182 \text{ kVt/(m}^2 \cdot \text{K)}$ , havo qizdirgichga kirishda va chiqishdagi gazlarning harorati  $\mathcal{G}'_{\text{BH}} = 112 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $\mathcal{G}''_{\text{BH}} = 310 \text{ }^\circ\text{S}$  bo'lsa, T markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan qozon agregati havo qizdirgichi konvektiv isitish yuzasini aniqlang,

**Javob:**  $N_{v,p} = 262 \text{ m}^2$ .

**4.81.-masala.** Agar o'ta qizigan bug' bosimi  $r_{p,p} = 1,6 \text{ MPa}$ , O'QB harorati  $t_{p,p} = 300 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 110 \text{ }^\circ\text{S}$ , qozon agregatining f.i.k. (brutto)  $\eta_{\text{ka}}^{\text{op}} = 90\%$ , to'xtovsiz purkash kattaligi  $P = 5\%$ , havo qizdirgichga kirishda va chiqishda havo haroratlari  $t'_b = 40 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_b = 190 \text{ }^\circ\text{S}$ , o'choqda havoning

ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$ , o'choq kamerasi havoni so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,06$  havo qizdirgichda havoni so'rish  $\alpha_{vp} = 0,08$ , havoqizdirgichda issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{v,p} = 0,0188 \text{ kVt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , havo qizdirgichga kirishda va undan chiqishda gazlarning haroratlari  $\mathcal{G}'_{\text{bn}} = 422 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $\mathcal{G}''_{\text{bn}} = 310 \text{ }^\circ\text{S}$  va yoqilg'ini to'liq mexanik yonmasligidagi issiqlik yo'qolishi  $q_4 = 6\%$  bo'lsa,  $\text{O}^r = 62,7 \%$ ;  $\text{N}^r = 3,1 \%$ ;  $\text{S}_a^p = 2,8 \%$ ;  $\text{N}^r = 0,9 \%$ ;  $\text{O}^r = 1,7 \%$ ;  $\text{A}^r = 23,8 \%$ ;  $\text{W}^r = 5,0 \%$  tarkibli T markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 5,9 \text{ kg/ik}$  ga teng qozon agregati havo qizdirgichining konvektiv isitish yuzasini aniqlang.

**Yechish:** (3.12) ifodadan yoqilg'i ishchi massasining quyi yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_u^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5 (\text{O}^r - S_a^p) - 25W^r - 338 \cdot 62,7 + \\ + 1025 \cdot 3,1 - 108,5(1,7 - 2,8) - 25 \cdot 5,0 = 24365 \text{ kDj/kg.}$$

(4.25) ifodadan yoqilg'ining natural sarfini topamiz:

$$B = \frac{D_{\text{ne}} [(i_{\text{II.П}} - i_{\text{II.B}}) + (P/100)(i_{\text{K.B}} - i_{\text{II.B}})]}{Q_p^p \eta_{\text{K.A}}^{\text{6p}}} 100 = \\ = \frac{8,9[(3044 - 461,3) + (5/100)(857,3 - 461,3)]}{24365 \cdot 90} 100 = 1,056 \text{ kg/ik}$$

To'yingan bug' tanlab olinmagani uchun  $D_{pe} = D$ , (4.26) ifodadan yoqilg'ining hisobiy sarfini aniqlaymiz:

$$V_r = V (1 - q_4/100) = 1,056 (1 - 6/100) = 0,993 \text{ kg/ik.}$$

(3.27) ifodadan zarur nazariy havo hajmini topamiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033 (S_a^p - \text{O}^r) - 0,089 \times 62,7 +$$

$$+ 0,266 \cdot 3,1 + 0,033 (2,8 - 1,7) = 6,44 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

(3.62) ifodadan havo qizdirgichga kirishda zarur nazariy havo hajmining entalpiyasini topamiz:

$$I'_B = V^0 (c t'_B) = 6,44 \cdot 52,8 = 340 \text{ kDj/kg}.$$

Havo qizdirgichda chiqishda zarur nazariy havo hajmining entalpiyasini (3.62) ifodadan aniqlaymiz:

$$I''_B = V^0 (c t''_B) = 6,44 \cdot 252,6 = 1627 \text{ kDj/kg}.$$

(4.48) ifodadan havo qizdirgichdan chiqishidagi havo hajmini nazariy havo hajmga nisbatini topamiz:

$$\beta_{v,p} = \alpha_t - \Delta\alpha_t = 1,2 - 0,08 = 1,12.$$

(4.46) ifodadan havo qizdirgichida havo qabul qilgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

$$Q_{v,p} = (\beta_{v,p} + \Delta\alpha_{v,p}/2) (I''_B - I'_B) = (1,12 + 0,08/2) \times (1627 - 340) = 1493 \text{ kDj/kg}.$$

Havo qizdirgichdagi haroratlar farqini (4.41) ifodadan topamiz:

$$\Delta t_{\text{BH}} = \frac{\Delta t_{\text{G}} - \Delta t_{\text{M}}}{2} = \frac{(422 - 190) + (310 - 40)}{2} = 251^\circ \text{S}.$$

Havo qizdirgichning konvektiv isitish yuzasini (4.49) ifodadan aniqlaymiz:



$$H_{\text{B.II}} = \frac{Q_{\text{B.II}} - B_p}{\kappa_{\text{B.II}} \Delta t_{\text{B.II}}} = \frac{1493 \cdot 0,993}{0,0188 \cdot 251} = 314 \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $H_{\text{k.p}} = 314 \text{ m}^2$ .

**4.82.-masala.**  $S^r = 28,7 \%$ ;  $N^r = 2,2 \%$ ;  $S_n^p = 2,7 \%$ ;  $N^r = 0,6 \%$ ;  $O^r = 8,6 \%$ ,  $A^r = 25,2 \%$ ;  $W^r = 32,0 \%$  tarkibli B2 markali Podmoskovnyi ko‘mirida ishlaydigan bug‘ ishlab chiqarishi  $D = 13,5 \text{ kg/s}$  ga teng qozon agregati havo qizdirgichining konvektiv isitish yuzasini aniqlang. Agar o‘choqqa kirishda yoqilg‘ining harorati  $t_t = 20 \text{ }^\circ\text{S}$ , O‘QB bosimi  $r_{\text{p.p}} = 1,8 \text{ MPa}$ , O‘QB harorati  $t_{\text{p.p}} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{\text{p.v}} = 150 \text{ }^\circ\text{S}$ , qozon agregatining f.i.k. (brutto)  $\eta_{\text{ka}}^{\text{op}} = 88 \%$ , to‘xtovsiz purkash kataligi  $P = 4\%$ , havo qizdirgichga kirishda va undan chiqishda yonish mahsulotlarining entalpiyalari  $I'_{\text{B.II}} = 3780 \text{ kDj/kg}$  va  $I''_{\text{B.II}} = 2770 \text{ kDj/kg}$ , havoning o‘rtacha harorati  $t_{\text{sr.v}} = 110 \text{ }^\circ\text{S}$ , havo qizdirgichda havoni so‘rish  $\alpha_{\text{vp}} = 0,05$ , havo qizdirgich issiqlik uzatish koeffitsienti  $k_{\text{v.p}} = 0,0174 \text{ kVt/(m}^2 \cdot \text{K)}$  havo qizdirgichdagi haroratlar farqi  $\Delta t_{\text{p.v}} = 230 \text{ }^\circ\text{S}$ , yoqilg‘ini to‘liq mexanik yonmasligidagi issiqlik yo‘qolishi  $q_4 = 4\%$  va atrof-muhitga issiqlik yo‘qolishi  $q_5 = 1\%$

**Javob:**  $N_{\text{v.p}} = 967 \text{ m}^2$ .

#### 4.5. Kuldan zararlanish va past haroratli korroziya

Kuldan zararlanish. Quvur devorining xavfli kesimida maksimal mumkin bo‘lgan kuldan zararlanish  $h_{\text{max}}(\text{m})$  quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_{\text{max}} = a \cdot m \cdot \eta \cdot \beta k \cdot \mu_{\text{zl}} (\beta \omega \cdot \omega)^3 \tau, \quad (4.50)$$

bu yerda:  $a$  - kulning abraziv xossalarini hisobga oluvchi koeffitsient,  $\text{m} \cdot \text{ik}^3 / (\text{kg} \cdot \text{s})$ ;

$m$  – zararlanishga metallning qarshiligini hisobga oluvchi koeffitsient, uglerodli quvurlar uchun  $m=1$ , xrom – molibdenli quvurlar uchun  $m = 0,7$ ;

$h$  – quvur yuzasiga zarrachalarning urinish ehtimolini hisobga oluvchi koeffitsient;

$\beta_k$  – kulning konsentratsiyasining bir maromda bo‘lmagan koeffitsienti;

$\mu_{z1}$  - yonish mahsulotlaridagi kulning konsentratsiyasi,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\beta_\omega$  – gaz tezligining bir maromda bo‘lmagan koeffitsienti;

$\omega$  – quvurlar orasidagi tor oraliqdagi gazning o‘rtacha tezligi,  $\text{m/ik}$ ;

$\tau$  – isitish yuzasining ish davomiyligi, s;

Yonish mahsulotda kulning konsentratsiyasi:

$$\mu_{31} = \frac{A^p - a_{yH}}{100V_r} = \frac{273}{g' + 273}, \quad (4.51)$$

bu yerda  $A^r$  - yoqilg‘idagi kulning tarkibi, %;

$a_{un}$  - yonish mahsulotlari bilan olib ketiladigan yoqilg‘i kulining ulushi;

$V_g$  - yonish mahsulotlari hajmi,  $\text{m}^3/\text{kg}$ ;

$g'$  - to‘plamga kirishda gazning harorati, °S.

Past haroratli korroziya. Havo qizdirgichning quvurlaridagi korroziyani oldini olish uchun quvur devorining haroratini yonish mahsulotlari shudring nuqtasi haroratida yuqori bo‘lishi kerak.

Yonish mahsulotlari shudring nuqtasi (°S) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$t_p = \frac{125\sqrt[3]{S_{np}^p}}{1,05a_{yH}A_{np}^p} + t_k, \quad (4.52)$$

bu yerda  $S_{np}^p$  - yoqilg‘ining keltirilgan oltingugurtlilik,  $\text{kg}\cdot\% \cdot 10^{-3}/\text{kJ}$ ;

$a_{un}$  - o‘choqdan yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg‘i kuli ulushi, qatlamli o‘choqlar uchun 0,2 - 0,3, kameralilar uchun 0,85;

$A_{np}^p$  - yoqilg'ining keltirilgan kulliligi,  $kg \cdot \% \cdot 10^{-3}/kDj$ ;

$t_k$  - suv bug'i kondensatsiyasi harorati, °S.

**4.83.-masala.** Agar kulning abraziv hossalari hisobga oluvchi koeffitsient  $a = 10 \cdot 10^{-9} m \cdot ik^{-3}/kg \cdot S$ , quvur yuzasini zarrachalarning urilish ehtimolini hisobga oluvchi koeffitsienti  $\eta = 0,334$ , kul konsentratsiyasi bir maromda bo'lmagan koeffitsienti  $\beta_k = 1,2$ , gaz tezligining bir maromda bo'lmagan koeffitsienti  $\beta_\omega = 1,25$ , quvurlar orasidagi tor oraliqdagi gazning o'rtacha tezligi  $\omega = 10 m/ik$ , isitish yuzasi ishini davomiyligi  $\tau = 8160 s$ , o'choqdan yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg'i kulining ulushi  $a_{un} = 0,85$ , to'plamga kirishda gazning harorati  $\vartheta' = 407 \text{ }^\circ S$ , o'choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$  bo'lganda, qozon agregati havo qizdirgichi xromolibdenli quvur devorini kuldani maksimal mumkin bo'lgan zararlanishini aniqlang. Qozon agregati :  $S^r = 54,7\%$ ;  $N^r = 3,3\%$ ;  $S_n^p = 0,8\%$ ;  $N^p = 0,8\%$ ;  $O^p = 4,8\%$ ;  $A^r = 27,6\%$ ;  $W^r = 8,0\%$  tarkibli k markali Qarag'anda ko'mirida ishlaydi.

**Javob:**  $h_{max} = 0,52 \cdot 10^{-3} m$ .

**4.84.-masala.** Agar kulning abraziv xossalari  $a = 14 \cdot 10^{-9} m \cdot ik^{-3}/kg \cdot s$ , quvur yuzasiga zarrachalarning urilish ehtimolini hisobga oluvchi koeffitsient  $\eta = 0,334$ , kul konsentratsiyasining bir maromda bo'lmagan koeffitsienti  $\beta_k = 1,2$ , gaz tezligining bir maromda bo'lmagan koeffitsienti  $\beta_\omega = 1,25$ , quvurlar orasidagi tor oraliqdagi gazning o'rtacha tezligi  $\omega = 12 m/ik$ , isitish yuzasining ish davomiyligi  $\tau = 8160 s$ , o'choqdan yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg'i kulining ulushi  $a_{un} = 0,85$ , o'choqdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,3$ , yonish mahsulotlari hajmi  $V_g = 7,24 m^3/kg$ , to'plamga kirishda gaz harorati  $\vartheta' = 412 \text{ }^\circ S$  bo'lsa, qozon agregati havoqizdirgichi uglerodli quvurli devorlarining maksimal mumkin bo'lgan zararlanishini aniqlang. Qozon agregati  $A^r = 21,8\%$  kul tarkibli D markali Donetsk ko'mirida ishlaydi.

**Javob:**  $h_{max} = 1,54 \cdot 10^{-3} m$ .

**4.85.-masala.** Qozon agregati o'chog'ida  $S^r = 62,7\%$ ;  $N^r = 3,1\%$ ;  $S_n^p = 2,8\%$ ;  $N^p = 0,9\%$ ;  $O^r = 1,7\%$ ;  $A^r = 23,8\%$ ;  $W^p = 5,0\%$  tarkibli T markali Donetsk

ko‘miri yoqiladi. Agar yonish mahsulotlari olib ketiladigan yoqilg‘i kulining ulushi  $a_{un} = 0,85$  va suv bug‘i kondensatsiyasi harorati  $t_k = 50$  °S bo‘lsa, yonish mahsulotlari shudring nuqtasi haroratini aniqlang.

**Javob:**  $t_r = 132$  °S.

**4.86.-masala.** Agar kulning obraziv xossalarini hisobga oluvchi koeffitsient  $\alpha = 16 \cdot 10^{-9}$  m·ik<sup>3</sup>/kg·s, quvur yuzasiga urilish ehtimolini hisobga oluvchi koeffitsienti  $\eta = 0,338$ , kul kontsentratsiyasini bir maromda bo‘lmagan koeffitsienti  $\beta_k = 1,3$ , gaz tezligining bir maromda bo‘lmagan koeffitsienti  $\beta_\omega = 1,35$ , quvurlar orasidagi tor oraliqlarda gazning o‘rtacha tezligi  $\omega = 10$  m/ik, isitish yuzasi ish davomiyligini  $\tau = 8160$  s, o‘choqdan yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg‘ining kul ulushi  $a_{un} = 0,95$ , to‘plamga kirishda gaz harorati  $\vartheta' = 447$  °S, o‘choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,5$  va suv bug‘i kondensatsiya harorati  $t_k = 60$  °S bo‘lsa, qozon agregati havo qizdirgichi uglerodli quvuri devorining kuldan maksimal mumkin bo‘lgan zararlanishini aniqlang. Qozon agregati  $S^r = 28,7$  %;  $N^r = 2,2$  %;  $S_a^p = 2,7$  %;  $N^r = 0,6$  %;  $O^p = 8,6$  %;  $A^r = 25,2$  %,  $W^r = 32,0$  % tarkibli B2 markali Podmoskove ko‘mirida ishlaydi.

**Echish:** Ishchi massaning quyi yonish issiqligini (3.12) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_u^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5(O^p - S_a^p) - 25W^r = 338 \cdot 28,7 + 1025 \cdot 2,2 - 108,5(8,6 - 2,7) - 25 \cdot 32,0 = 10\,516 \text{ kDj/kg.}$$

1 kg yoqig‘ini to‘liq yonishi uchun kerak bo‘lgan havoning nazariy hajmini (3.27) ifodadan aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033(S_a^p - O^r) = 0,089 \times 28,7 + 0,266 \cdot 2,2 + 0,033(2,7 - 8,6) = 2,94 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

(3.43) ifodadan  $\alpha_t = 1,5$  da quruq gaz hajmini topamiz:

$$\begin{aligned} V_{s.g} &= V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + (\alpha_t - 1) V^0 = 0,0187 (S^r + 0,375 S_{\text{H}_2\text{O}}^p) + 0,79 V^0 = \\ &= 0,8 N^r/100 + (\alpha_t - 1) V^0 - 0,0187 \times (28,7 + 0,375 \cdot 2,7) + 0,79 \cdot 2,94 + \\ &\quad + 0,8 \cdot 0,6/100 + (1,5 - 1) 2,94 = 4,35 \text{ m}^3/\text{kg}. \end{aligned}$$

(3.44) ifodadan  $\alpha_t = 1,5$  da suv bug'i hajmini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} V_{H_2O} &= 0,0124 (9N^r + W^r) + 0,0161\alpha_t V^0 = 0,0124 \times (9 \cdot 2,2 + 32,0) + \\ &\quad + 0,0161 \cdot 1,5 \cdot 2,94 = 0,71 \text{ m}^3/\text{kg}. \end{aligned}$$

(3.31) ifodadan to'liq yonishdagi mahsulotlar hajmini topamiz:

$$V_r = V_{s.g} + V_{H_2O} = 4,35 + 0,71 = 5,06 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

(4.51) dan yonish mahsulotlari kul konsentratsiyasini topamiz:

$$\mu_{3\text{H}} = \frac{A^p a_{yH}}{100V_r} \cdot \frac{273}{g' + 273} = \frac{25,2 \cdot 0,95}{100 \cdot 5,06} \cdot \frac{273}{447 + 273} = 0,0179 \text{ kg/m}^3.$$

(3.24) dan yoqilg'ining keltirilgan kulliligini topamiz:

$$A_{\text{np}} = 4190 \frac{A^p}{Q_H^p} = 4190 \frac{25,2}{10516} = 10_{\text{Kr}} \cdot \% \cdot 10^{-3} / \text{kJ}.$$

(3.26) dan yoqilg'ining keltirilgan oltingugurtligini aniqlaymiz:

$$S_{\text{np}} = 4190 \frac{S_{\text{H}_2\text{S}}^p}{Q_H^p} = 4190 \frac{2,7}{10516} = 1,07_{\text{Kr}} \cdot \% \cdot 10^{-3} / \text{kJ}.$$

Quvur devorining maksimal mumkin bo'lgan kuldan zararlanishini (4.50) dan topamiz:

$$h_{\max} = a \cdot m \cdot \eta \cdot \beta_k \cdot \mu_{z1} \cdot (\beta_{\omega} \cdot \omega)^3 \tau = 16 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 0,338 \cdot 1,3 \times \\ \times 0,0179 (1,35 \cdot 10)^3 \cdot 8160 \approx 2,53 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

bu erda  $m = 1,0$  – uglerodli quvurlar uchun.

Yonish mahsulotlari shundring nuqtasi haroratini (4.52) ifodadan aniqlaymiz:

$$t_p = \frac{125 \sqrt[3]{S_{\text{np}}^p}}{1,05 a_{\text{yH}} A_{\text{np}}^p} + t_k = \frac{125 \sqrt[3]{1,07}}{1,05 \cdot 95 \cdot 10} + 60 = 140^{\circ} \text{C.} \quad {}^{\circ}\text{S}$$

**Javob:**  $h_{\max} = 2,53 \cdot 10^{-3} \text{ m}; t_r = 140^{\circ} \text{S.}$

**4.87.-masala.** Qozon agregati o'chog'ida  $S^r = 37,3 \%$ ;  $N^r = 2,8 \%$ ;  $S_n^p = 1,0 \%$ ;  $N^r = 0,9\%$ ;  $O^r = 10,5\%$ ;  $A^r = 29,5 \%$ ;  $W^r = 18,0 \%$  tarkibli B3 markali Chelyabinsk ko'miri yoqiladi. Agar o'choqdan yonish mahsulotlari olib ketadigan yoqilg'i kuli ulushi  $\alpha_{\text{un}} = 0,85$  va suv bug'i kondensatsiya harorati  $t_k = 50^{\circ} \text{S}$  bo'lsa, yonish mahsulotlari shudring nuqtasi haroratini aniqlang:

**Javob:**  $t_p = 112^{\circ} \text{S.}$

#### 4.6. Puflovchi va tortuvchi qurilmalar

Puflovchi qurilmalar yoqilg'ini yoqish uchun qozon o'tinxonasiga havo berishga mo'ljallangan. Tortuvchi qurilmalar qozonxona agregatlari gaz quvurlarida tutun gazlarini aniqlangan aralashish tezligini va quvurdan chiqib atmosferaga tarqalishini ta'minlaydi. Tortuvchi qurilmalar gaz va tutun quvurlari va tutun so'rgichlardan tashkil topgan.

Tuflovchi ventilyatorlar. Ventilyatorlarning hisobiy havo berishi ( $m^3/s$ ) (4.53) ifodadan aniqlanadi:

$$Q_v = \beta_1 B_r V^0 (\alpha_t - \Delta\alpha_t + \Delta\alpha'_{v,p} - \Delta\alpha_{p1}) [(t_{x,v} + 273)/273] 1,01 \cdot 10^5 / h_b, \quad (4.53)$$

bu erda  $\beta_1$  - zahira havo berish koeffitsienti (**Qozon agregatining**:  $D > 5,6$  kg/s bug‘ ishlab chiqarishda  $\beta_1 = 1,05$  va  $D < 5,6$  kg/s -  $\beta_1 = 1,1$ );

$\Delta\alpha'_{v,p}$  - havo qizdirgichda havoning chiqib kelishi;

$\alpha_t$  - o‘qochdagi havoning ortiqchalik koeffitsienti;

$\Delta\alpha_t$  va  $\Delta\alpha_{p,1}$  - o‘choq va rang tayyorlash qurimalaridagi havoni so‘rish;

$t_{x,v}$  - ventilyatorga keluvchi sovuq havo harorati, °S;

$h_b$  - havoning barometrik bosimi, Pa.

Ventilyatorni ishga tushurish uchun elektr dvigatelni quvvati N (kVt);

$$N_s^B = (\beta_2 Q_B H_B / \eta_s^B) 100, \quad (4.54)$$

bu yerda  $\beta_2$  - elektr dvigateli quvvati zahira,  $\beta_2 = 1,1$ ;

$N_v$  - ventilyatorning to‘liq hisob napori, kPa;

$\eta_s^B$  - ventilyatorning eksiputatsion.

Tutun so‘rgich. Tutun so‘rgichning xisobiy havo berilishi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q_x = \beta_1 B_p [V_r^o + (\alpha_x - 1)V^o] \frac{\vartheta_x + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_6}. \quad (4.55)$$

bu yerda  $V_r^o$  - to‘liq yonish mahsulotlarning nazariy hajmi,  $m^3/kg$  ( $m^3/m^3$ );

$\alpha_d$  - tutun so‘rgichdan oldingi havoning ortiqchalik;

$\vartheta_d$  - tutun so‘rgichdan oldingi gaz xarorati °S.

Tutun sorgichni ishga tushirish uchun elektr dvigatel quvvati (kVt):

$$N_3^a = (\beta_2 Q_{\text{d.t.}} H_{\text{d.t.}} / \eta_3^a) 100, \quad (4.56)$$

bu yerda  $N_d$  - tutun so'rgichning to'liq hisob nabori, kPa;

$\eta_3^a$  - tutun so'rgichning eksiputatsion f.i.k., %.

Tutun quvuri. Tutun quvuridan o'tadigan tutun gazlarining xajmi ( $\text{m}^3/\text{ik}$ ):

$$V_{\text{r.d.t.}} = n B_p [V_{\text{r}}^0 + (\alpha_{\text{d.t.}} - 1) V^0] \frac{\vartheta_{\text{d.t.}} + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_6}. \quad (4.57)$$

bu yerda  $n$  - quvurga biriktirilgan qozon agregatlari soni;

$\alpha_{\text{d.t.}}$  - tutun quvuridan oldingi havoning ortiqchalik koeffitsienti;

$\vartheta_{\text{d.t.}}$  - tutun quvuridan oldingi gaz xarorati,  $^{\circ}\text{S}$ .

Tutun quvuri og'zi diametri:

$$d_{\text{d.t.}} = 1.13 \sqrt{V_{\text{r.d.t.}} / \omega_{\text{d.t.}}}, \quad (4.58)$$

bu yerda  $\omega_{\text{d.t.}}$  - quvurdan chiqishdan gazning tazligi,  $\text{m}/\text{ik}$ .

Tabiiy tortishuvda tutun quvuri balandligi (m):

$$H = S \left/ \left[ 273 \left( \frac{\rho_{\text{B}}}{273 + t_{\text{B}}} - \frac{\rho_{\text{r}}}{273 + \vartheta_{\text{cp}}} \right) \frac{9,8 h_6}{1,01 \cdot 10^5} \right] \right., \quad (4.59)$$

bu yerda  $S$  - quvur hosil qilgan tortishish, Pa;

$\rho_{\text{g}}, \rho_{\text{v}}$  - gaz va havoning normal sharoitga keltirilgan zichliklari, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$\vartheta_{\text{s.r}}$  - tutun quvurida gazning o'rtacha xarorati,  $^{\circ}\text{S}$ ;

$t_{\text{v}}$  - atrof muxit xarorati,  $^{\circ}\text{S}$ .

Gazning normal sharoitga keltirilgan zichligi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ):



$$\rho_g = (1 - 0,01A^r + 1,3\alpha_{d,t}V^0) \cdot V_g^{d,t} \quad (4.60)$$

**4.88.-masala.** Agar o'q buzning bosimi  $r_{p,p} = 4$  MPa, O'QB xarorati  $t_{p,p} = 430$  °S, dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 130$  °S, qozon agregatining f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 91$  %; havoning nazariy zarur hajmi  $V^0 = 948$  m<sup>3</sup>, zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , o'choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,15$ , o'choq kamerasida havo so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havo qizdirgichda havoning chiqib ketishi  $\Delta\alpha'_{vp} = 0,04$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havoning harorati,  $t_{x,v} = 25$  °S havoning barometrik bosimi  $h_b = 98 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa quyi yonish issiqligi  $Q_n^c = 35700$  kDj/m<sup>3</sup> tabiiy gazga ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 13,8$  kg/ik qozon agregati ventilyatorning xisobiy havo berishini aniqlang.

**Javob:**  $Q_v = 14,6$  m<sup>3</sup>/ik.

**4.89.-masala.** Agar yoqilg'ining xisobiy sarfi  $B_r = 3,1$  kg/ik zaxira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , o'choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,2$ , o'choq kamerasida havoni so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havo qizdirgichda havoning chiqib ketishi  $\Delta\alpha'_{v,p} = 0,035$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havo xarorati  $t_{x,v} = 25$  °S havoning barometrik bosimi  $h_6 = 97 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $S^r = 62,7$  %;  $N^r = 3,1$  %;  $S_n^p = 2,8$  %;  $N^r = 0,9$  %;  $O^p = 1,7$  %;  $A^r = 23,8$  %;  $W^p = 5,0$  % tarkibli T markam Donetsk tosh ko'mirda ishlatilgan ventilyatorning xisobiy havo berishini aniqlang.

**Javob:**  $Q_v = 28,1$  m<sup>3</sup>/ik.

**4.90.-masala.** Agar O'QB bosimi  $r_{p,p} = 1,6$  MPa, O'QB xarorati  $t_{p,p} = 300$  °S daslabki suv harorati  $t_{p,v} = 180$  °S, to'xtovsiz pirkash kattaligi  $P = 3$  % qozon agregati f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 90$  %, zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,2$ , o'choqda xavoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,2$ , o'choq kamerasida havo so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,06$ , havo qizdirgichda xavoning chiqib ketishi  $\Delta\alpha'_{vp} = 0,08$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havo haororati  $t_{x,v} = 25$  °S ventilyatorning to'liq xisobiy bosimlari farqi  $N_v = 2,4$  kPa, elektrodvigatelning zahira quvvati koeffitsienti  $\beta_2 = 1,2$ , ventilyatorning eksplatsion f.i.k.  $\eta_3^b = 66$  % va havoning barometrik bosimi  $h_b = 98 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $SO_2 = 0,2$  %;  $SN_4 = 98,9$ %;  $S_2N_6=0,3$ %;  $S_3N_6 = 0,1$  %;  $S_4N_{10} =$

0,1 %;  $N_2 = 0,4$  % tarkibli Dashavsk tabiiy gazida ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 8,18$  kg/ik qozon agregati ventilyatorini ishga tushirish uchun elektr dvigatel quvvatini aniqlang.

**Yechish:** Yoqilg'ining ishchi massasi quyi yonish issiqligini (3.13) dan aniqlaymiz:

$$Q_u^c = 358S N_4 + 638S_2 N_6 + 913S_3 N_6 + 1187S_4 N_{10} = 358 \cdot 98,9 + 638 \cdot 0,3 + 913 \cdot 0,1 + 1187 \cdot 0,1 = 35807 \text{ kDj/m}^3.$$

(4.25) ifodadan yoqilg'ining xisobiy sarfini topamiz:

$$B_p = B = \frac{D_{\text{ne}} [(i_{\text{п.п}} - i_{\text{п.в}}) + (P/100)(i_{\text{к.в}} - i_{\text{п.в}})]}{Q_p^p \eta_{\text{к.а}}^{\text{бп}}} 100 = \frac{8,18 [(3044 - 763,3) + (5/100)(857,3 - 763,3)]}{35807 \cdot 92} 100 = 0,567 \text{ m}^3/\text{ik}$$

Havoning nazariy zarur bo'lgan hajmini (3.28) dan aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,0478 [0,5 (SO + N_2) + 1,5H_2S + 2SN_4 + \Sigma \times (m + n/4) S_m N_n - O_2] = 0,0478 \cdot (2 \cdot 98,9 + 3,5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,1 + 6,5 \cdot 0,1) = 9,56 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Ventilyatorning xisobiy havo berishini (4.53) dan topamiz:

$$Q_B = \beta_1 B_p V^0 (\alpha_T - \Delta\alpha_T + \Delta\alpha'_{\text{в.п}}) \frac{t_{\text{x.в}} + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_6} = 1,2 \cdot 0,567 \cdot 9,56 (1,2 - 0,05 + 0,08) \frac{25 + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^3}{98 \cdot 10^3} = 8,93 \text{ m}^3/\text{ik}.$$

Ventilyatorni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvatini (4.54) ifodadan aniqlaymiz:

$$N_9^B = (\beta_2 Q_B H_B / \eta_9^B) \cdot 100 = (1,2 \cdot 8,93 \cdot 2,4 / 66) \cdot 100 = 38,97 \text{ kVt.}$$

**Javob:**  $N_e^v = 38,97 \text{ kVt.}$

**4.91.-masala.** Agar zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,1$ , yoqilg'inig hisobiy sarfi  $V_r = 21 \text{ kg/ik}$  o'choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$ , o'choq kamerasida havoni so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,06$ , havo qizdirgichda havoni chiqib ketishi  $\Delta\alpha_{vp} = 0,04$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havo harorati  $t_{x,v} = 20 \text{ }^\circ\text{S}$  ventilyatorning to'liq hisobiy bosimlari farqi  $N_v = 1,9 \text{ kPa}$ , elektrdvigatelning zahira quvvati koeffitsienti  $\beta_2 = 1,1$ , ventilyatorning eksplatatsion f.i.k.  $\eta_9^B = 62 \%$ . Havoning barometrik bosimi  $h_b = 97 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bo'lsa,  $S^r = 41,6 \%$ ;  $N^r = 2,8 \%$ ;  $S_a^p = 0,2 \%$ ,  $N^r = 0,7 \%$ ;  $O^r = 11,7 \%$ ;  $A^r = 10,0 \%$ ;  $W^r = 33,0 \%$  tarkibli qo'ng'ir ko'mirida ishlaydigan qozon agregati ventilyatorani ishchi tushirisj uchun elektrdvigatelning quvvatini aniqlang.

**Javob:**  $N_e^v = 43,8 \text{ kVt.}$

**4.92.-masala.** Agar o'choqqa kirishda yoqilg'i harorati  $t_t = 20 \text{ }^\circ\text{S}$  yoqilg'i ishchi massasinig issiqlik sig'imi  $c_r^c = 2,1 \text{ kDj/(kg}\cdot\text{K)}$ , O'QB bosimi  $r_{p,p} = 4 \text{ MPa}$ , O'QB harorati  $t_{p,p} = 450 \text{ }^\circ\text{S}$ , dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 150 \text{ }^\circ\text{S}$  qozon agregati f.i.k.  $\eta_{ka}^{6p} = 86 \%$ , havonig nazariy zarur hajmi  $V^0 = 2,98 \text{ m}^3/\text{kg}$  zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , o'choqda havonig havonig ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$ , o'choq kamerasida havoni so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havo qizdirgichda havoni havo qizdirgichda chiqib ketishi  $\Delta\alpha'_{vp} = 0,04$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havo harorati  $t_{x,v} = 25 \text{ }^\circ\text{S}$  ventilyatorning to'liq hisobiy bosimi farqi  $N_v = 1,95 \text{ kPa}$ , elektrodvigatel zahira quvvati koeffitsienti  $\beta_2 = 1,1$ , ventilyatorning eksplatatsion f.i.k.  $\eta_9^B = 61 \%$ , havonig barometrik bosimi  $h_6 = 98 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  va yoqilg'ini mexanik to'liq yonmasligida issiqlik yo'qolishin  $q_4 = 4 \%$  bo'lsa, quyi yonish issiqligi  $Q_u^p = 10636 \text{ kDj/kg}$  bo'lgan podmoskva ko'mirida ishlaydigan bug' ishlab chiqishi  $D =$

13,9 kg/ik qozon agregati ventilyatorni ishga tushirish uchun elektr dvigatel quvvatini aniqlang.

**Javob:**  $N_e^v = 60,3$  kVt.

**4.93.-masala.** Agar yoqilg'ining xisobiy sarfi  $V_r = 4,6$  kg/ik zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , o'choqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$ , o'choq kamerasida havo so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havo qizdirgichda havoning chiqib ketishi  $\Delta\alpha'_{vp} = 0,045$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havo harorati  $t_{x.v} = 20$  °S ventilyatorni ishga tushirish uchun elektr dvigatelning quvvati  $N_s^B = 60$  kVt, elektr dvigatelning zahira quvvati koeffitsienti  $\beta_2 = 1,1$ , ventilyatorning ekspluatatsion f.i.k.  $\eta_s^B = 60$  % va havonig barometrik bosimi  $h_b = 97 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $S^r = 24,7$  %;  $N^r = 2,6$  %;  $S_a^p = 0,1$  %;  $N^p = 1,1$  %;  $O^r = 15,2$  %;  $A^r = 6,3$  %;  $W^r = 50,0$  % tarkibli frezer tarafida ishlaydigan qozon agregati ventilyatorini to'liq hisobiy bosimi farqini aniqlang.

**Javob:**  $H_v = 1,96$  kPa.

**4.94.-masala.** Agar zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , yoqilg'ining shartli sarfi  $V_u = 1,45$  kg/ik ochoqda havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_t = 1,25$ , o'choq kamerasida havo so'rish  $\Delta\alpha_t = 0,05$ , havoning zarur nazariy hajmi  $V^0 = 4$  m<sup>3</sup>/kg havo qizdirgichda havonig chiqib ketishi  $\Delta\alpha'_{vp} = 0,04$ , ventilyatorga kiruvchi sovuq havo harorati  $t_{x.v} = 20$  °S, ventilyatorni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvati  $N_s^B = 4$  kVt, elektrdvigatelning zahira quvvati koeffitsienti  $\beta_2 = 1$ , ventilyatorning ekspluatatsion f.i.k.  $\eta_s^B = 61$  %, havoning barometrik bosimi  $h_6 = 98 \cdot 10^3$  Pa va yoqilg'ining to'liq mexanik yonmasligidan issiqligi yoqolishi  $q_4 = 5\%$  bo'lsa, quyi yonish issiqligi  $Q_u^p = 15800$  kDj/kg qo'ng'ir ko'mirida ishlaydigan qozon agregati ventilyatorning to'liq xisobiy bosimi farqini toping.

**Javob:**  $N_v = 2,06$  kPa.

**4.95.-masala.** Agar zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_x = 1,1$ , yoqilg'ining xisobiy sarfi  $B_r = 0,32$  kg/ik tutun so'rgichdan olingan havoning ortiqchalik

koefitsienti  $\alpha_d = 1,45$ , tutun so'rgichdan olingan gaz xarorati  $\vartheta_d = 188$  °S va havoning barometrik bosimi  $h_6 = 97 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa, :  $SO_2 = 0,2$  %;  $SN_4 = 97,9$  %;  $S_2N_4 = 0,1$  %;  $N_2 = 1,8$  % tarkibli tabiiy gazga ishlaydigan qozon agergati tutun so'rgichning xisobiy havo berishini aniqang.

**Javob:**  $Q_d = 9$  m<sup>3</sup>/ik.

**4.96.-masala.** Agar yoqilg'ining o'choqqa kirishidagi harorati  $t_t = 20$  °S qozon agregati f.i.k.  $\eta_{ka}^{op} = 88$  %, O'QB bosimi  $r_{p,p} = 4$  MPa, O'QB harorati  $t_{p,p} = 450$  °S dastlabki suv harorati  $t_{ts,v} = 140$  °S to'tovsiz purkash kattaligi  $P = 3$  % zahira havo berish koefitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , tutun so'rgichga kirishda havoning ortiqchalik koefitsienti  $\alpha_d = 1,55$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin gaz harorati  $\vartheta_d = 180$  °S yoqilg'ini mexanik to'liq yonmasligida issiqlikning yo'qloishi  $q_4 = 4,5$  % va barmetrik bosimi  $h_b = 98 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $S^r = 28,7$  %,  $N^r = 2,2$  %;  $S_a^p = 2,7$  %;  $N^p = 0,6$  %;  $O^p = 8,6$  %;  $A^r = 25,2$  %;  $W^p = 32,0$  % tarkibli podmoskva ko'mirida ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 13,9$  kg/ik qozon agregati tutun so'rgichning xisobiy havo berishini aniqlang.

**Javob:**  $Q_d = 41,5$  m<sup>3</sup>/ik.

**4.97.-masala.** Agar yoqilg'ining o'choqqa kirishdagi harorati  $t_t = 25$  °S, O'QB bosimi  $r_{p,p} = 1,6$  MPa, O'QB harorati  $t_{p,p} = 300$  °S dastlabki suv harorati  $t_{p,v} = 120$  °S qozon agregati f.i.k.  $\eta_{ka}^{op} = 88$  %, to'xtovsiz purkash kattaligi  $P = 5$  % zahira havo berish koefitsienti  $\beta_1 = 1,06$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin havoning ortiqchalik koefitsienti  $\alpha_d = 1,8$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin gaz haroorati  $\vartheta_d = 192$  °S, tutun so'rgichning hisobiy to'liq bosimlar farqi  $N_d = 2,8$  kPa, elektrdvigatelning zahira quvvat koefitsienti  $\beta_2 = 1,2$ , tutun so'rgichning eksplatatsion f.i.k.  $\eta_s^b = 75$  %, havoning barometrik bosimi  $h_6 = 98 \cdot 10^3$  Pa va yoqilg'ini mexanik to'liq yonmasligida issiqlikning yo'qolishi  $q_4 = 6$  % bo'lsa,  $S^r = 37,3$  %;  $N^r = 2,8$  %;  $S_a^p = 1,0$  %;  $N^r = 0,9$  %;  $O^p = 10,5$  %;  $A^r = 29,5$  %;  $W^r = 18,0$  % tarkibli ko'ng'ir ko'mirida ishlaydigan bug' ishlab chiqarishi  $D = 12,73$  kg/ik qozon agragati tutun so'rgichni ishga tushirish uchun elektr dvigatel quvvatini aniqlang.

**Yechish:** (3.12) ifodadan yoqilg'ining ishchi massasi quyi yonish issiqligini aniqlaymiz:

$$Q_u^p = 338S^r + 1025N^r - 108,5(O^p - S_u^p) - 25W^r = 338 \cdot 37,3 + 1025 \cdot 2,8 - 108,5(10,5 - 1,0) - 25 \cdot 18,0 = 13542 \text{ kDj/kg.}$$

(4.5) ifodadan yoqilg'ining ishchi massasi issiqlik sig'imini topamiz:

$$c_r^p = c_r^p \frac{(100 - W^p)}{100} + c_{H_2O} \frac{W^p}{100} = 1,088 \frac{100 - 18,0}{100} + 4,19 \frac{18,0}{100} = 1,65 \text{ kDj/(kg} \cdot \text{K).}$$

Yoqilg'ining fizik issiqligini (4.4) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q_{t1} = c_r^p t_t = 1,65 \cdot 25 = 41,25 \text{ kDj/kg.}$$

Issiqligini (4.3) ifodadan topamiz:

$$Q_p^p = Q_u^p + Q_{t1} = 13\,542 + 41,25 \approx 13583 \text{ kDj/kg.}$$

Yoqilg'ining natural sarfini (4.25) dan topamiz:

$$B = \frac{D_{пе} [(i_{п.п} - i_{п.в}) + (P/100)(i_{к.в} - i_{п.в})]}{Q_p^p \eta_{к.а}^{6p}} 100 = \frac{12,73 [(13044 - 503,7) + (5/100)(857,3 - 503,3)]}{13583 \cdot 88} 100 = 2,72 \text{ kg/ik.}$$

To'yiingan bug' tanlab olingani uchun  $D_{пе} = D$  bo'ladi.

Yoqilg'ining hisobiy sarfi (4.26) ifodadan aniqlanadi:

$$V_r = V(1 - q_4/100) = 2,72(1 - 6/100) = 2,56 \text{ kg/s.}$$

(3.27) ifodadan havoning zarur nazariy hajmini topamiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266N^r + 0,033(S_a^p - O^r) = 0,089 \times 37,3 + \\ 0,266 \cdot 2,8 + 0,033(1,0 - 10,5) = 3,75 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

To'liq yonish mahsulotlarining nazariy hajmi (3.36) dan topiladi:

$$V_r^o = 0,0187(C_a^p + 0,375S_a^p) + 0,79V^0 + 0,8N^r/100 + 0,0124(9H^p + W^p) + \\ + 0,0161V^0 = 0,0187(37,3 + 0,375 \times 1,0) + 0,79 \cdot 3,75 + 0,8 \cdot 0,9/100 + \\ + 0,0124(9 \cdot 2,8 + 18) + 0,0161 \cdot 3,75 = 4,26 \text{ m}^3/\text{kg.}$$

Tutun so'rgich hisobiy havo berishi (4.56) dan aniqlanadi:

$$Q_d = \beta_1 B_p [V_r^0 + (\alpha_d - 1)V^0] \frac{\vartheta_d + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_6} = \\ = 1,06 \cdot 2,56 [4,26 + (1,8 - 1)375] \frac{192 + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^3}{98 \cdot 10^3} = 34,6 \text{ m}^3/\text{ik.}$$

Tutun sorgichni ishga tushirish uchun elektr dvigatelning quvvatini (4.56) dan aniqlaymiz:

$$N_s^d = (\beta_2 \cdot Q_d \cdot N_d / \eta_s^d) 100 = (1,2 \cdot 34,5 \cdot 2,8/75) 100 = 155 \text{ kVt.}$$

**Javob:**  $N_e^d = 155 \text{ kVt.}$

**4.98.-masala.** Agar zahira havo berish koeffitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 1,05 \text{ kg/ik}$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin havoning ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_d = 1,5$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin gazning harorati  $\vartheta_d = 195 \text{ }^\circ\text{S}$ ,

tutun so'rgichning to'liq hisobiy bosimlar farqi  $N_d = 2,14$  kPa, elektrdvigatelning zahira quvvati koefitsienti  $\beta_2 = 1,1$ , tutun sorgichning eksplatatsion f.i.k.  $\eta_s^a = 63$  % va barometrik bosimi  $h_6 = 97 \cdot 10^3$  Pa bol'sa,  $S^r = 84,65$  %;  $N^r = 11,7$  %;  $S_x^p = 0,3$  %;  $O^p = 0,3$  %;  $A^r = 0,05$  %;  $W^p = 3,0$  % tarkibli oltin gugurt kam mazutda ishlaydigan qozon agregati tutun so'rgichni ishga tushirish uchun elektrdvigatel quvvatini aniqlang

**Javob:**  $N_s^a = 122$  kVt.

**4.99.-masala.** Agar zahira havo berish koefitsienti  $\beta_1 = 1,1$ , yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 1,0$  kg/ik, tutun so'rgichga kirishdan oldin havoning ortiqcha koefitsienti  $\alpha_d = 1,45$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin gazning harorati  $\vartheta_d = 177$  °S, tutun sorgichni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvati  $N_s^a = 80$  kVt, elektrdvigatelning zahira quvvat koefitsienti  $\beta_2=1,1$ , tutun so'rgichning ekplatasion f.i.k.  $\eta_s^a = 62$  % va barometrik bosimi  $h_b = 98 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $SO_2 = 0,1$  %;  $SN_4 = 98$  %;  $S_2N_6 = 0,4$  %;  $S_3N_6 = 0,2$  %;  $N_2 = 1,3$  % tarkibli tabiiy gazga ishlaydigan qozon agregati tutun so'rgichning hisobiy to'liq bosimlar farqini aniqlang.

**Javob:**  $N_d = 1,62$  kPa.

**4.100.-masala.** Agar zahira havo berish koefitsienti  $\beta_1 = 1,05$ , yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_u = 1,36$  kg/ik, tutun so'rgichga kirishdan oldin havoning ortiqcha koefitsienti  $\alpha_d = 1,5$ , tutun so'rgichga kirishdan oldin gazning harorati  $\vartheta_d = 192$  °S, tutun sorgichni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvati  $N_s^a = 102$  kVt, elektrdvigatelning zahira quvvat koefitsienti  $\beta_2 = 1,1$ , tutun so'rgichning ekpluatasion f.i.k.  $\eta_s^a = 66$  % va barometrik bosimi  $h_b = 97 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $S^r = 83,0$  %;  $N^r = 10,4$  %;  $S_x^p = 2,8$  %;  $O^r = 0,7$  %;  $A^r = 0,1$  %;  $W^r = 3,0$  % tarkibli D markali doneik ko'mirida ishlaydigan qozon agregati tutun so'rgichning hisobiy to'liq bosimlar farqini aniqlang.

**Javob:**  $N_d = 2$  kPa.



**4.101.-masala.** Agar yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 1,12$  kg/ik, tutun quvurida kirishdan oldingi gaz harorati  $\vartheta_{d.t} = 185$  °S quvurga kirishdan oldingi havoning ortiqcha koeffitsienti  $\alpha_{d.t} = 1,5$  va barometrik bosimi  $h_6 = 98 \cdot 10^3$  Pa bolsa,  $S^r = 49,3$  %;  $N^r = 3,6$  %;  $S_n^p = 3,0$  %;  $N^p = 1,0$  %;  $O^p = 8,3$  %;  $A^r = 21,8$  %;  $W^r = 13,0$  % tarkibli D markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan 2-ta bir xil qozon agregati o'rnatilgan qozonxona tutun quvuridan o'tayotgan tutun gazlari hajmini aniqlang.

**Javob:**  $V_r^{a.r} = 32,4$  m<sup>3</sup>/ik.

**4.102.-masala.** Agar yoqilg'i hisobiy sarfi  $V_p = 2,1$  kg/ik, tutun quvuriga kirishdan oldin gaz harorati  $\vartheta_{d.t} = 187$  °S, tutun quvuriga kirishdan oldin ortiqcha havo koeffitsienti  $\alpha_{d.t} = 1,5$ , quvurdan chiqishda gazning tezligi  $\omega_{d.t} = 8,8$  m/ik va barometrik bosim  $h_6 = 97 \cdot 10^3$  Pa bo'lsa,  $S^r = 54,7$  %;  $N^r = 3,3$  %;  $S_n^p = 0,8$  %;  $N^r = 0,8$  %;  $O^p = 4,8$  %;  $A^r = 27,6$  %;  $W^r = 8,0$  % tarkibli K markali Qaraganda ko'mirida ishlaydigan 3-ta bir xil qozon agregati o'rnatilgan qozonxona, tutun quvuridan o'tadigan gazning hajmi va tutun quvuri og'zining diametrini aniqlang.

**Javob:**  $d_{d.t} = 3,8$  m;  $V_r^{a.r} = 98,3$  m<sup>3</sup>/ik.

**4.103.-masala.**  $S^r = 84,65$  %;  $N^r = 11,7$  %;  $S_n^p = 0,3$  %;  $O^p = 0,3$  %;  $A^r = 0,05$  %;  $W^p = 3,0$  % tarkibli oltin gugurt kam mazutda ishlaydigan 2-ta bir xil qozon agregati, qozonxona tutun quvuri balandligini va tutun quvuri og'zining diametrini aniqlang. Agar quvurning tortishi  $S = 286$  Pa, yoqilning xisobiy sarfi  $V_r = 1,08$  kg/ik, tutun quvuriga kirishdan oldin gaz harorati  $\vartheta_{d.t} = 192$  °S, tutun quvuriga kirishdan oldin havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{d.t} = 1,8$  quvurdagi gazning ortacha harorati  $\vartheta_{sr} = 197$  °S, atrof muxit harorati  $t_v = 25$  °S quvurdan chiqishda gazning tezligi  $\omega_{d.t} = 12$  m/ik barometrik bosim  $h_b = 98 \cdot 10^3$  Pa va havoning normal sharoitga keltirilgan zichligi  $\rho_v = 1,205$  kg/m<sup>3</sup>.

**Yechish:** Havoning nazariy zarur hajmini (3.27) dan aniqlaymiz:

$$V^0 = 0,089S^r + 0,266H^p + 0,033 (S_n^p - O^p) = 0,089 \times 84,65 +$$

$$+ 0,266 \cdot 11,7 + 0,033(0,3 - 0,3) = 10,62 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

To'liq yonish maxsulotlarining nazariy hajmini (3.36) dan topiladi:

$$\begin{aligned} V_r^o &= 0,0187 (S^r + 0,375S S_n^p) + 0,79V^0 + 0,8N^r/100 + 0,0124 (9N^r + W^r) + \\ &+ 0,0161V^0 = 0,0187 (84,65 + 0,375 \cdot 0,3) + 0,79 \cdot 10,62 + 0,8/100 + \\ &+ 0,0124(9 \cdot 11,7 + 3,0) + 0,0161 \cdot 10,62 = 11,48 \text{ m}^3/\text{kg}. \end{aligned}$$

Tutun quvuridan o'tayotgan gazning hajmi (4.57) dan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} V_r^{d.t} &= nB_p [V_r^o + (\alpha_{d.t} - 1)V^0] \frac{g_{d.t} + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_6} = \\ &= 2 \cdot 1,08 [11,48 + (1,8 - 1)10,62] \frac{192 + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{98 \cdot 10^3} = 75,7 \text{ m}^3/\text{ik} \end{aligned}$$

Gazning normal sharoitda keltirilgan zichligini (4.60) dan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \rho_g &= (1 - 0,01 A^r + 1,3\alpha_{d.t} V^0) / V_r^{d.t} = (1 - 0,01 \times 0,05 + \\ &+ 1,3 \cdot 1,8 \cdot 10,62) / 75,7 = 0,34 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

Tutun quvuri balandligi (4.59) dan topiladi:

$$\begin{aligned} H &= S / \left[ 273 \left( \frac{\rho_B}{273 + t_B} - \frac{\rho_r}{273 + g_{cp}} \right) \frac{9,8h_6}{1,01 \cdot 10^5} \right] = \\ &= 286 / \left[ 273 \left( \frac{1,205}{273 + 25} - \frac{0,34}{273 + 197} \right) \frac{9,81 \cdot 98 \cdot 10^3}{1,01 \cdot 10^5} \right] = 23,09 \text{ m}. \end{aligned}$$

Quvur og'zining diametrini (4.58) dan aniqlaymiz:

$$d_{d,t} = 1,13 \sqrt{V_r^{d,t} / \omega_{d,t}} = 1,13 \sqrt{75,7 / 12} = 2,84 \text{ m.}$$

**Javob:**  $H = 23,09 \text{ m}$ ;  $d_{d,t} = 2,84 \text{ m}$ .

**4.104.-masala.** Agar quvur tortishi  $S = 192 \text{ Pa}$ , tutun quvuriga kirishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 180 \text{ }^\circ\text{S}$ , tutun quvuridan chiqishga gaz harorati  $\vartheta'_{d,t} = 186 \text{ }^\circ\text{S}$ , atrof muxit harorati  $t_v = 20 \text{ }^\circ\text{S}$ , gazning normal sharoitga keltirilgan zichligi  $\rho_g = 0,52 \text{ kg/m}^3$ , havoning normal sharoitga keltirilgan zichligi  $\rho_g = 1,205 \text{ kg/m}^3$  va havoning barometrik bosimi  $h_b = 98 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bo'lsa, qozonxona tutun quvuri balandligini aniqlang.

**Javob:**  $H = 25 \text{ m}$ .

#### **4.7. Atmosferani ifloslantiradigan moddalar tarqalishida tutun quvuri hisobi**

Atmosferani ifloslantiradigan moddalar tarqalishida tutun quvirining hisobi kul azot oksidlari va  $\text{SO}_2$  (IV) oltingugurt (II) oksidini atmosferaga tarqalishida tutun quvuri balandligini tekshirishdan iborat. Tutun quvirining balandligi yer yuzasidagi ifloslantiradigan moddalar konsentratsiyasi ruxsat etilgan sanitar me'yorlaridan kichik bo'lishini ta'minlashi kerak.

Kul va oltingugurt (II) oksidi uchun ruzsattilgan konsentratsiyasi (u.r.k.) qiymati  $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ .

Yer yuzasidagi ifloslantiruvchi moddalarning konsentratsiyasi ( $\text{kg/m}^3$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$C = 0,001 \frac{AMFm}{H^2 \sqrt[3]{V_r^{d,t} \Delta t}} + 2 C_\phi. \quad (4.61)$$

bu yerda  $A$  - atmosferani stratifikasiya koeffitsienti,  $S^{2/3} \cdot \text{grad}^{1/3}$ ;

M - tutun quvuridan atmosferaga chiqadigan ifloslantiradigan moddalarning massasi, kg/ik;

F - atmosferada ifloslantiruvchi moddalarni hisobga oluvchi koeffitsienti;

m - tutun quvuri og'zidan yonish mahsulotlarini hisobga oluvchi koeffitsient;

H - tutun quvuri balandligi, m;

$V_r^{d,t}$  - tutun quvuridan o'tayotgan yonish mahsulotlari hajmi, m<sup>3</sup>/ik;

$\Delta t = \vartheta'_{d,t} - t_v$  - tutun quvuridan chiqishdagi  $\vartheta'_{d,t}$  gaz harorati va atrof muhit  $t_v$  havosining haroratlari farqi, °S;

$S_f$  - atmosferadagi ifloslantiruvchi moddalarning fonli konsentratsiyasini, kg/m<sup>3</sup>.

Tutun quvuridan atmosferaga chiqariladigan kul massasi (kg/ik):

$$M = 0,01pV_r a_{un} A^r, \quad (4.62)$$

bu yerda  $p$  – quvuri biriktirilgan qozon agregatlarinini soni;

$V_r$  - yoqilg'ining hisobiy sarfi, kg/ik;

$a_{un}$  - tutun gazlari olib ketadigan yoqilg'i kulining ulushi.

Tutun quvuridan atmosferaga chiqariladigan oltingugurt (II) oksidning massasi (kg/ik):

$$M = 0,01 \cdot n \cdot B_p \cdot S_n^p \cdot \frac{M_{SO_2}}{M_S}, \quad (4.63)$$

bu yerda  $M_{SO_2} = 64$ ,  $M_S = 32$  - oltingugurt va oltingugurt (II) oksidning nisbiy molekulyar massalari.

**4.105.-masala.**  $S^r = 83 \%$ ;  $N^r = 10,4 \%$ ;  $S_n^p = 2,8 \%$ ;  $O^p = 0,7 \%$ ;  $A^r = 0,1 \%$ ;  $W^r = 3,0 \%$  tarkibli oltin gugurrt yuqori mazutda ishlaydigan 2-ta bir xil qozon

agregati, qozonxonaning yer yuzasidagi oltingugurt oksidi konsentratsiyasi aniqlang. Agar tutun quvurining balanligi  $H=36$  m, yoqilgining hisobiy sarfi  $V_r = 0,535$  kg/ik, tutun quvuriga kirishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 190$  °S, tutun quvuridan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 196$  °S, quvurga kirishdan oldin havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{d,t} = 1,6$ , atrof muhit harorati  $t_v = 25$  °S, havoning barometrik bosimi  $h_b = 98 \cdot 10^3$  Pa, atmosferada oltingugurt oksidining cho'kish tezligini hisobga oluvchi koeffitsienti  $F= 1,0$ , tutun quvuri og'zidan gaz yonish mahsulotlarini chiqish sharoitlarini hisobga oluvchi koeffitsienti  $m = 0,9$ , atmosferani stratifikatsiyasi koeffitsienti  $A = 140$  C<sup>2/3</sup>·grad<sup>1/3</sup> va oltingugurt oksidining bilan atmosferani ifloslantirish fonli konsentratsiyasi  $S_f = 0,04 \cdot 10^{-6}$  kg/m<sup>3</sup>.

**Yechish:** Havoning nazariy zarur hajmini (3.27) ifodadan aniqlaymiz:

$$V^o = 0,089S^r + 0,266 N^r + 0,033 (S_n^p - O^p) = 0,089 \cdot 83 + 0,266 \cdot 10,4 + 0,033 (2,8 - 0,7) = 10,2 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

To'liq yonish mahsulotlarining nazariy hajmi (3.36) ni topamiz:

$$V_r^o = 0,0187 (S^r + 0,375 S_n^p) + 0,79V^o + 0,8N^p/100 + 0,0124 (9N^r + W^r) + 0,0161V^o = 0,0187 (83 + 0,375 \times 2,8) + 0,79 \cdot 10,2 + 0,0124 (9 \cdot 10,4 + 3,0) + 0,0161 \times 10,2 = 10,99 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Tutun quvuridan o'tayotgan tutun gazlarning hajmi (4.57) ifodadan aniqlaymiz:

$$V_r^{d,t} = nB_p \left[ V_r^o + (\alpha_{d,t} - 1)V^o \right] \frac{\vartheta_{d,t} + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_b} = 2 \cdot 0,535 [10,99 + (1,6 - 1)10,2] \frac{190 + 273}{273} \cdot \frac{1,01 \cdot 10^5}{h_b} = 32 \text{ m}^3/\text{ik}$$

Tutun quvuridan atmosferga chiqariladigan SO<sub>2</sub> ni masasini (4.63) dan topamiz:

$$M = 0,01nB_p S_x^p \frac{M_{SO_2}}{M_s} = 0,01 \cdot 2 \cdot 0,535 \times 2,8 \frac{64}{32} = 0,06 \text{ kg/ik.}$$

Yer yuzasidagi oltingugurt oksidi konsentratsiyasi (4.61) dan aniqlaymiz:

$$C = 0,001 \frac{AMFm}{H^2 \sqrt[3]{V_r^{\mu_r} \Delta t}} + 2 C_\phi = 0,001 \frac{140 \cdot 0,06 \cdot 1 \cdot 0,9}{36^2 \sqrt[3]{32 \cdot 171}} + 2 \cdot 0,04 \cdot 10^{-6} = 0,41 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$$

bu yerda  $\Delta t = \vartheta'_{d,t} - t_v = 196 - 25 = 171^\circ\text{S}$ .

**Javob:**  $C = 0,41 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ .

**4.106.-masala.**  $S^r = 62,7 \%$ ;  $N^r = 3,1 \%$ ;  $S_x^p = 2,8 \%$ ;  $N^r = 0,9 \%$ ;  $O^p = 1,7 \%$ ;  $A^r = 23,8 \%$ ;  $W^r = 5,0 \%$  tarkibli T markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan 3-ta bir xil qozon agregati, qozonxonaning yer yuzasidagi oltingugurt oksidi konsentratsiyasi aniqlang. Agar tutun quvirining balandligi  $H = 32 \text{ m}$ , yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_p = 0,35 \text{ kg/ik}$ , tutun quvuriga kirishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 180^\circ\text{S}$ , tutun quvurdan chiqishda gaz harorati  $\vartheta'_{d,t} = 185^\circ\text{S}$ , quvurga kirishdan oldin havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{d,t} = 1,7$ , atrof muhit harorati  $t_v = 20^\circ\text{S}$ , havoning barometrik bosimi  $h_b = 97 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ , atmosferada oltingugurt oksidining chokish tezligini hisobga oluvchi koeffitsienti  $F=1,0$ , tutun quvuri og'zidan yoqilg'i mahsulotlarining chiqish sharoitlarni hisobga oluvchi koeffitsienti  $m = 0,9$ , atmosferani stratifikatsiyasi koeffitsienti  $A = 120 \text{ C}^{2/3} \cdot \text{grad}^{-1/3}$  SO<sub>2</sub> bilan atmosferani ifloslantirish fonli konsentratsiyasi  $S_f = 0,03 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$

**Javob:**  $S = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ .

**4.107.-masala.** Agar tutun quvuri balandligi  $H = 32 \text{ m}$ , yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 0,225 \text{ kg/s}$ , tutun quvuriga kirishda gaz harorati  $v=182^\circ\text{S}$ , tutun quvuridan chiqishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 188^\circ\text{C}$  quvurga kirishdan oldin ortiqcha

havo koeffitsienti  $\alpha_{d,t} = 1,75$ , havo harorati  $t_v = 20$  °S, barometrik bosim  $h_b = 97 \cdot 10^3$  Pa, tutun gazlari olib ketadiganyoqilg'i kulining ulushi  $a_{un} = 0,85$ , atmosfireda kulni cho'kish tezligini hisobga oluvchi koeffitsienti  $F = 1,0$ , tutun quvuri og'zidan yonish mahsulotlarini chiqish shartlarini hisobga oluvchi koeffitsienti  $m = 0,9$ , atmosferani stratifikatsiyasi koeffitsienti  $A = 120 C^{2/3} \cdot \text{grad}^{1/3}$  va atmosferani kul bilan ifloslantirish fonli konsentratsiyasi  $S_f = 0,02 \cdot 10^{-6}$  kg/m<sup>3</sup> bo'lsa,  $S^r = 58,7$  %;  $N^r = 4,2$  %;  $S_a^p = 0,3$  %;  $N^p = 1,9$  %;  $O^p = 9,7$  %;  $A^r = 13,2$  %,  $W^r = 12,0$  % tarkibli D markali Kuznetsk ko'mirida ishlaydigan 2- ta bir xil qozon agregati o'rnatilgan qozonxona uchun yer yuzasidagi kul konsentratsiyasini aniqlang.

**Javob:**  $S = 0,49 \cdot 10^{-6}$  kg/m<sup>3</sup>.

**4.108.-masala.** Agar yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 0,63$  kg/ik, tutun quvuriga kirishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 178$  °S, tutun quvuridan chiqishda gaz harorati  $\vartheta'_{d,t} = 184$  °S, quvurga kirishdan oldib havoning ortiqchalik koeffitsienti  $\alpha_{d,t} = 1,7$ , atrof muhit harorati  $t_v = 20$  ° S, havoning barometrik bosimi  $h_6 = 97 \cdot 10^3$  Pa, atmosferada oltingugurtning chokish tezligini hisobga oluvchi koeffitsienru= $i$   $F=1,0$ , tutun quvuri og'izdan yonish maxsulotlari chiqish shartlarini hisobga oluvchi koeffitsienti  $m = 0,9$ , atmosferani strafikatsiyasi koeffitsienti  $A = 120 C^{2/3} \cdot \text{grad}^{1/3}$ , oltingugurt (II) oksidi bilan atmosferani ifloslantirish fonli konsentratsiyasi  $S_f = 0,03 \times 10^{-6}$  kg/m<sup>3</sup> va yer yuzasida SO<sub>2</sub> ning mumkin bo'lgan konsentratsiyasi  $S = 0,5 \cdot 10^{-6}$  kg/m<sup>3</sup> bo'lsa,  $S^r = 63,8$  %;  $N^r = 1,2$  %;  $S_a^p = 1,7$  %;  $N^p = 0,6$  %;  $O^r = 1,3$  %;  $A^r = 22,9$  %;  $W^r = 8,5$  % tarkibli A markali Donetsk ko'mirida ishlaydigan 3-ta bir xil qozon agregati o'rnatilgan qozonxona tutun quvuri balandligi aniqlang.

**Javob:**  $N = 30$  m.

**4.109.-masala.** Agar yoqilg'ining hisobiy sarfi  $V_r = 0,21$  kg/shl, tutun quvuriga kirishda va chiqishda gaz harorati  $\vartheta_{d,t} = 179$  °S va  $\vartheta'_{d,t} = 183$  °S, quvurga kirishdan oldin ortiqchi havo koeffitsienti  $\alpha_{d,t} = 1,75$ , atrof muhit havosi harorati  $t_v = 20$  °S, havoning barometrik bosimi  $h_6 = 97 \cdot 10^3$  Pa, tutun gazlari olib ketadigan

yoqikgi kuli ylushi  $a_{un} = 0,85$ , atmosferada kulni cho'kish tezligini hisobga oluvchi koeffitsient  $F = 1,0$ , tutun quvuri og'izdan yonish mahsulotlari chiqish shartlarini hisobga oluvchi koeffitsienti  $m = 0,9$ , atmosferani stratifikatsiyasi koeffitsienti  $A = 120 \text{ C}^{2/3} \cdot \text{grad}^{1/3}$ , atmosferani kul bilan ifloslanish fonli kontsentratsiyasi oltingugurt 2 oksidi bilan atmosferani ifloslantirish fonli kontsentratsiyasi  $S_f = 0,02 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$  va yer yuzasida kulning mumkin bo'lgan kontsentratsiyasi  $S = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$  bo'lsa,  $S^r = 39,8\%$ ;  $N^r = 2,0\%$ ;  $S_n^p = 1,3\%$ ;  $N^r = 0,2\%$ ;  $O^p = 9,1\%$ ,  $A^r = 13,1\%$ ;  $W^r = 34,5\%$  tarkibli B2 markali Angren ko'mirida ishlabdigan 2-ta bir xil qozon agregati o'rnatilgan qozonxona tutun quvuri balandligi aniqlang.

**Javob:**  $H = 34 \text{ m}$ .

#### 4.8 Issiqlik almashuv uskunalari

Qozonxonalarda tarmoq, xom va kimyoviy tozalangan suvni isitish uchun suv isitish qozonlari bilan suv-suvli issiqlik almashuv uskunalari va bug' qozon qozonxonalarda bug'-suvli issiqlik almashuv uskunalari qo'llaniladi.

Suv-suvli issiqlik almashuv uskunalari (IAU). Issiqlik almashuv uskunalari isitilayotgan suv qabul qilgan issiqlik miqdori (kDj/ik):

$$Q = W_1 \cdot s_{p1} (t'_1 - i''_1) \eta = W_2 \cdot s_{p2} (i''_2 - t'_2), \quad (4.64)$$

bu yerda  $W_1$  - suv sarfi, kg/ik;

$W_2$  - isitilayotgan suv sarfi, kg/ik;

$s_{r1}$  va  $s_{r2}$  - o'zgarmas bosimda isitiladigan va isitilayotgan suvning o'rtacha issiqlik sig'imlari, kDj/(kg·K);

$t'_1$  i  $i''_1$  - isitadigan suvning kirish va chiqishdagi haroratlari, °S;

$t'_2$  -  $i''_2$  - isitadigan suvning kirish va chiqishdagi haroratlari, °S;

$\eta$  - issiqlik almashuv uskunalarisidan atrof-muhitga issiqlik yo'qollishini hisobga oluvchi koeffitsient.



Issiqlik almashuv **uskunalarisining** isitish yuzasi ( $m^2$ ) issiqlik uzatish tenglamasidan aniqlanadi:

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{sr}), \quad (4.65)$$

bu yerda  $k$  – issiqlik uzatish koeffitsienti,  $kVt/m^2 \cdot K$ ;

$\Delta t$  - issiqlik almashuv **uskunalaridagi** o'rtacha haroratlar farqi,  $^{\circ}S$ .

To'g'ri oqimli issiqlik almashuv **uskunalaridagi** o'rtacha haroratlar ( $^{\circ}S$ ) farqi:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t'_1 - t'_2) - (t''_1 - t''_2)}{2,3 \lg [(t'_1 - t'_2) - (t''_1 - t''_2)]}. \quad (4.66)$$

Qarama-qarshi yo'nalishli issiqlik almashuv **uskunalarida** o'rtacha haroratlar ( $^{\circ}S$ ) farqi:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2)}{2,3 \lg [(t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2)]}. \quad (4.67)$$

Agar  $(t'_1 - t'_2)/(t''_1 - t''_2) \leq 1,7$  bo'lsa issiqlik almashuv **uskunalaridagi** o'rtacha haroratlar farqi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t'_1 + t''_1}{2} - \frac{t'_2 + t''_2}{2}. \quad (4.68)$$

Bug'-suvli issiqlik almashuv uskunalari. Isitilayotgan suv qabul qilgan issiqlik miqdori ( $kDj/ik$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Q' = D_1 (i'' - i'_k) \eta = W_2 \cdot c_{p2} (i'' - t'_2) \quad (4.69)$$

bu yerda  $D_1$  – isitadigan bug' sarfi, kg/ik;

$i''$  - isitadigan bug' entalpiyasi, kDj/kg;

$i'_k$  - kondensat entalpiyasi, kDj/kg;

Isitish yuzasi issiqlik ( $m^2$ ) uzatish tenglamasidan:

$$F = Q'/(k\Delta t_{sr}). \quad (4.70)$$

To'g'ri va qarama-qarshi oqimli bug'-suvli issiqlik almashuv uskunalarida o'rtacha harorat farqi:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_2'' - t_2'}{2,3 \lg \left[ \frac{t_{n1} - t_2'}{t_{n1} - t_2''} \right]}. \quad (4.71)$$

bu yerda  $t_p$  - isitadigan bug' harorati, °S.

**4.110.-masala.** Agar isituvchi suv sarfi  $W_1 = 25$  kg/ik issiqlik almashuv uskunalariga kirishda istuvchi suv harorati  $t_1' = 140$  °S issiqlik almashuv uskunalariga chiqisgda isituvchi suv haroarti  $t_1'' = 90$  °S issiqlik almashuv uskunalariga kirishda va chiqishda isitilayotgan suvning haroratlari  $t_2' = 15$  °S va  $t_2'' = 65$  °S, issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 2,1$  kVt/ $m^2 \cdot K$  va issiqlik almashuv uskunalaridan atrof muhitga issiqlik yo'qolishini hisobga oluvchi koeffitsienti  $\eta = 0,97$  bo'lsa, to'g'ri oqimli suv-suvli issiqlik almashuv uskunalarisining isitish yuzasi va isitilayotgan suv sarfini aniqlang.

**Yechish:** Issiqlik almashuv uskunalarida isitilayotgan suv qabul qilgan issiqlik miqdorini (4.64) ifodadan aniqlaymiz:

$$Q = W_1 c_{p1} (t_1' - t_1'') \eta = 25 \cdot 4,19(140 - 90) 0,97 = 5080,4 \text{ kDj/ik.}$$

Issiqlik almashuv uskunalarda isitilayotgan suvning sarfini (4.64) dan topiladi:

$$W_2 = \frac{Q}{c_{p2}(t_2'' - t_2')} = \frac{5080,4}{4,19(65 - 15)} = 24,25 \text{ kkg/ik.}$$

To'g'ri oqimli issiqlik almashuv uskunalarda oratcha haroratlar farqini (4.66) dan topamiz:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{2,3 \lg \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}} = \frac{(140 - 15) - (90 - 63)}{2,3 \lg \frac{140 - 15}{90 - 65}} = \frac{100}{2,3 \lg \frac{125}{25}} = 62^\circ\text{S.}$$

Issiqlik almashuv uskunalarning isitish yuzasi (4.65) dan topiladi:

$$F = Q / (k \cdot \Delta t_{cp}) = 5080,4 / (2,1 \cdot 52) = 39,02 \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $W_2 = 24,25 \text{ kg/ik}$ ;  $F = 39,02 \text{ m}^2$ .

**4.111.-masala.** Agar isitilayotgan suvning sarfi  $W_2 = 5 \text{ kg/ik}$  issiqlik almashuv uskunalarga kirishda va chiqishda isituvchi suvning harorati  $t_1' = 97^\circ\text{S}$  va  $t_1'' = 63^\circ\text{S}$ , issiqlik almashuv uskunalarga kirishda va chiqishda isitilayotgan suvning harorati  $t_2' = 17^\circ\text{S}$  va  $t_2'' = 47^\circ\text{S}$ , issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 1,1 \text{ kVt/(m}^2 \cdot \text{K)}$  bo'lsa, qarama qarshi oqimli suv-suvli issiqlik almashuv uskunalarni isitish yuzasini aniqlang.

**Javob:**  $F = 11,8 \text{ m}^2$

**4.112.-masala.** Agar isitilayotgan suvni sarfi  $W_2 = 5,6 \text{ kg/ik}$ , isituvchi bug'ning bosimi  $r_p = 0,12 \text{ Mpa}$ , isituvchi bug'ning harorati  $t_p = 104^\circ\text{S}$ , kondensat entalpiyasi  $i_k' = 436 \text{ kDj/kg}$ , isitilayotgan suvni issiqlik almashuv uskunalarga kirishdagi va chiqishdagi haroratlari  $t_2' = 42^\circ\text{S}$  va  $t_2'' = 12^\circ\text{S}$ , issiqlik uzatish

koefitsienti  $k = 1,05 \text{ kVt/m}^2 \cdot \text{K}$ , atrof muhitga issiqlik almashuv uskunalaridan issiqlik yo'qolishini hisobga oluvchi koefitsienti  $\eta = 0,97$  bo'lsa, qarama-qarshi oqimli bug'-suvli issiqlik almashuv uskunalarisining isitish yuzasi va isituvchi suvning sarfini aniqlang.

**Javob:**  $D_1 = 0,32 \text{ kg/ik}$ ;  $F = 20,3 \text{ m}^2$

**4.113.-masala.** Agar isitilayotgan suvni sarfi  $D_1 = 1,0 \text{ kg/ik}$ , isituvchi bug'ning bosimi  $r_p = 0,118 \text{ MPa}$ , isituvchi bug'ning harorati  $t_p = 104 \text{ }^\circ\text{S}$  kondensat entalpiyasi  $i'_k = 436 \text{ kDj/kg}$ , issiqlik almashuv uskunalaridagi isitilayotgan suvni kirishdagi va chiqishdagi haroratlari  $t'_2 = 10 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_2 = 36 \text{ }^\circ\text{S}$  atrof muxitga issiqlik almashuv uskunalaridan issiqlik yoqolishini hisobga oluvchi koefitsienti  $\eta = 0,98$  bo'lsa, to'g'ri oqimli bug' suvli issiqlik almashuv uskunalaridagi ortacha haroratlar farqi va isitilayotgan suvning sarfini aniqlang.

**Javob:**  $W_2 = 20,2 \text{ kg/ik}$ ;  $\Delta t = 80 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**4.114.-masala.** Agar isituvchi suvning sarfi  $W_1 = 2,0 \text{ kg/ik}$ , isitilayotgan suvning sarfi  $W_2 = 2,28 \text{ kg/ik}$ , issiqlik almashuv uskunalariga kirishda isituvchi suvning sarfi  $t'_1 = 97 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiqlik almashuv uskunalariga kirishda va chiqishda isitilayotgan suvning haroratlari  $t'_2 = 17 \text{ }^\circ\text{S}$  va  $t''_2 = 47 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiqlik uzatish koefitsienti  $k = 0,95 \text{ kVt/m}^2 \cdot \text{K}$  va atrof muhitga issiqlik almashuv uskunalarisidan issiqlik yo'qolishini hisobga oluvchi koefitsienti  $\eta = 0,97$  bo'lsa, to'g'ri oqimli suv-suvli issiqlik almashuv uskunalarini isitish yuzasini aniqlang.

**Javob:**  $F = 7,6 \text{ m}^2$

## 4.9. To'yintiruvchi qurilmalar

To'yintiruvchi qurilmalar qozonga suv berish uchun va quvurlardagi suv bilan aralashiga mo'ljalangan. To'yintiruvchi qurilmalar nasos, to'yintiruvchi va kondensat baklari, quruvlaridan tashkil topgan.

To'yintiruvchi nasoslar. To'yintiruvchi nasosning hisobiy ishlab chiqarish ( $\text{m}^3/\text{ik}$ ) qo'yida ifodadan aniqlanadi:

$$Q_{p,p} = \beta_1 \cdot D_{\max} / \rho, \quad (4.72)$$

bu yerda  $D_{\max}$  – qozonxonaning maksimal bug' ishlab chiqarish, kg/ik;

$\rho$  – suvning zigligi, kg/m<sup>3</sup>;

$\beta_1$  - ishlab chiqarish zahira koeffitsienti.

To'yintiruvchi nasosning hisobiy bosim (Pa):

$$N_{p,p} = \beta_2 (r_k + N_{\text{set}}), \quad (4.73)$$

bu yerda  $r_k$  – ehtiyot klapani rostlagan bosimga teng bo'lgan qozon barabanidagi bosim, Pa;

$N_{\text{set}}$  - so'ruvchi va havo haydaydigan quvurlarning qarshiligi, Pa;

$r_2$  – bosim bo'yicha zahira koeffitsienti.

To'yintiruvchi nasosni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvati (kVt):

$$H_0^{\text{n.h}} = (Q_{p,p} N_{p,n} / \eta_{p,n}) 10^{-3}, \quad (4.74)$$

bu yerda  $\eta_{p,n}$  - to'yintiruvchi nasosning f.i.k..

**4.115.-masala.** Agar qozon barabanida bosim  $r_k = 1,4$  MPa, suv zichligi  $\rho = 958$  kg/m<sup>3</sup>, havoni hayydovchi va so'ruvchi quvurlarni qarshiligi  $N_{\text{set}} = 0,2$  MPa, qozonxona bug ishlab chiqarishi bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_1 = 1,2$  va bosim bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_1 = 1,1$  bo'lsa, maksimal bug' ishlab chiqarishi  $D_{\max} = 5,56$  kg/ik qozonxona uchun to'yintiruvchi nasosning hisobiy bosimi va ishlab chiqarishini aniqlang.

**Javob:**  $Q_{p,p} = 7 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/ik;  $N_{p,n} = 1,76$  MPa.

**4.116.-masala.** Agar qozon barabanidagi bosim  $r_k = 2,8$  MPa, uzatilayotgan suvning xarorati  $t_{p,v} = 120$  °S, havoni so'ruvchi va haydaydigan quvurlarning

qarshiligi  $N_{\text{set}} = 0,4$  MPa, qozonxona bug' ishlab chiqarishi bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_1 = 1,3$ , bosim bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_2 = 1,2$  va to'yintiruvchi nasosning f.i.k.  $\eta_{p.p} = 0,84$  bo'lsa, maksimal bug' ishlab chiqarishi  $D_{\text{max}} = 10,84$  kg/ik qozonxona uchun to'yintiruvchi nasosni ishga tushirish uchun elektrdvigatelni quvvatini aniqlang.

**Yechish:** To'yintiruvchi nasosning hisobiy ishlab chiqarishi (4.72) ifodadan aniqlanadi:

$$Q_{p.n} = \beta_1 D_{\text{max}} / \rho = 1,3 \cdot 10,84 / 958 = 14,71 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{ik}.$$

To'yintiruvchi nasosning hisobiy bosim (4.73) dan topamiz:

$$N_{p.n} = \beta_2 (\rho_k + N_{\text{set}}) = 1,2 (2,8 + 0,4) = 3,84 \text{ MPa}.$$

To'yintiruvchi nasosni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvatini (4.74) ifodadan aniqlaymiz:

$$N_s^{n.k} = \frac{Q_{n.H} H_{n.H}}{\eta_{n.H}} 10^{-3} = \frac{14,71 \cdot 10^{-3} \cdot 3,84 \cdot 10^6}{0,84} 10^{-3} = 67,24 \text{ kVt}.$$

**Javob:**  $N_e^{p.k} = 67,24 \text{ kVt}$ .

**4.117.-masala.** Agar qozon barabanida bosim  $r_k = 3,6$  MPa, havoni haydovchi va so'ruvchi quvurlarni qarshiligi  $N_{\text{set}} = 0,2$  MPa, bosim bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_2 = 1,1$ , to'yintiruvchi nasosni ishga tushirish uchun elektrdvigatelning quvvati  $N_s^{n.k} = 100$  kVt va to'yintiruvchi nasosning f.i.k.  $\eta_{p.n} = 0,75$  bo'lsa, qozonxona to'yintiruvchi nasosning hisobiy bosimi va ishlab chiqarishini aniqlang

**Javob:**  $Q_{p.n} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{ik}$ ;  $N_{p.n} = 4,2 \text{ MPa}$ .

**4.118.-masala.** Agar qozon barabanidagi bosim  $r_k = 2,4$  MPa, suv zichligi  $\rho = 958 \text{ kg/m}^3$ , havoni so'ruvchi va haydovchi quvur qarshiligi  $N_{\text{set}} = 0,15$  MPa, qozonxona bug' ishlab chiqarishi bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_1 = 1,2$ , bosim

bo'yicha zahira koeffitsienti  $\beta_2 = 1,1$  va to'yintiruvchi nasosning f.i.k.  $\eta_{p.n} = 0,74$  bo'lsa, maksimal bug' ishlab chiqarishi  $D_{\max} = 1,8$  kg/ik qozonxona uchun to'yintiruvchi nasosni ishga tushirish uchun elektrdvigatel quvvatini aniqlang.

**Javob:**  $N_3^{\text{il.k}} = 8.5$  kVt.

#### 4.10. Havo bilan tozalashni aniqlash va to'xtovsiz tozalash kengaytirgichi (separator) hisobi

Bug' qozonxona agregatlarini havo bilan tozalash qozon suviga tuz konsentratsiyasini mumkin bo'lgan oraliqda ushlab turish uchun amalga oshiriladi.

Havo bilan tozalash kattaligi qozon agregati bug' ishlab chiqarishiga nisbatan **fasumda** ifodalanadi:

$$R = (W_{p.p}/D) 100, \quad (4.75)$$

bu yerda  $D$  – qozon agregati bug' ishlab chiqarishi, kg/ik;

$W_{p.p}$  – tozalangan suvni miqdori, kg/ik.

Tozalangan suvni miqdori qozon agregati tuz balansi tenglamasidan aniqlanadi:

$$W_{np} = D \frac{S_{n.b}}{S_{np} - S_{n.b}}, \quad (4.76)$$

bu yerda  $S_{p.v}$ ,  $S_{pr}$  - to'yintiruvchi va tozalovchi suvning tuz **saqlami** mos rav, kg/kg.

Tozalangan suvdan ajralgan bug' miqdori (kg/ik) kengaytirgichning issiqlik balansi tenglamasidan aniqlanadi:

$$D_p = \frac{W_{np} (i'_1 - i'_2)}{x(i''_n - i'_2)}, \quad (4.77)$$

bu yerda  $i'_1$  - qozon bosimidagitozalash suvining entalpiyasi, kDj/kg;

$i'_2$  - kengaytirgich bosimidagi suvning entalpiyasi, kDj/kg;

$i''_n$  - kengaytirgich bosimidagi bug'ning entalpiyasi, kD kDj/kg;

$x$  – kengaytirgichdan chiqayotgan bug'ning quruqlik darajasi.

Kengaytirgichdan chiqishda suvning sarfi (kg/ik):

$$W_p = W_{pr} - D_r. \quad (4.78)$$

**4.119.-masala.** Bug' ishlab chiqarishi  $D = 8,86$  kg/ik qozon agregati to'xtovsiz tozalash kattaligini va to'xtovsiz suv bilan tozalanishi kengaytirgichdan chiqishda suv sarfi aniqlang. Agar qozon bosimi  $r_1 = 1,87$  MPa, kengaytirilgan bosim  $r_2 = 0,138$  MPa, kengaytirilgan bug'ning quruqlik darajasi  $x = 0,97$ , to'yintiruvchi suvning tuz saqlashi  $S_{p,v} = 8,85 \cdot 10^{-5}$  kg/kg va tozalovchi suvning tuz saqlashi  $S_{pr} = 3 \cdot 10^{-3}$  kg/kg.

**Yechish:** Tozalovchi suvning miqdori (4.76) ifodadan aniqlaymiz:

$$W_{np} = D \frac{S_{n.B}}{S_{np} - S_{n.B}} = 8,86 \frac{8,25 \cdot 10^{-5}}{3 \cdot 10^{-3} - 8,85 \cdot 10^{-5}} = 0,269 \text{ kg/ik.}$$

To'xtovsiz tozalash kattaligini (4.75) ifodadan topiladi:

$$R = (W_{pr}/D) 100 = (0,269/8,86) 100 = 3 \text{ \%}.$$

2-chi jadvaldan (ilovoga qarang) tozalash suvining  $i'_1 = 892$  kDj/kg, suvning  $i'_2 = 451$  kDj/kg va bug'ning  $i''_n = 2687$  kDj/kg entalpiyalarni topamiz.

Tozalangan suvdan ajralgan bug' miqdorini (4.77) ifodasidan aniqlaymiz:

$$D_p = \frac{W_{np} (i'_1 - i'_2)}{x(i''_n - i'_2)} = \frac{0,269(892 - 451)}{0,97(2687 - 451)} = 0,105 \text{ kg/ik.}$$

Kengaytirgichdan chiqishda suv sarfini (4.78) ifodadan topamiz:



$$W_p = W_{np} - D_p = 0,269 - 0,105 = 0,154 \text{ kg/ik.}$$

**Javob:**  $R = 3 \%$ ;  $W_p = 0,154 \text{ kg/ik.}$

**4.120.-masala.** Agar qozonga bosim  $r_1 = 1,37 \text{ MPa}$ , kengaytirgichda bosim  $r_2 = 0,12 \text{ MPa}$ , kengaytirgichdan chiqayotgan bugning qurish darajasi  $x = 0,98$ , to'yintiruvchi suvning tuz saqlashi  $S_{p.v} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ kg/kg}$  va tozalovchi suvning tuz saqlashi  $S_{pr} = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}$  bo'lsa, bug' ishlab chiqarishi  $D = 4,16 \text{ kg/ik}$  qozon agregati to'xtovsiz suv bilan tozalanishi kengaytirgichida tozalovchi suvdan ajratgan bug'ni miqdorini va to'xtovsiz tozalash kattaligiini aniqlang.

**Javob:**  $P = 3\%$ ;  $D_r = 0,02 \text{ kg/ik.}$

**4.121.-masala.** To'xtovsiz suv bilan tozalanishi  $P = 4\%$  tozalovchi suv entalpiyasi  $i'_1 = 836 \text{ kDj/kg}$ , kengaytirgich bosimi  $r_2 = 0,12 \text{ MPa}$  va kengaytirgichdan ajralgan bug' quruqlik darajasi  $x = 0,98$  bo'lsa, bug' ishlab chiqarishi  $D = 6,9 \text{ kg/ik}$  qozon agregati to'xtovsiz suv bilan tozalanishi kengaytirgichdan chiqishda suv sarfi va tozalash suvi miqdorini aniqlang.

**Javob:**  $W_{pr} = 0,276 \text{ kg/ik}$ ;  $W_r = 0,226 \text{ kg/ik.}$

## 5-BOB. BUG' TURBINALARI

### 5.1. Turbina pog'onasidagi ishchi jarayon

Bug' turbinasida bug'ning potentsial energiyasi kinetik energiyasiga, uz navbatida kinetik energiya turbina valining aylanishi xisobiga mexanik energiyaga aylanadi. Ana shunday dvigatelga bug' turbinasi deyiladi.

Turbina pog'onasida bug'ning ishchi parraklarga ta'siriga asoslanganga karab aktiv va reaktiv pog'onalarga bulinadi .

Bug'ning kengayishi fakat kuzg'almas soploda sodir buladigan pog'onalarga aktiv, bug'ning kengayishi xam kuzg'almas soploda, ham xarakatlanuvchi ishchi parraklarda sodir buladigan pog'onalarga reaktiv pog'onalar deyiladi.

Bug'ning soplodan oqibchik, adigan xaqiqiy tezligi (m/ik) quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$c_1 = 4,47\varphi\sqrt{(i_0 - i_1)(1 - \rho) + c_0^2 / 2000}, \quad (5.1)$$

bu erda:  $\varphi$  –soploning tezlik koeffitsienti,  $\varphi = 0,93 \dots 0,98$  [ ];

$i_0$  va  $i_1$ - coploga kiruvchi va undan chiquvchi entalpiyasi, kDj/kg;

$\rho$  – pog'onasining reaktivlik darajasi;

$s_0$  - soplodan avvalgi bug'ning boshlang'ich tezligi, m/ik.

Agar soploga kirayotgan bug'ning bosimi  $s_0$  uncha katta bo'lmasa, u xolda uni xisobga olinmaganda, soplodan oqib chiquvni bug'ning bosimi (m/ik) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$c_1 = 4,47\varphi\sqrt{(i_0 - i_1)(1 - \rho)}, \quad (5.2)$$

Pog'onaning reaktivlik darajasi deb ichki parraklardan **mumkin bo'lgach** issiqlik **tushumi**-  $h_2$  ni pog'onaning issiqlik **tushumi**- $h_0$  ga ( $h_0 = h_1 + h_2$ , **bu erda**  $h_1$  – soplarda **bir martalik issiklik tushumi**) bo'lgan nisbatni aytiladi:

$$\rho = h_1 / (h_1 + h_2). \quad (5.3)$$

Parrakning o'rtasidagi aylanma tezlik (m/ik) kuydagicha aniqlanadi bunda:

$$i = \pi dn / 60, \quad (5.4)$$

bu erda:  $d$  - pog'oning o'rtacha diametri. m.

$n$  - valning aylanish chastotasi, ayl/bir daq.

Parrakga kiruvchi bug'ning nisbi tezligi (m/ik)

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos\alpha_1}, \quad (5.5)$$

bunda  $\alpha_1$  - disk yuzasiga soploneg egiganligini bildiradigan burchak yoki disk bilan  $s_1$ .

Tezlik orasidagi burchak  $\rho = 0$  bo'lganida ishchi parraklar konash aytib pog'ona orasidagi nisbiy tezlik (m/ik) kuyidagi bug'ning chiqishidagi iforadan aniqlanadi:

$$\omega_2 = \psi\omega_1, \quad (5.6)$$

bunda:  $\psi$  - lopatka tezlik koeffitsienti,  $\psi = 0,86 - 0,95$ .

$\rho > 0$  bo'lganidagi reaktiv va aktiv pog'onolar bilan ishchi parraklar orasida bug'ning chiqishidagi nisbiy tezlik (m/ik) kuydagi ifodadan aniqlanadi:

$$\omega_2 = 44,7\psi\sqrt{\rho h_0 + (\omega_1/44,7)^2} = 44,7\psi\sqrt{\rho(i_0 - i_1) + (\omega_1/44,7)^2}. \quad (5.7)$$

### Ishchi parraklardan bug'ning chiqishidagi mutloq tezlik (m/ik)

$$c_1 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_2 u \cos\beta_2}, \quad (5.8)$$

bunda:  $\beta_2$  - ishchi parraklardan bug'ning chiqishdagi burchagi, xushicha uni  $\beta_2 = \beta_1 - (2 \div 10^\circ)$  katalikni qo'llash bilan aniqlanadi.

Bug'ning ishchi parraklarga kirishdagi burchak  $\beta_1$  ni tezliklar uchburchagidan kelib chikkan kattalik bilan aniqlanadi:

$$\operatorname{tg}\beta_1 = s_1 \sin\alpha_1 / (s_1 \cos\alpha_1 - u). \quad (5.9)$$

Bug'ning ishchi parraklar kanali orasidan chiqishdagi mutloq tezligini ekilganligni bildiradigan burchak  $\alpha_2$ , tezliklar uchburchakida kelib chikkan kattalik bilan aniqlanadi:

$$\cos\alpha_2 = (\omega_2 \cos\beta_2 - u) / s_2. \quad (5.10)$$

Pog'ona parraklarida 1kg bug'ning ishchi (kJ/kg)

$$L = u (s_1 \cos \alpha_1 + c_2 \cos \alpha_2) = u (\omega_1 \cos \beta_1 + \omega_2 \cos \beta_2). \quad (5.11)$$

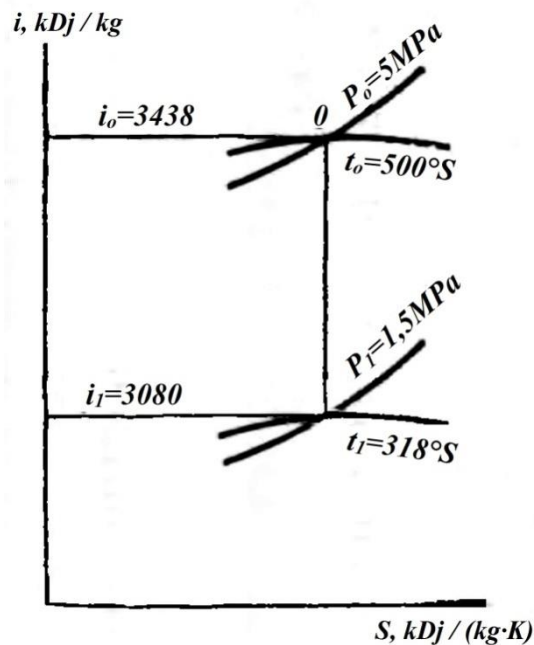
**5.1.-masala.** Bug' boshlang'ich bosimi  $p_0 = 5$  MPa, boshlang'ich harorati  $t_0 = 500$  °S bilan aktiv pog'onada kengayadi. Agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , bug'ning soplodan chiqishidagi entalpiyasi  $i_1 = 3800$  kJ/kg bo'lsa, bug'ning soplodan chiqishdagi tezlikni aniqlang.

**Echish:** is – diagrammada (5.1. - rasm), bug'ning boshlang'ich xolatini xoratlang'ich parametrlar bo'yicha bug'larning entalpiyasi  $i_0 = 3438$  kJ/kg ga teng bo'ldi. Ushbu nuktadan  $i_1 = 3800$  kJ/kg, bo'lgan chizikgacha perpendikulyar chizik ya'niy adiabata chizig'ichi o'tkazsak, bosimi  $p_1 = 1,5$  MPa va harorati  $t_0 = 500$  °S ga teng bulgan nuqtani topiladi.

Entalpiyalar mal'um bulgandan kiyin bug'ning soplodan chiqishdagi xakikiy tezligini aniqlaymiz:

$$s_1 = 44,74 \varphi \sqrt{i_0 - i_1} = 44,7 \cdot 0,96 \sqrt{3438 - 3080} = 811,9 \text{ m/ik}$$

**Javob:**  $s_1 = 811,9$  m/ik



5.1. – rasm.

**5.2.-masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,9 \text{ MPa}$  va harorati  $t_0 = 380 \text{ }^\circ\text{S}$  ega bo'lgan bug' bosimi  $p_2 = 1,3 \text{ MPa}$  bo'lguncha kadar reaktiv pog'onada kengayadi agar ishchi parraklardagi **issiqlik tushumi**  $i_2 = 48 \text{ kDj/kg}$  pog'oning reaktivlik darajasini toping.

**Javob:**  $\rho = 0,48$

**5.3.-masala.** Agar pog'onadagi bo'lishi mumkin bo'lgan issiqlik tumumi  $i_0 = 120 \text{ kDj/kg}$ , soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , bug'ning soplodan oqib chiqishidagi haqiqiy tezligi  $s_1 = 335 \text{ m/ik}$  bo'lganidagi pog'onaning reaktivlik darajasini aniqlang.

**Javob:**  $\rho = 0,49$

**5.4.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,8 \text{ MPa}$  va harorati  $t_0 = 400 \text{ }^\circ\text{S}$  bo'lganida  $p_1 = 1,7 \text{ MPa}$  bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,97$  teng bo'lsa, bug'ning soplodan oqib chiqishidagi haqiqiy tezligini aniqlang.

**Javob:**  $c_1 = 522 \text{ m/ik}$

**5.5.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,2 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 300 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan aktiv pog'onada kengayadi. Agar soplning soplning tezlik koeffitsienti

$\varphi = 0,96$ , bug'ning soplodan avvalgi boshlang'ich tezligi  $s_0 = 150 \text{ m/ik}$  bo'lsa bug'ning soplodan oqib chiqishidagi haqiqiy tezligini aniqlang.

**Javob:**  $s_1 = 515 \text{ m/ik}$

**5.6.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,0 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 350 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan  $t_0$   $p_1 = 1,5 \text{ MPa}$  bo'lgunicha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soploning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$  soplo avvalgi boshlang'ich tezligi  $s_0 = 140 \text{ m/ik}$  r pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,15$  bo'lsa bug'ning soplodan oqib chiqishidagi xaqiqiy tezligini aniqlang.

**Javob:**  $s_1 = 375 \text{ m/ik}$

**5.7.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,6 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 460 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan  $p_0 = 1,0 \text{ MPa}$  bosimgacha reaktiv pog'onada kengayadi agar soponing tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$  va pog'oning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  bo'lsa, bug'ning soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligini aniqlang

**Javob:**  $c_1 = 368 \text{ m/ik}$

**5.8.-masala.** Bug' boshlang'ich parametri  $p_0 = 2,4 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 400 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan  $p_0 = 1,7 \text{ MPa}$  bo'lguncha aktiv tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,965$ , parrakning o'rtasidagi aylanma tezlikni, bug'ning soplodan oqib chiqishidagi xaqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,445$  bo'lsa, parrakni o'rtasidagi aylanma tezlikni aniqlang.

**Javob:**  $u = 192 \text{ m/ik}$

**5.9.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,8 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 380 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan  $p_0 = 1,6 \text{ MPa}$  bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soponing tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$  pog'oning diametri  $d = 1,0 \text{ m}$  va valning aylanish chastotasi  $n = 50 \text{ ayl/ik}$  bo'lsa bug'ning soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezliki va parrakning orasidagi aylanma tezligini aniqlang.

**Javob:**  $c_1 = 532 \text{ m/ik}$ ,  $u = 157 \text{ m/ik}$

**5.10.-masala.** Bug' boshlang'ich parametri  $p_0 = 3 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 390 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan  $p_0 = 1,7 \text{ MPa}$  bo'lguncha kengayadi. Agar soploning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,965$  pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  va parakning o'rtasidagi aylanma tezligini, bug'ning soplodan oqib chiqishidagi haqiqiy tezligiga bo'lgan nisbati  $u/c_1 = 0,45$

bo'lsa bug'ning soplodagi oqib chiqishidagi haqiqiy tezligini va parakning orasidagi aylanma tezligini aniqlang.

**Javob:**  $c_1 = 371 \text{ m/ik}$ ,  $u=167 \text{ m/ik}$ .

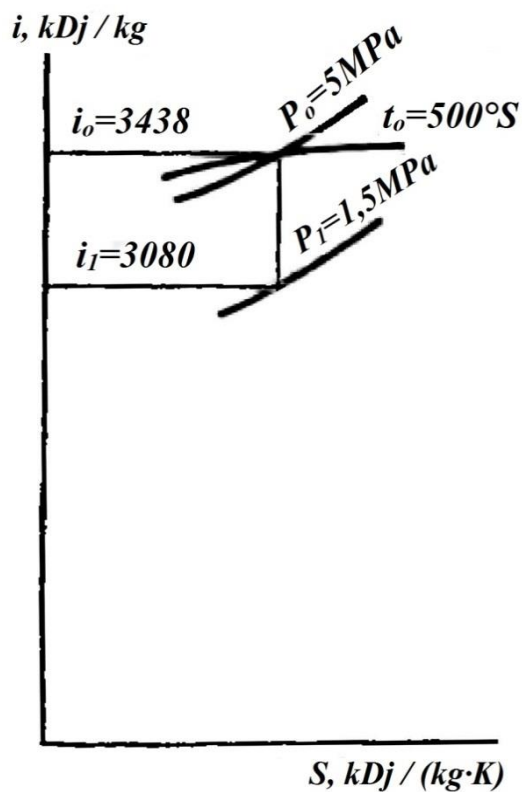
**5.11.-masala.** Bug'ning boshlang'ich parametrlari  $r_0 = 5 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 500$  °S bilan aktiv pog'onada  $r_1 = 1,5 \text{ MPa}$  bo'lguncha kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$  soploneg disk yuzasiga egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 0,95 \text{ m}$  turbina valining aylanishlar chastotasi  $n = 3500 \text{ ob/min}$ , bug'ning soplodan avvalgi boshlang'ich tezligi  $s_0 = 180 \text{ m/ik}$  va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,14$  bo'lsa bug'ning soplodan oqib chiqishidagi haqiqiy tezligini bug'ning parakga kirishidagi nisbiy tezligini aniqlan.

**Echish:** is – diagrammadan (5.2. - rasm) bug'ning boshlang'ich parametri bo'yicha, entalpiyasi  $i_1$  va adiabati kengayishi natichasidagi  $i_1$  entalpiyasini kDj/kg. Berilgan boshlang'ich parametrlari  $r_0$  va  $t_0$  bo'yicha bo'g'ning entalpiyasi  $i_1=3080 \text{ kDj/kg}$  ga teng.

Bug'ning soplodan oqib chiqishidan haqiqiy tezligini 5.1 - iffodadan aniqlaymiz.

$$\begin{aligned} c_1 &= 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1) \cdot (1 - \rho) + c_0^2 / 2000} = \\ &= 44,7 \cdot 0,98\sqrt{(3438 - 3080) \cdot (1 - 0,14) + 180^2 / 2000} = 788,6 \text{ m/ik} \end{aligned}$$





5.2. – rasm.

Parraklar orasidagi aylanma tezligini 5.4 – iffodadan aniqlaymiz:

$$u = \pi dn/60 = 3,14 \cdot 0,95 \cdot 3500/60 = 174 \text{ m/ik.}$$

Parraklardan chikuvchi bug'ning nisbiy tezligini 5.5 ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos\alpha_1} = \sqrt{788,6^2 + 174^2 - 2 \cdot 788,6 \cdot 174 \cdot 4951} = 625 \text{ m/ik.}$$

**Javob:**  $c_1 = 788,6 \text{ m/ik}$ ,  $u = 174 \text{ m/ik}$ ,  $\omega_1 = 625 \text{ m/ik}$ .

**5.12.-masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,6 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 300 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan  $p_2 = 1,0 \text{ MPa}$  bosimgacha kengayadi. Agar soponing tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,94$ , disk yuzasiga egilganlik burchaki  $\alpha_1 = 18^\circ$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 0,95 \text{ m}$  turbina valining aylanmalar natijyasi  $n = 3600 \text{ ayl/bir daq}$  va pog'oning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  bo'lsa bug'ning soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligini, parraklar orasidagi aylanma tezlikni va bug'ni parrakga kirishdagi nisbiy tezligini aniqlang.

**Javob:**  $c_1 = 312$  m/ik;  $u = 179$  m/ik,  $\omega_1 = 152$  m/ik.

**5.13.-masala.** Bug' boshlang'ich parraklari  $p_0 = 2,8$  MPa va  $t_0 = 400$  °S bilan aktiv pog'onada bosimi  $p_1 = 1,7$  MPa bo'lguncha kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,87$ , disk yuzasiga parrakning egilish burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$  va parraklar orasidagi aylanma tezlikni bug'ning soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,44$  bo'lgandagi ishchi parraklar orasidagi bug'ning chiqishdagi nisbiy tezligini aniqlang.

**Javob:**  $\omega_2 = 265$  m/ik.

**5.14.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,0$  MPa va  $t_0 = 350$  °S bilan reaktiv pog'onada bosimi  $p_2 = 1,4$  MPa teng bo'lguncha kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlik  $u = 170$  m/ik, soplarning disk yuzasiga egilkanlik burchagi  $\alpha_1 = 17^\circ$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,88$  va pog'oning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,45$  bo'lsa, ishchi parraklar orasidagi konopdagi bug'ning chiqishdagi nisbiy tezligini aniqlang.

**Javob:**  $\omega_2 = 294$  m/ik.

**5.15.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,6$  MPa va  $t_0 = 450$  °S bilan bosimi  $p_1 = 1,0$  MPa bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,945$ , parrakning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,87$ , soplarning disk yuzasiga egilkanlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , ishchi parraklar bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 23^\circ$  va parraklar orasidagi aylanma tezlikni bug'ning soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligiga nisbati  $u/c_1 = 0,45$  bo'lgandagi ishchi parrakdan bug'ning chiqishdagi mutloq tezligining aniqlang.

**Javob:**  $c_2 = 104,5$  m/ik.

**5.16.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3$  MPa va  $t_0 = 450$  °S bilan bosimi  $p_1 = 1,6$  MPa bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$  soplarning disk yuzasiga egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 17^\circ$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,88$ , pog'oning o'rtacha diametri  $d = 0,95$  m, turbina valining aylanmalar soni  $n = 50$  ayl/ik ishchi parraklar bug'ning chiqish

burchagi  $\beta_2 = \beta_1 = 3^\circ$  va soplodan avvalgi bug'ni tezligi  $s_0 = 150$  m/ik bo'lsa ishchi parraklar o'rtasidagi bug'ning chiqish tezligini aniqlang.

**Javob:**  $c_2 = 235$  m/ik.

**5.17.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,4$  MPa va  $t_0 = 360$  °S bilan bosimi  $p_2 = 1,6$  MPa bo'lguncha reaktiv pog'onada kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklar o'rtasidagi aylana tezlikni soplodan oqib chiqishidagi bug'ning haqiqiy tezligiga nisbati  $u/s_1 = 0,45$ , parraklar orasidan kanalga bug'ni chiqishdagi nisbiy tezligi  $\omega_2 = 350$  m/ik, bug'ni ishchi parraklardan chiqish burchagi  $\beta_2 = 21^\circ 30'$  va pog'oning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,48$  bo'lsa ishchi parraklar kanali orasi chiqishdagi mutloq tezligini aniqlang.

**Javob:**  $c_2 = 221$  m/ik.

**5.18.-masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3$  MPa va  $t_0 = 400$  °S bo'lgan bug' bosimi  $p_1 = 1,7$  MPa bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,94$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,91$ , disk yuzasiga soplarning egilchanlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , pog'oning o'rtacha diametri  $d = 1,2$  m, turbina valining aylanmalar soni  $n = 3600$  ayl/bir daq, ishchi parraklardan bug'ning chiqish burchagi ishchi parrakga kirish burchagiga teng  $\beta_2 = \beta_1$  bug'ning soplodan avvalgi boshlang'ich tezligi  $s_0 = 185$  m/ik ga teng bo'lsa ishchi parraklar orasidan bug'ning chiqishdagi nisbiy va mutloq tezligini aniqlang.

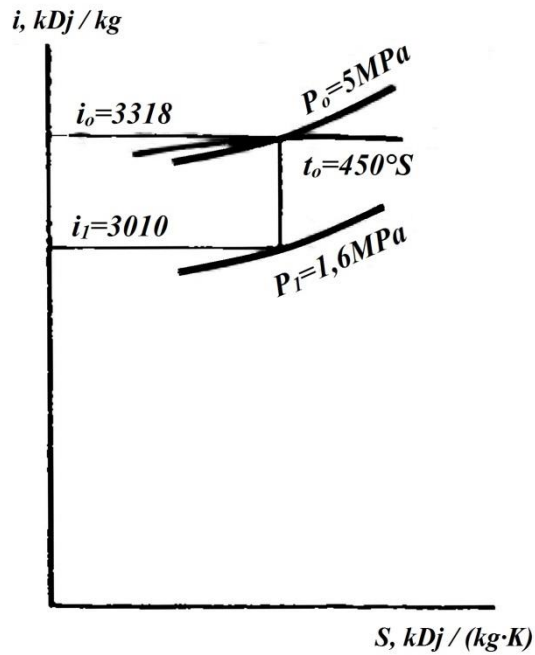
**Echish:** is - diagramadan (5.3. – rasm) berilgan parametrlari erdamida  $i_0 = 3318$  kDj/kg so'ngra adiabatik kengayashidan keyingi entalpiya  $i_1$  ni aniqlaymiz  $i_1 = 3010$  kDj/kg.

Bug'ning soplodan ozib chiqishdagi haqiqiy tezligini quyidagi (5.1) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1) + c_0^2/2000} = 44,7 \cdot 0,98\sqrt{(3318 - 3010) + 185^2/2000} = 1086 \text{ m/c}$$

Parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni (5.4) ifodadan aniqlaymiz:

$$i = \pi dn/60 = 3,14 \cdot 1,2 \cdot 3600/60 = 226 \text{ m/ik.}$$



5.3. – rasm.

Bug'ni parraklardan chiqishdagi nisbiy tezligi (5.5) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1 u \cos \alpha_1} = \\ &= \sqrt{1086^2 + 226^2 - 2 \cdot 1086 \cdot 226 \cdot 0,951} = 874 \text{ m/c} \end{aligned}$$

Bug'ni parraklarga xiridagi nisbiy tezligini (5.6) ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_2 = \psi \omega_1 = 0,91 \cdot 874 = 795 \text{ m/ik}$$

Ishchi parrakdan bug'ni chiqish burchagini (5.9) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \text{tg } \beta_1 &= c_1 \sin \alpha_1 / (c_1 \cos \alpha_1 - u) = 1086 \cdot 0,309 / (1086 \times 0,951 - 226) = 0,416, \\ \beta_1 &= 22^\circ 35' \end{aligned}$$

Ishchi parrakdan bug'ning chiqishdagi burchak:

$$\beta_2 = \beta_1 = 22^\circ 35'$$

Ishchi parraklar orasidagi bug'ning chiqishdagi mutloq tezligi (5.8) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_2 u \cos \beta_2} = \sqrt{795^2 + 226^2 - 2 \cdot 795 \cdot 226 \cdot 0,923} = 592,8 \text{ m/c}$$

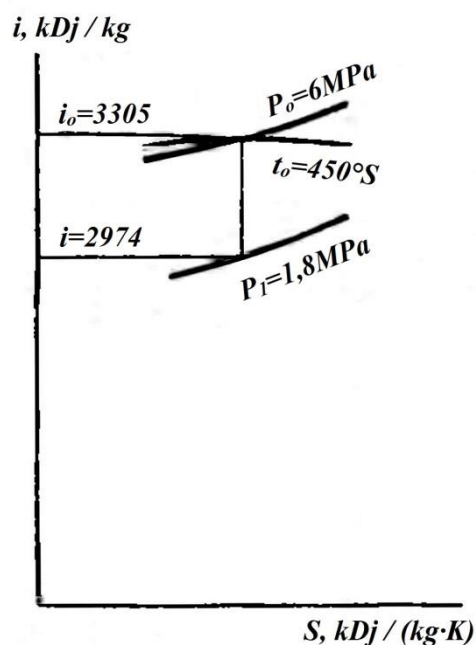
**Javob:**  $\omega_2 = 795 \text{ m/ik}$ ,  $c_2 = 592,8 \text{ m/ik}$ .

**5.19.-masala.** Bug' boshlang' parametrleri  $p_0 = 2 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 350 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan bosimi  $p_1 = 1,5 \text{ MPa}$  bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,945$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,91$ , disk yuzasiga soploneg egilchanlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezlikka nisbati  $u/c = 0,45$ , bug'ni ishchi parrakga kirishdagi burchagi  $\beta_2 = 23^\circ$  va parrakdan bug'ni chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 3^\circ$  bo'lsa, ishchi parraklar orasidagi bug'ni chiqishdagi nisbiy va mutloq tezligini aniqlang.

**Javob:**  $\omega_2 = 188 \text{ m/ik}$ ,  $s_2 = 66,5 \text{ m/ik}$

**5.20.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrleri  $p_0 = 6 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 450 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan bosimi  $p_1 = 1,8 \text{ MPa}$  bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\psi = 0,88$ , disk yuzasiga soploneg egilchanligi burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , parraklar orasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligiga nisbati  $i/s_1 = 0,46$  va ishchi parrakdan bug'ni chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 9^\circ 30'$  bo'lsa tezliklar uchburchagini tuzing.

**Echish:** is - diagrammada (5.4.-rasm) boshlang'ich parametrlarga mos keluvchi entalpiyani topamiz -  $i_0 = 3305 \text{ kDj/kg}$ . So'ngra kengaygandan so'nggi entalpiyani  $i_1 = 2974 \text{ kDj/kg}$  ni aniqlaymiz.



5.4. – rasm.

Bug'ni soplodan olib chiqishdagi haqiqiy tezligini (5.2) ifodadan aniqlaymiz

$$c_1 = 44,7 \varphi \sqrt{(i_o - i_1) + c_o^2 / 2000} = 44,7 \cdot 0,96 \sqrt{3305 - 2974} = 781 \text{ m/c.}$$

Parrakning o'rtasidagi aylanma tezligini  $i/s_1 = 0,46$  quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$u = 0,46 \cdot c_1 = 0,46 \cdot 781 = 359 \text{ m/ik.}$$

Parrakga bug'ni kirishidagi nisbiy tezligini (5.5) ifoda orqali aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1 u \cos \alpha_1} = \sqrt{781^2 + 359^2 - 2 \cdot 781 \cdot 359 \cdot 0,951} = 453 \text{ m/c}$$

Ishchi parraklar kanalidan bug'ning chiqishidagi nisbiy tezligi (5.6) ifoda orqali aniqlaymiz:

$$\omega_2 = \psi \omega_1 = 0,88 \cdot 453 = 399 \text{ m/ik.}$$

Parrakga bug'ning kirishdagi burchagi - iz sootnosheniya (5.9):

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta_1 &= s_1 \sin \alpha_1 / (c_1 \cos \alpha_1 - u) = 781 \cdot 0,309 / (781 \times 0,951 - 359) = 0,629, \\ \beta_1 &= 32^\circ 10'. \end{aligned}$$

Ishchi parrakdan bug'ni chiqishdagi burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 9^\circ 30' = 32^\circ 10' - 9^\circ 30' = 22^\circ 40'.$$

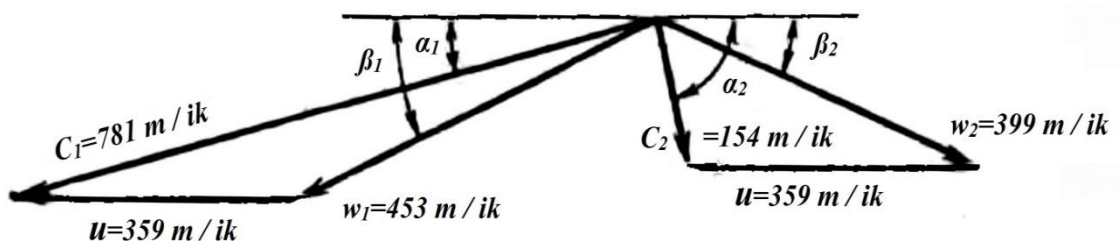
Ishchi parraklar orasidagi bug'ni chiqishidagi mutloq tezligi (5.8) ifoda orqali aniqlanadi:

$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_2 u \cos \beta_2} = \sqrt{399^2 + 359^2 - 2 \cdot 399 \cdot 359 \cdot 0,923} = 154 \text{ m/c.}$$

Ishchi parraklar kanali orasidagi mutloq tezlikni egilganlik burchagi – nisbati (5.10)

$$\begin{aligned} \cos \alpha_2 &= (\omega_2 \cos \beta_2 - u) / c_2 = (399 \cdot 0,923 - 359) / 154 = 0,0602, \\ \alpha_2 &= 86^\circ 33'. \end{aligned}$$

**Javob:** Qurilgan tezliklar uchburchagi 5.5.- rasmda ko'rsatilgan.



5.5. – rasm.

**5.21.-masala.** Aktiv pog'onada bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,4$  MPa va  $t_0 = 390$  °S bilan bosimi  $p_1=1,3$  MPa bo'lguncha kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi=0,88$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha = 16^0$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 1$  m, turbina valining aylanishlar soni  $n = 3600$  ayl/bir daq, ishchi parrakka bug'ning kirishidagi burchagi  $\beta_2 = 22^0$ , ishchi parrakdan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^0$  bug'ning ishchi parraklar orsidan chiqishdagi nisbiy va mutloq tezligini aniqlang va tezliklar uchburchagini tuzing.

**Javob:**  $\omega_2 = 352$  m/ik,  $s_2 = 186$  m/ik.

**5.22.- masala.** Reaktiv pog'onada bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,75$  MPa va  $t_0 = 480$  °S bilan bosimi  $p_1=1,8$  MPa bo'lguncha kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,975$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi=0,87$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^0$ , arraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1= 0,45$ , ishchi parrakdan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^030'$  va pog'onani reaktivlik darajasi  $\rho = 0,6$  bo'lsa, tezliklar uchburchagini tuzing.

**Echish:** is - diagrammadan (5.6.-rasm) boshlang'ich entalpiyani topamiz

$i_0 = 3420$  kDj/kg, adiabatik kengayishdan keyingi entalpiyasi  $i_1 = 3310$  kDj/kg ni ham aniqlaymiz.

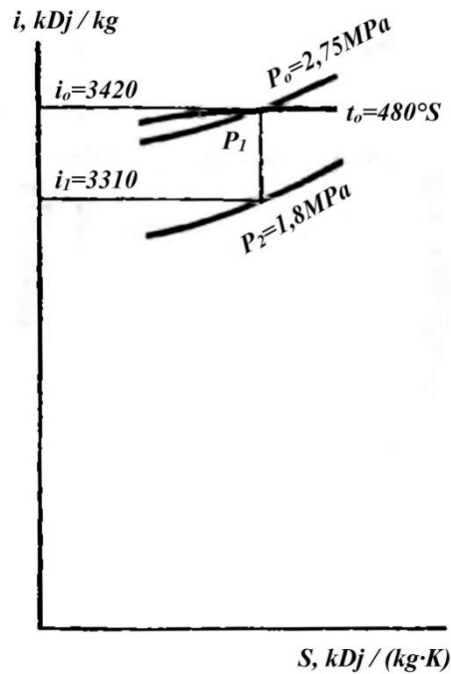
Bug'ni soplodan olib chiqishdagi haqiqiy tezligi (5.2) ifodadan aniqlanadi:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1) \cdot (1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,975\sqrt{(3420 - 3310) \cdot (1 - 0,6)} = 289 \text{ m/ik}$$

Parraklar orasidagi aylanma tezlikni  $i/s_1= 0,45$  ifodadan:

$$u = 0,44c_1 = 0,45 \cdot 289 = 130 \text{ m/ik.}$$





5.6. – rasm.

Parrakga bug'ni kirishidagi nisbiy tezligini (5.5) ifoda orqali aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos \alpha_1} = \sqrt{289^2 + 130^2 - 2 \cdot 289 \cdot 130 \cdot 0,951} = 170 \text{ m/ik}$$

Bug'ni parraklar orasidan chiqishidagi nisbiy tezligi (5.7) ifodadan aniqlanadi:

$$\omega_2 = 44,7\psi \sqrt{\rho(i_0 - i_1) \cdot (\omega_1 / 44,7)^2} = 44,7 \cdot 0,87 \sqrt{0,5(3420 - 3310) \cdot (170 / 44,7)^2} = 324 \text{ m/ik}$$

(5.9) ifodadan ishchi parrakga bug'ni kirishdagi aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta_1 &= s_1 \sin \alpha_1 / (c_1 \cos \alpha_1 - u) = 289 \cdot 0,309 / (289 \times 0,951 - 130) = 0,616, \\ \beta_1 &= 31^\circ 38'. \end{aligned}$$

Ishchi parrakka bug'ni kirish burchagi:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ 30' = 31^\circ 38' - 2^\circ 30' = 29^\circ 08'.$$

Ishchi parraklardan chiqishdagi bug'ning mutloq tezligi (5.8) ifodadan aniqlanadi:

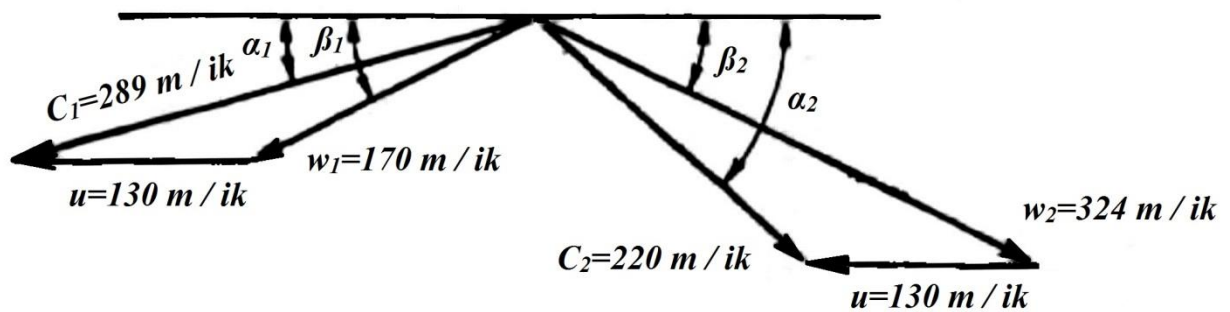
$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_2 u \cos \beta_2} = \sqrt{324^2 + 130^2 - 2 \cdot 324 \cdot 130 \cdot 0,8735} = 220 \text{ m/ik}.$$

Parraklar orasidan bug'ning chiqishdagi mutloq tezligining egilginlik burchagi (5.10) ifodadan aniqlanadi:

$$\cos \alpha_2 = (\omega_2 \cos \beta_2 - u) / c_2 = (324 \cdot 0,8735 - 130) / 220 = 0,6955,$$

$$\alpha_2 = 45^\circ 56'.$$

**Javob:** Tezliklar uchburchagini olingan qiymatlar bo'yicha tuziladi 5.7.-rasmda ko'rsatilgan.



5.7. – rasm.

**5.23.-masala.** Agar disk yuzasiga soploning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 14^\circ$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 0,9 \text{ m}$ , turbinaning aylanishlar soni  $n = 3600$  ayl/bir daq, lopatkalar orasidagi aylanma tezligini soplodan bug'ni oqib chiqishdagi haqiqiy tezligiga nisbati  $i/s_1 = 0,44$ , bug'ning oqib chiqishdagi nisbiy tezligi  $\omega_2 = 210 \text{ m/ik}$ , ishchi parrakdan bug'ni chiqish burchagi  $\beta_2 = 21^\circ$ , bug'ni

ishchi  $\alpha_2 = 72^\circ$  bo'lsa, aktiv pog'onadagi parraklarda bug'ni bajargan ishini aniqlang.

**Javob:**  $l = 68$  kDj/kg.

**5.24.-masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,6$  MPa va  $t_0 = 450$  °S bilan bosimi  $p_1 = 1,0$  MPa bo'lguncha aktiv pog'onada kengayadi. Agar tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,955$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,9$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 17^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,435$ , bug'ni ishchi parrakga kirish burchagi  $\beta_1 = 24^\circ$  va undan chiqishdagi burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ 30'$  bo'lsa, 1 kg bug'ni parrakdagi bajarilgan ishini toping.

**Javob:**  $l = 122,3$  kDj/kg.

**5.25.- masala.** Pog'onaning bajarishi mumkin bo'lgan issiqlik tushumi  $h_0 = 256$  kDj/kg, soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,88$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$  pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 1,0$  m, turbina valining aylanishlar soni  $n = 3600$  ayl/bir daq, ishchi parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_1 = 20^\circ$ , pog'onani reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  bo'lgandagi 1 kg bug'ni reaktiv pog'onadagi bajargan ishini aniqlang.

**Javob:**  $l = 128,4$  kDj/kg.

**5.26.-masala.** Agar pog'onadagi **issiqlik tushumi**  $h_0 = 280$  kDj/kg, soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,92$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,45$ , bug'ni parrakga kirishdagi nisbiy tezligi  $\omega_1 = 280$  m/ik, ishchi parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ 30'$  va pog'onani reaktivlik darajasi  $\rho = 0,58$  bo'lsa, 1 kg bug'ni reaktiv pog'onadagi bajargan ishini aniqlang.

**Echish:** Bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligini (5.2) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{h_0(1-\rho)} = 44,7 \cdot 0,98\sqrt{280(1-0,58)} = 475 \text{ m/ik.}$$

Parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $i/s_1 = 0,45$  ifodadan aniqlaymiz:

$$i - 0,45s_1 = 0,45 \cdot 475 = 214 \text{ m/ik.}$$

Parraklar o'rtasidagi kanaldan bug'ni chiqishidagi nisbiy tezligini (5.7) ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_2 = 44,7\psi\sqrt{\rho h_0 \cdot (\omega_2 / 44,7)^2} = 44,7 \cdot 0,92\sqrt{0,58 \cdot 280 \cdot (280 / 44,7)^2} = 769 \text{ m/ik}$$

Bug'ni ishchi parrakga kirishdagi burchagini (5.9) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\beta_1 &= s_1 \sin\alpha_1 (c_1 \cos\alpha_1 - u) = 475 \cdot 0,309 / (475 \times 0,951 - 214) = 0,6174; \\ \beta_1 &= 31^\circ 42'. \end{aligned}$$

Bug'ning ishchi parrakdan chiqishdagi burchagini

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ 30' = 31^\circ 42' - 2^\circ 30' = 29^\circ 12'$$

1 kg bug'ni parraklarda bajargan ishi (5.11) ifodadan aniqlanadi:

$$\begin{aligned} l &= i (\omega_1 \cos\beta_1 + \omega_2 + \cos\beta_2) = 214 (280 \cdot 0,8508 + 769 \cdot 0,8729) = \\ &= 194,63 \text{ kDj/kg.} \end{aligned}$$

**Javob:**  $l = 194,63 \text{ kDj/kg.}$

## 5.2. Turbina pog'onalaridagi yo'qolishlar.

## Turbina pog'onalaridagi foydali ish koeffitsientlari

Turbina pog'onasidagi yo'qolishlar. Turbina pog'onasidagi ishchi jarayon bug'ning issiqlik energiyasini yo'qolishlari bilan sodir bo'ladi.

Ularga quydagilar kiradi:

bug'ni tartibsiz xarakati tufayli va ishqalanishi natijasida kelgan soplodagi issiqlik (kJ/kg) energiyasini yo'qolishi

$$h_c = (1/\varphi^2 - 1) c_1^2 / 2000, \quad (5.12)$$

aktiv pog'onadagi ishchi parraklarda issiqlik (kJ/kg) energiyasini yo'qolishi

$$h_{par} = (1 - \psi^2) \omega_1^2 / 2000, \quad (5.13)$$

reaktiv pog'onada parraklardagi issiqlik (kJ/kg) energiyasini yo'qolishi

$$h_{par} = (1/\psi^2 - 1) \omega_2^2 / 2000. \quad (5.14)$$

chiqayotgan mutloq tezliklar bilan issiqlik (kJ/kg) energiyasini yo'qolishi:

$$h_{chnq} = c_2^2 / 2000, \quad (5.15)$$

bug' bilan turbina diskining aylanishida ventilyatsiyasidagi va ishqalanishda issiqlik (kJ/kg) energiyasini yo'qolishi (A. Stodol tenglamasida aniqlaydi opredelyayutsya po formule A. Stodola):

$$h_{v.ish} = \lambda [1,07d^2 + 0,61z (1 - \varepsilon) dl_2^{1.5}] (1/v) (u^3/10^6) \times (1/M), \quad (5.16)$$

Bunda:  $\lambda$  - o'ta qizigan bug' uchun 1,1 – 1,2, to'yingan bug' uchun 1,3 ga teng bo'lgan koeffitsienti;

$d$  - pog'onaning o'rtacha diametri, m;

$z$  - tezlik pog'onalari soni;

$\varepsilon$  - bug'ni chiqarib yuborishdagi partsiallik darajasi;

$l_2$  - ishchi parraklarni chiqishdagi balandligi, sm;

$v$  - pog'ona kamerasidagi bo'g'inning solishtirma xajmi, m<sup>3</sup>/kg;

$M$  - pog'onadagi bug'inning sarfi, kg/ik;

coplo va parraklarni o'ralgan joyidagi teshiklardan oqib chiqayotgan issiqlik (kJ/kg) energiyasini yo'qolishi:

$$h_{o.chiq} = M_{o.chiq} \cdot h_0 / M, \quad (5.17)$$

Bunda:  $M_{o.chiq}$  – oqib chiqishdagi bug'ning sarfi, kg/ik.

Turbina pog'onasining foydali ish koeffitsienti (f.i.k.). Soplodagi, parraklardagi va turbina pog'onalaridagi mutloq tezliklar bilan chiqishdagi yo'qolishlar, parraklardagi nisbiy **f.i.k. i  $\eta_{n,p}$  bilan** baxolanadi, u pog'ona parraklarida 1 kg bug'ni mexanik bajargan ishini ( $l$ ), mumkin bo'lgan **issiqlik tushumi** ( $h_0$ ) ga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta_{n,p} = (h_0 - h_c - h_p - h_v) / h_0 = l / h_0, \quad (5.18)$$

Parrakdan nisbiy f.i.k., parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni, bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligiga bulgan nisbatiga bog'liqdir, ya'ni  $i/s_1$ , shuning uchun aktiv pog'onalar uchun nisbiy f.i.k.

$$\eta_{n,p} = 2\varphi^2 (i/s_1) (1 + \psi \cos\beta_2 / \cos\beta_1) (\cos\alpha_1 - u/c_1), \quad (5.19)$$

Reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  bo'lgan reaktiv pog'onalar uchun nisbiy f.i.k.

$$\eta_{n,p} = (i/s_1) (2 \cos \alpha_1 - i/s_1) / [(1/\varphi^2 - 1) + (i/s_1) (2 \cos \alpha_1 - i/s_1)] \quad (5.20)$$

Pog'onadagi issiqlik yo'qolishlari ichki nisbiy f.i.k. –  $\eta_{n,o,i}^n$  bilan baxolanadi, u ishlatilgan **issiqlik tushumi** –  $h_1$  ni, mumkin **bo'lgan issiqlik tushumi** –  $h_0$  ga bo'lgan nisbatiga teng.

$$\eta_{n,o,i}^n = h_1/h_0 = (h_0 - h_c - h_p - h_{chiq} - h_{ish.v} - h_{o.chiq})/h_0, \quad (5.21)$$

Aktiv pog'onaning nisbiy ichki f.i.k.

$$\eta_{n,o,i}^n = \eta_{o,i} - \zeta_{ish.v} - \zeta_{o.chiq} = 2\varphi^2(i/s_1) \cdot (1 + \psi \cos \beta_2 / \cos \beta_1) \cdot (\cos \alpha_1 - i/s_1) - \zeta_{ish.v} - \zeta_{o.chiq}, \quad (5.22)$$

bunda:  $\zeta_{ish.v}$  - ishqalanishda va ventilyatsiyadagi turbina diskning aylanishidagi issiqlik energiyani nisbiy yo'qolishi,  $\zeta_{ish.v} = h_{ish.v} / h_0$ ;

$\zeta_{o.chiq}$  - soplo va parraklarni uralgani teshiklaridan issiqlik energiyasining nisbiy yo'qolishi,  $\zeta_{o.chiq} = h_{o.chiq} / h_0$ .

Reaktivlik darajasi  $\rho = 0.5$  ga teng bo'lgan reaktiv pog'onaning nisbiy f.i.k.

$$\eta_{oi}^n = \frac{u/c_1 (2 \cos \alpha_1 - u/c_1)}{(1/\varphi_2 - 1) + (u/c_1) (2 \cos \alpha_1 - u/c_1)} - \zeta_{msh.b} - \zeta_{o.chi} \cdot \quad (5.23)$$

Agar pog'onada avvalgi pog'onaning chiqish tezligi ishtirok etgan bo'lsa, u holda pog'onaning nisbiy f.i.k. quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\eta_{n,o,i}^n = [\mu h_{chnq}^{av} + h_0 - (h_c + h_{par} + h_v + h_{ish.v} + h_{o.chiq})] / (\mu h_{chnq}^{av} + h_0), \quad (5.24)$$

bunda:  $h_{\text{chnq}}^{\text{av}}$  - avvalgi pogona chiqish tezligidagi issiqlik energiyasi, kDj/kg -  
 $h_{\text{chnq}}^{\text{av}} = S_{\text{av}}^2/2000$ ;

$\mu$  – ishchi parraklardan chiqish tezligida sarflangan energiyani bildiruvchi koeffitsienti,  $\mu = 0,8 - 1,0$ .

**5.27.–masala.** Aktiv pog'onada bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5$  MPa va  $t_0 = 400$  °S bilan bosimi  $p_1 = 2,2$  MPa bo'lguncha kengayadi. Agar tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,87$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 15^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,43$  bo'lsa soplodagi va parraklardagi yo'qolishlarni toping.

**Javob:**  $h_c = 13,1$  kDj/kg;  $h_{\text{par}} = 10,4$  kDj/kg.

**5.28.–masala.** Bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,6$  MPa va  $t_0 = 300$  °S bilan bosimi  $p_2 = 1,0$  MPa bo'lguncha reaktiv pog'onada kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,94$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,89$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,44$  va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  bo'lsa soplodagi va parraklardagi yo'qolishlarni toping.

**Javob:**  $h_c = 6,4$  kDj/kg;  $h_{\text{par}} = 4,4$  kDj/kg.

**5.29.–masala.** Agar soploneg soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligi  $s_1 = 375$  m/ik, parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,87$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 13^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,45$  va parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 23^\circ 15'$  bo'lsa, aktiv pog'onadan mutloq tezligi bilan chiqishdagi issiqlik energiyasini yo'qolishini aniqlang.

**Javob:**  $h_{\text{chiq}} = 2,6$  kDj/kg.

**5.30.–masala.** Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,88$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 0,9$  m, turbina valining aylanishlar soni  $n =$



3800 ayl/bir daq, parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligi nisbati  $i/s_1 = 0,45$  va ishchi parraklardan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 24^\circ$  bo'lsa aktiv pog'onadan mutloq tezligi bilan chiqishdagi issiqlik energiyasini yo'qolishini aniqlang.

**Echish:** Parraklar o'rtasidagi aylanma tezlik (5.4) ifoda bilan aniqlanadi:

$$u = \pi dn/60 = 3,14 \cdot 0,9 \cdot 3800/60 = 179 \text{ m/ik.}$$

Bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligi quyidagicha  $i/s_1 = 0,45$  aniqlanadi:

$$c_1 = u/0,45 = 179/0,45 = 398 \text{ m/ik.}$$

Soplodagi energiya yo'qolishi (5.12) ifodadan:

$$h_c = (1/\varphi^2 - 1) c_1^2 / 2000 = (1/0,98^2 - 1) 398^2 / 2000 = 3,26 \text{ kDj/kg.}$$

Parraklarga bug'ni kirishdagi nisbiy tezligini (5.5) ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos \alpha_1} = \sqrt{398^2 + 179^2 - 2 \cdot 398 \cdot 179 \cdot 0,961} = 231 \text{ m/ik}$$

Parraklardagi issiqlik energiyasini yo'qolishit (5.13) ifodadan:

$$h_{\text{par}} = (1 - \psi^2) \omega_1^2 / 2000 = (1 - 0,88^2) \cdot 231^2 / 2000 = 6,02 \text{ kDj/kg.}$$

Bug'ni parraklar orasidan chiqishdagi nisbiy tezligi (5.6) ifodadan aniqlanadi:

$$\omega_2 = \psi \omega_1 = 0,86 \cdot 231 = 203,3 \text{ m/ik.}$$

Ishchi parraklar kanali orasidan bug'ni chiqishdagi mutloq tezligi (5.8) ifodadan:

$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_1 u \cos \beta_2} = \sqrt{203,3^2 + 179^2 - 2 \cdot 203,3 \cdot 179 \cdot 0,935} = 83 \text{ m/ik}$$

Mutloq tezlik bilan chiqishdagi issiqlik energiyasini yo'qolishi (5.15) ifodadan :

$$h_{\text{chiq}} = c_2^2 / 2000 = 83^2 / 2000 = 3,44 \text{ kDj/kg.}$$

**Javob**  $h_c = 3,26 \text{ kDj/kg}$ ;  $h_{\text{par}} = 6,02 \text{ kDj/kg}$ ;  $h_{\text{chiq}} = 3,44 \text{ kDj/kg}$ .

**5.31.-masala.** Agar soploga kirishda bug'ni entalpiyasi  $i_0 = 3400 \text{ kDj/kg}$ , bug'ni soplodan chiqishdagi entalpiyasi  $i_1 = 3250 \text{ kDj/kg}$ , soploning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,9$ , disk yuzasiga soploning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 15^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligi nisbati  $i/s_1 = 0,49$ , ishchi parraklardan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 24^\circ$  va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,48$  bo'lsa, soplodagi, parraklardagi va reaktiv pog'onadagi chiquvchi mutloq tezligi bilan issiqlik energiyasini yo'qolishini aniqlang.

**Javob:**  $h_c = 6,1 \text{ kDj/kg}$ ;  $h_{\text{par}} = 4,2 \text{ kDj/kg}$ ;  $h_{\text{chiq}} = 27,6 \text{ kDj/kg}$ .

**5.32.-masala.** Agar pog'onadagi issiqlik tushumi  $h_0 = 160 \text{ kDj/kg}$ , soploning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,88$ , disk yuzasiga soploning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlik  $u = 188 \text{ m/ik}$  va ishchi parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 1^\circ 20'$  bo'lsa, aktiv pog'onadagi parraklarning nisbiy f.i.k. ini aniqlang.

**Javob:**  $\eta_{o.i \text{ ishchi}} = 0,746$ .

**5.33.-masala.** Agar pog'onadagi mumkin bo'lgan issiqlik tushumi  $h_0 = 180 \text{ kDj/kg}$ , soploning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$ , parraklarning tezlik koeffitsienti

$\Psi=0,99$ , disk yuzasiga soplarning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligi nisbati  $i/s_1=0,6$ , ishchi parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 22^\circ$  va pog'onani reaktivlik darajasi  $\rho = 0,48$  bo'lsa, reaktiv pog'onaning parraklaridagi nisbiy f.i.k. ni aniqlang.

**Echish:** Bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligini (5.2) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{h_0(1-\rho)} = 44,7 \cdot 0,98\sqrt{180(1-0,48)} = 424 \text{ m/ik.}$$

Soplodagi energiyani (kJ/kg) yo'qolishi (5.12) ifodadan:

$$h_c = (1/\varphi^2 - 1)c_1^2/2000 = (1/0,98^2 - 1) \cdot 424^2/2000 = 3,7 \text{ kJ/kg.}$$

Parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $i/s_1=0,6$ , ifodadan aniqlaymiz:

$$u = 0,5 \cdot c_1 = 0,6 \cdot 424 = 254,4 \text{ m/ik.}$$

Parraklarga bug'ni kirishdagi nisbiy tezligini (5.5) ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos \alpha_1} = \sqrt{424^2 + 254,4^2 - 2 \cdot 424 \cdot 254,4 \cdot 0,97} = 198 \text{ m/ik}$$

Parraklar o'rtasidagi kanaldan bug'ni chiqishdagi nisbiy tezligini (5.7) ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_2 = 44,7\psi\sqrt{\rho h_0 + (\omega_1/44,7)^2} = 44,7 \cdot 0,93\sqrt{0,48 \cdot 180 + (198/44,7)^2} = 527 \text{ m/ik}$$

Parraklardagi issiqlik energiyasini yo'qolishi (5.14) ifodadan:

$$h_{\text{par}} = (1/\psi^2 - 1) \omega_2^2 / 2000 = (1/0,93^2 - 1) \cdot 527^2 / 2000 = 21,7 \text{ kDj/kg.}$$

Mutloq tezlik bilan chiqishdagi issiqlik energiyani yo‘qolishi (5.15) ifodadan:

$$h_{\text{chiq}} = c_2^2 / 2000 = 306^2 / 2000 = 46,8 \text{ kDj/kg.}$$

Parrakdagi nisbiy f.i.k. (5.18) ifodadan:

$$\eta_{\text{o.i par}} = (h_0 - h_c - h_{\text{par}} - h_{\text{chiq}}) / h_0 = (180 - 3,7 - 21,7 - 46,8) / 180 = 0,599.$$

**Javob:**  $\eta_{\text{o.i par}} = 0,599.$

**5.34.–masala.** Bug’ boshlang’ich parametrlari  $p_0 = 3,5 \text{ MPa}$  va  $t_0 = 450 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan bosimi  $p_1 = 2 \text{ MPa}$  bo‘lguncha aktiv pog’onada kengayadi. Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,9$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 14^\circ$ , parraklar o‘rtasidagi aylanma tezlikni bug’ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,44$  va ishchi parrakkadan bug’ning chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ$  bo‘lsa, parraklaridagi nisbiy f.i.k. ini aniqlang.

**Javob:**  $\eta_{\text{o.i par}} = 0,803.$

**5.35.–masala.** Agar soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,88$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$  va ishchi parrakkadan bug’ning kirish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 + 2^\circ$  ma'lum bo‘lsa, aktiv pog’onada parraklaridagi nisbiy f.i.k. ini nisbiy samaradorlik qancha kamayishini aniqlang parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug’ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1$  ga nisbatan 0,46 dan 0,41 gacha pasayishi bilan faol parraklarda.

**Echish:**  $u/s_1 = 0,46$  da ishchi parrakdan bug'ni chiqish burchagini (5.9) ifodadan aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg}\beta_1 = \sin\alpha_1 / (\cos\alpha_1 - u/s_1) = 0,309 / (0,951 - 0,46) = 0,1517;$$

$$\beta_1 = 8^\circ 38'.$$

$u/s_1 = 0,46$  da ishchi parrakdan bug'ning chiqishdagi burchak:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ = 8^\circ 38' - 2^\circ = 6^\circ 38'.$$

$u/s_1 = 0,41$  da ishchi parrakdan bug'ni chiqish burchagini (5.9) ifodadan aniqlaymiz:

$$\operatorname{tg}\beta_1 = \sin\alpha_1 / (\cos\alpha_1 - u/s_1) = 0,309 / (0,951 - 0,41) = 0,16717;$$

$$\beta_1 = 9^\circ 29'.$$

$u/s_1 = 0,41$  da ishchi parrakdan bug'ning chiqishdagi burchak:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ = 9^\circ 29' - 2^\circ = 7^\circ 29'.$$

Parrakdagi nisbiy f.i.k. (5.19) ifodadan aniqlaymiz:

$u/s_1 = 0,46$  da

$$\begin{aligned} \eta_{o.11} &= 2\varphi^2 (u/s_1) (1 + \psi \cos\beta_2 / \cos\beta_1) (\cos\alpha_1 - u/s_1) = \\ &= 2 \cdot 0,98^2 \cdot 0,46 (1 + 0,88 \cdot 0,9859 / 0,9887) (0,951 - 0,46) = 0,814; \end{aligned}$$

$u/s_1 = 0,41$  da

$$\eta_{o.12} = 2\varphi^2 (u/s_1) (1 + \psi \cos\beta_2 / \cos\beta_1) (\cos\alpha_1 - u/s_1) =$$

$$= 2 \cdot 0,98^2 \cdot 0,41 \cdot (1 + 0,88 \cdot 0,9915/0,9863) (0,951 - 0,41) = 0,803.$$

Parrakdagi nisbiy f.i.k. **yo‘qolishi** **umenshenie** (5.19) ifodadan aniqlaymiz:

$$[(\eta_{o.11} - \eta_{o.12}) / \eta_{o.11}] 100 = [(0,814 - 0,803) / 0,814] \times 100 = 1,35 \%$$

**Javob:** velichina  $\eta_{o.i}$  par **umenshitsya na 1,35 protsenta.**

**5.36.–masala.** Agar pog‘onadagi mumkin bo‘lgan **issiqlik tushumi**  $h_0 = 100$  kDj/kg, bosimi  $p = 1,0$  MPa va xarorati  $t = 300$  °S pog‘onaning o‘rtacha diametri  $d = 1,1$  m, turbina valining aylanishlar soni  $n = 50$  ayl/ik ishchi parraklarning chiqish balandligi  $l_2 = 0,03$  m, bug‘ni kirishdagi partsiallik darajasi  $\varepsilon = 0,4$ , koeffitsienti  $\lambda = 1,1$ , bug‘ning sarfi  $M = 25$  kg/ik, bugni oqishidagi sarfi  $M_{o.chiq} = 0.8$  kg/ik bo‘lsa, aktiv pog‘onadagi ishqalanishga, ventilyatsiyaga va bug‘ni oqishdagi issiqlik energiyani yo‘qolishini aniqlang.

**Javob:**  $h_{ish.v} = 2,8$  kDj/kg;  $h_{o.chiq} = 3,2$  kDj/kg.

**5.37.–masala.** Agar pog‘onadagi mumkin bo‘lgan issiqlik tushumi  $h_0 = 100$  kDj/kg, soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,94$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,88$ , disk yuzasiga soplning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , pog‘onaning o‘rtacha diametri  $d = 0,95$  m, turbina valining aylanishlar soni  $n = 3600$  ayl/bir daq, ishchi parrakdan bug‘ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 22^\circ 20'$ , pog‘onani reaktivlik darajasi  $\rho = 0,45$ , bug‘ning sarfi  $M = 22$  kg/ik, bugni oqishidagi sarfi  $M_{o.chiq} = 0,4$  kg/ik bo‘lsa, ishqalanishga va ventilyatsiyaga ketgan yo‘qolishlarni xisobga olgan xolda, reaktiv pog‘onaning nisbiy ichki f.i.k. ni aniqlang.

**Javob:**  $\eta_{o.i}^n = 0,7$ .

**5.38.–masala.** Agar pog‘onadagi mumkin bo‘lgan issiqlik tushumi  $h_0 = 90$  kDj/kg, soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,89$ , disk yuzasiga soplning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 16^\circ$ , pog‘onaning o‘rtacha diametri  $d = 1,3$  m, valining aylanishlar soni  $n = 3600$  ayl/bir daq, ishchi

parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 20^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligi nisbati  $i/s_1 = 0,465$ , ishchi parraklarning chiqish balandligi  $l_2 = 0,04$  m, bug'ni kirishdagi partsiallik darajasi  $\varepsilon = 0,5$ , koeffitsienti  $\lambda = 1,1$ , bug'ning sarfi  $M = 80$  kg/ik, bugni oqishidagi sarfi  $M_{o.chiq} = 1,2$  kg/ik, kameradagi ishchi g'ildirakni aylanishidagi bug'ning parametrlari  $p = 1,2$  MPa va  $t = 330$  °S bo'lsa, aktiv pog'onaning ichki nisbiy f.i.k. ni aniqlang.

**Echish:** Parraklar o'rtasidagi aylanma tezlik (5.4) ifoda bilan aniqlaymiz:

$$u = \pi dn/60 = 3,14 \cdot 1,3 \cdot 3600/60 = 245 \text{ m/ik.}$$

Bug'ni soplodan oqib chiqishdagi haqiqiy tezligi quyidagicha aniqlanadi – (iz sootnosheniya  $i/s_1 = 0,465$ ):

$$s_1 = u/0,465 = 245/0,465 = 527 \text{ m/ik.}$$

Soplodagi issiqlik energiyani (kJ/kg) yo'qolishi (5.12) ifodadan:

$$h_c = (1/\varphi^2 - 1)c_1^2/2000 = (1/0,96^2 - 1) \cdot 527^2/2000 = 11,8 \text{ kJ/kg.}$$

Parraklarga bug'ni kirishdagi nisbiy tezligini (5.5) ifodadan aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos\alpha_1} = \sqrt{527^2 + 245^2 - 2 \cdot 527 \cdot 245 \cdot 0,961} = 299 \text{ m/c}$$

Parraklardagi issiqlik energiyasini yo'qolishi (5.13) ifodadan:

$$h_{par} = (1 - \psi^2)\omega_1^2/2000 = (1 - 0,89^2)299^2/2000 = 9,3 \text{ kJ/kg.}$$

Ishchi parraklar orasidagi kanaldan chiqayotgan bug'ning nisbiy tezligi quyidagi (5.6) ifodadan aniqlanadi:

$$\omega_2 = \psi\omega_1 = 0,89 \cdot 299 = 266 \text{ m/ik.}$$

Ishchi parraklar orasidagi kanaldan chiqayotgan mutloq tezlik quyidagi (5.8) ifodadan aniqlanadi:

$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_1 u \cos \beta_2} = \sqrt{266^2 + 245^2 - 2 \cdot 266 \cdot 245 \cdot 0,9397} = 91 \text{ m/ik}$$

Mutloq tezlik bilan chiqishdagi issiqlik energiyani yo'qolishi (5.15) ifodadan:

$$h_{\text{chiq}} = c_2^2/2000 = 91^2/2000 = 4,14 \text{ kDj/kg.}$$

Bosimi  $p_0 = 1,2 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 330 \text{ }^\circ\text{S}$  bo'lgan pog'onalar kamerasidagi bug'ning solishtirma xajmi is - diagramma orqali aniqlanadi ;  $v = 0,23 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

Bug' orqali aylanayotgan turbina diskining ishqalanishda va ventilyatsiyadagi issiqlik energiyasi yo'qotilishini (5.16) ifodadan toping:

$$h_{\text{ish.v}} = \lambda [1,07d^2 + 0,61z (1 - \varepsilon)dl_2^{1,5}] (1/v) (u^3/10^6) \times (1/M) = 1,1[1,07 \cdot 1,3^2 + 0,61 \cdot 1 \cdot (1-0,5)1,3 \cdot 0,04^{1,5}](1/0,23) \times (245^3/10^6) (1/80) = 1,19 \text{ kDj/kg.}$$

Soplo va parraklarni o'ralgan joyidagi teshiklardan oqib chiqayotgan issiqlik energiyasini yo'qotilishini (5.16) ifodadan toping:

$$h_{\text{o.chiq}} = M_{\text{o.chiq}} \cdot h_0 / M = 1,2 \cdot 90/80 = 1,35 \text{ kDj/kg.}$$



Pog'onalardagi nisbiy ichki f.i.k. ni (5.21) ifoda orqali topamiz:

$$\eta_{o.i}^n = (h_0 - h_s - h_{par} - h_{chiq} - h_{ish.v} - h_{o.chiq}) / h_0 = (90 - 11,8 - 9,3 - 4,14 - 1,19 - 1,35) / 90 = 0,691.$$

**Javob:**  $\eta_{o.i}^n = 0,691$ .

**5.39.-masala.** Aktiv pog'onadagi nisbiy ichki f.i.k. ni toping, agar pog'onalardagi ko'zda tutilgan issiqlik tushumi  $h_0 = 120$  kDj/kg, soploneg tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,89$ , disk yuzasiga soploneg egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligigi nisbati  $i/s_1 = 0,6$ , ishchi parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ$ , ishqalanishga va ventilyatsiyaga sarflangan issiqlik energiyasining yo'qolishi  $h_{ish.v} = 1,4$  kDj/kg, bug' sarfi  $M = 60$  kg/ik, bugning xarakatlanishidagi sarfi  $M_{o.chiq} = 0,32$  kg/ik,

**Echish:** Bug'ning ishchi parraklarga kirayotgan burchagini (5.9) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\beta_1 &= \sin\alpha_1 / (\cos\alpha_1 - u/s_1) = 0,309 / (0,951 - 0,6) = 0,8803; \\ \beta_1 &= 41^\circ 22'. \end{aligned}$$

Bug'ning ishchi parrakdan chiqishdagi burchagini:

$$\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ = 41^\circ 22' - 2^\circ = 39^\circ 22'.$$

Ishqalanish va ventilyatsiyadagi nisbiy issiqlik energiyasining yo'qolganligi:

$$\zeta_{ish.v} = h_{ish.v} / h_0 = 1,4 / 120 = 0,012.$$

Bug'ning xarakatlanishidagi teshiklardagi issiqlik energiyani yo'qolishi (5.17) ifodadan aniqlaymiz:

$$h_{o,chiq.} = M_{o,chiq.} \cdot h_0 / M = 0,32 \cdot 120/60 = 0,64 \text{ kDj/kg.}$$

Bug' xarakatlangandagi nisbiy issiqlik energiyasining yo'qolishi:

$$\zeta_{o,chiq} = h_{o,chiq,t} / h_0 = 0,64/120 = 0,005.$$

Nisbiy ichki f.i.k. ni (5.22) ifodadan aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} \eta_{o,i}^n &= 2\varphi^2 (u/s_1) (1 + \psi \cos\beta_2 / \cos\beta_1) (\cos\alpha_1 - u/s_1) - \zeta_{ish.v} - \zeta_{o,chiq} = \\ &= 2 \cdot 0,96^2 \cdot 0,6 (1 + 0,89 \cdot 0,7731/0,7505) \times (0,951 - 0,6) - 0,012 - \\ & \quad 0,005 = 0,73. \end{aligned}$$

**Javob:**  $\eta_{o,i}^n = 0,73$ .

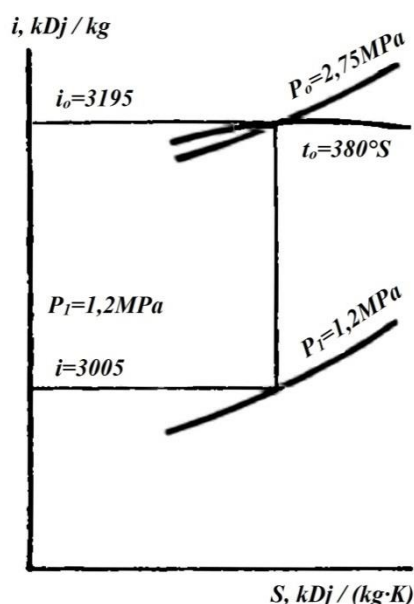
**5.40.–masala.** Reaktiv pog'onadagi nisbiy ichki f.i.k. ni toping. Reaktiv pog'ona  $\rho = 0,5$ , agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,94$ , disk yuzasiga soplning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 14^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligi nisbati  $i/s_1 = 0,43$ , ishqalanishga va ventilyatsiyaga sarflangan issiqlik energiyasining yo'qolishi  $\zeta_{ish.v} = 0,03$  va bug'ni xarakatlangandagi issiqlik energiyasining yo'qolganligi  $\zeta_{o,chiq} = 0,025$ .

**Javob:**  $\eta_{o,i}^n = 0,776$ .

**5.41.–masala.** Boshlang'ich bosimi  $p_0 = 2,75 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 380 \text{ }^\circ\text{S}$  aktiv oraliq pog'onadagi bug'  $p_1 = 1,2 \text{ MPa}$  bo'lguncha kengayadi. Pog'onaning ichki nisbiy f.i.k. ni toping. Agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,9$ , disk yuzasiga soplning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlik  $u = 255 \text{ m/ik}$ , parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 20^\circ 48'$ , avvalgi pog'ona chiqish tezligining issiqlik

energiyasi  $h_{\text{chiq}}^{\text{av}} = 9,0 \text{ kDj/kg}$ , ishlatilgan energiyaning chiqish tezligi koeffitsienti  $\mu = 0,9$ , ishkalanish va ventilyatsiyadagi issiqlik energiyasini yo‘qolishi  $h_{\text{ish.v}} = 2,8 \text{ kDj/kg}$  va bug‘ni xarakatlanishidagi issiqlik energiyasining yo‘qolishi  $h_{\text{o.chiq}} = 2.6 \text{ kDj/kg}$ .

**Echish:** 5.8.–rasmdan is-diagrammadan bug‘ning boshlang‘ich entalpiyasi  $i_0 = 3195 \text{ kDj/kg}$  va bug‘ning adiabatik kengaydagi oxirgi energiyasi  $i_1 = 3005 \text{ kDj/kg}$ .



5.8. – rasm.

Soplodan oqib chiqayotgan bug‘ning xaqiqiy tezligini (5.2) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{(i_0 - i_1) + h_{\text{b}}^{\text{mp}}} = 44,7 \cdot 0,98\sqrt{(3195 - 3005) + 9} = 618 \text{ m/ik.}$$

Soplodagi issiqlik energiyasini yo‘qolishi (5.12) ifodadan aniqlanadi:

$$h_c = (1/\varphi - 1) \cdot c_1^2 / 2000 = (1/0,98^2 - 1)618^2 / 2000 = 7,87 \text{ kDj/kg.}$$

Parrakchalarga kirayotgan bug‘ning nisbiy tezligi (5.5) ifodadan aniqlanadi:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos \alpha_1} = \sqrt{618^2 + 255^2 - 2 \cdot 618 \cdot 255 \cdot 0,951} = 384 \text{ m/ik}$$

Parraklardagi issiqlik energiyasini yo‘qolishi (5.13) ifodadan aniqlanadi:

$$h_{\text{par}} = (1 - \psi^2) \omega_1^2 / 2000 = (1 - 0,9^2) 384^2 / 2000 = 14,0 \text{ kDj/kg.}$$

Ishchi parraklar orasidan bug’ni chiqishdagi nisbiy tezligi (5.6) ifodadan:

$$\omega_2 = \psi \omega_1 = 0,9 \cdot 384 = 345,6 \text{ m/ik.}$$

Ishchi parraklar kanalidan bug’ni chiqishdagi mutloq tezligi (5.7) ifodadan:

$$c_2 = \sqrt{\omega_2^2 + u^2 - 2\omega_2u \cos \beta_2} = \sqrt{345,6^2 + 255^2 - 2 \cdot 345,6 \cdot 255 \cdot 0,9348} = 140 \text{ m/ik}$$

Mutloq tezlik bilan chiqishdagi issiqlik energiyani yo‘qolishi (5.15) ifodadan:

$$h_{\text{chiq}} = c_2^2 / 2000 = 140^2 / 2000 = 9,8 \text{ kDj/kg.}$$

**Pog’onadagi nisbiy ichki f.i.k. ni (5.24) ifodadan aniqlaymiz:**

$$\begin{aligned} \eta_{o.i}^n &= [\mu \cdot h_{\text{chnq}}^{\text{av}} + h_0 - (h_s + h_p + h_{\text{chiq}} + h_{\text{ish.v}} + h_{o.\text{chiq}})] / (\mu \cdot h_{\text{chnq}}^{\text{av}} + h_0) = \\ &= [0,9 \cdot 9 + 190 - (7,87 + 14 + 9,8 + 2,8 + 2,6)] / (0,9 \cdot 9 + 190) = 0,813. \end{aligned}$$

**Javob:**  $\eta_{o.i}^n = 0,813$ .

### 5.3. Ishchi parraklar va soplolarning o‘lchamlarini aniqlash

Soplolar o'lchami. Kengayuvchi soplolarning chiqishidagi kesimi yuzasi ( $m^2$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$f_1 = Mv_1 / (\mu_1 c_1), \quad (5.25)$$

bunda:  $M$  - soplodan o'tuvchi bug'ni sarfi, kg/ik;

$v_1$  – xisoblanayotgan kesim yuzasidagi bug'ning solishtirma xajmi,  $m^3/kg$ ;

$\mu_1$  – soplone sarfiy koeffitsienti,  $\mu_1 = 0,92 - 0,97$ .

Minimal kesim yuzasidagi kengayuvchan soplone yuzasi ( $m^2$ ):

$$f_{\min} = Mv_{kr} / (\mu_1 c_{kr}), \quad (5.26)$$

bunda:  $c_{kr}$  – (5.1) va (5.2) ifodalarda  $i_1$  ni o'rniga  $i_{kr}$  ni qo'yish natijasida aniqlanadigan soplodan bug'ni oqib chiqishidagi kiritik tezligi;

$v_{kr}$  – soplone kesim yuzasida kritik bosimdagi  $p_{kr}$  bug'ning solishtirma xajmi.

Bug'ni soplodan oqib chiqishidagi kritik bosim ( $Ra$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$r_{kr} = \beta_{kr} / r_0, \quad (5.27)$$

bunda:  $\beta_{kr}$  – bosimlarning kritik nisbati,  $\beta_{kr} = 0,546$  qizig' bug' uchun,  $\beta_{kr} = 0,577$  qurug' to'yingan bug' uchun;

$p_0$  – soplodan avvalgi bug'ning bosimi, Pa.

Kritik rejimgacha torayuvchan soplodan oqib chiqish kesim yuzasi (5.25) ifodadan, kritik rejim uchun (5.26) ifodadan aniqlanadi.

Ishchi parraklarning o'lchamlari. Ishchi parraklarning chiqishdagi kesim yuzasi ( $m^2$ ) quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$f_2 = Mv_2/(\mu_2\omega_2), \quad (5.28)$$

bunda  $v_2$  - bug'ning ishchi parrakdan chiqishdagi solishtirma xajmi,  $\text{m}^3/\text{kg}$ ;

$\mu_2$  - ishchi parrak uchun sarfiy koeffitsienti,  $\mu_2 = 0,92 - 0,97$ .

Ishchi parrakning chiqishdagi balandligi (m):

$$l_2 = f_2 / (\pi d \varepsilon \sin \beta_2). \quad (5.29)$$

**5.42.–masala.** Aktiv pog'onada o'ta qizigan bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,2 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 300 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan bosimi  $p_1 = 0,7 \text{ MPa}$  bo'lguncha kengayadi. Agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , soplodagi bug'ning sarfi  $M = 2 \text{ kg/ik}$  va soplning sarfiy koeffitsienti  $\mu_1 = 0,95$  bo'lsa, torayuvchan soplning chiqish yuzasini aniqlang.

**Javob:**  $f_1 = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .

**5.43.–masala.** Reaktiv pog'onada o'ta qizigan bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 350 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan bosimi  $p_2 = 1,4 \text{ MPa}$  bo'lguncha kengayadi. Agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$ , soplodan o'tayotgan bug'ning sarfi  $M = 1,2 \text{ kg/ik}$ , soplning sarfiy koeffitsienti  $\mu_1 = 0,95$  va pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,5$  bo'lsa, torayuvchan soplning chiqish yuzasini aniqlang.

**Javob:**  $f_1 = 0,73 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .

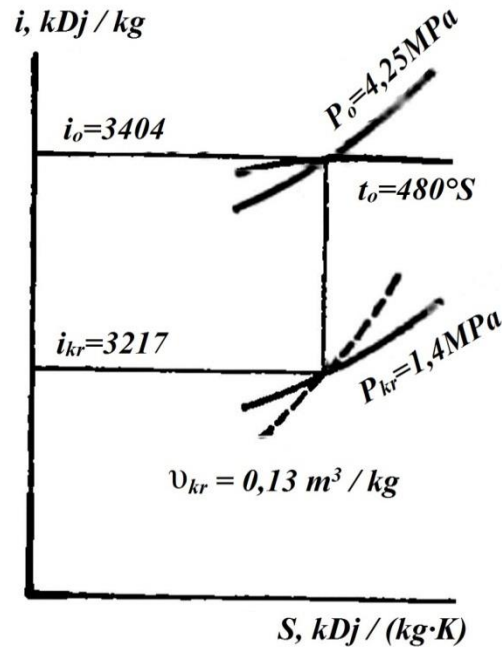
**5.44.–masala.** Aktiv pog'onada o'ta qizigan bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 4,25 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 480 \text{ }^\circ\text{S}$  bilan bosimi  $p_1 = 1,4 \text{ MPa}$  bo'lguncha kengayadi. Agar soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , soplodagi bug'ning sarfi  $M = 2,4 \text{ kg/ik}$  va soplning sarfiy koeffitsienti  $\mu_1 = 0,98$  bo'lsa, torayuvchan soplning chiqish yuzasini aniqlang.

**Echish:** Coplodan oqib chiqishidagi kritik bosim (5.27) ifodadan:

$$r_{kr} = \beta_{kr} \cdot r_0 = 0,546 \cdot 4,25 = 2,32 \text{ MPa}.$$

$P_1$  bosim  $R_{kr}$  bosimdan kichik bulgani uchun, unda soploning chiqish yuzasida kiritik bosim bo'lib qoladi, u xolda soploda kengayish jarayoni  $p_0$  bosimdan  $p_{kr}$  bosimgacha davom etadi.

is-diagrammadan (5.9. – rasm) boshlang'ich entalpiya  $i_0 = 3404$  kDj/kg va adiabatik kengayishdan keyingi entalpiya  $i_{kr} = 3217$  kDj/kg ni aniqlaymiz.



5.9. – rasm

Soplodan oqib chiqishdagi bug'ning kritik tezligini (5.2) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7\varphi\sqrt{i_0 - i_{kp}} = 44,7 \cdot 0,96\sqrt{3404 - 3217} = 587 \text{ m/c.}$$

Kritik bosimda bug'ning chiqishidagi solishtirma xajmi is - diagrammadan (5.9. – rasm) aniqlanadi:  $v_{kr} = 0,13 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

Torayuvchan soplo chiqishdagi kesimi (5.26) ifodadan aniqlanadi:

$$f_1 = Mv_{kr}/(\mu_1 s_{kr}) = 2,4 \cdot 0,13 / (0,98 \cdot 587) = 0,542 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $f_1 = 0,542 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .

**5.45.–masala.** Aktiv pog'onada bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,0$  MPa va xarorati  $t_0 = 320$  °S bilan bosimi  $p_1 = 0,3$  MPa bo'lguncha kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,97$ , soplodagi bug'ning sarfi  $M = 1,2$  kg/ik va soplarning sarfiy koeffitsienti  $\mu_1 = 0,97$  bo'lsa, kengaygan soplarning chiqish va kesim yuzasini aniqlang.

**Javob:**  $f_1 = 1,18 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ ;  $f_{\min} = 0,98 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .

**5.46.–masala.** Reaktiv pog'onada o'ta qizigan bug' boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 1,6$  MPa va xarorati  $t_0 = 380$  °S bilan bosimi  $p_2 = 0,4$  MPa bo'lguncha kengayadi. Agar soplarning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,98$ , soplodan o'tayotgan bug'ning sarfi  $M = 2,1$ kg/ik va soplarning sarfiy koeffitsienti  $\mu_1 = 0,98$ , pog'onaning reaktivlik darajasi  $\rho = 0,6$  bo'lsa, kengayuvchan soplarning chiqish va kesim yuzasini aniqlang.

**Echish:** Soplodan oqib chiqishidagi kiritik bosim (5.14) ifodadan aniqlanadi:

$$r_{kr} = \beta_{kr} \cdot r_0 = 0,546 \cdot 1,6 = 0,87 \text{ MPa.}$$

is - diagrammadan (5.10. – rasm) bug'ning entalpiyasini aniqlaymiz  $i_0 = 3215$  kDj/kg,  $i_{kr} = 3065$  kDj/kg,  $i_1 = 2864$  kDj/kg va bug'ning solishtirma xajmini  $v_{kr} = 0,287$  m<sup>3</sup>/kg;  $v_1 = 0,562$  m<sup>3</sup>/kg ni aniqlaymiz.

Soplodan oqib chiqishdagi bug'ning xaqiqiy tezligini (5.2) ifodadan aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7 \varphi \sqrt{(i_0 - i_1)(1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,98 \sqrt{(3215 - 2864)(1 - 0,6)} = 519 \text{ m/ik.}$$

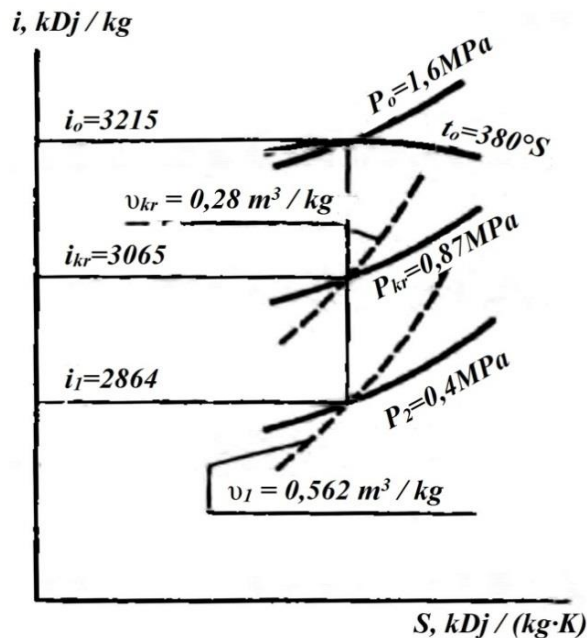
Kengayuvchi soplarning chiqishdagi kesimi (5.23) ifodadan aniqlanadi:



$$f_1 = Mv_1/(\mu_1 c_1) = 2,1 \cdot 0,562 / (0,98 \cdot 519) = 2,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Bug'ning soplodan oqib chiqishidagi kritik tezligi:

$$c_1 = 44,7 \varphi \sqrt{(i_0 - i_{kr})(1 - \rho)} = 44,7 \cdot 0,98 \sqrt{(3215 - 3065)(1 - 0,6)} = 339 \text{ m/ik.}$$



5.10. – rasm.

Kengayuvchan soploning minimal kesim yuzasi (5.26) ifodadan:

$$f_{\min} = Mv_{kr}/(\mu_1 s_{kr}) = 2,1 \cdot 0,287 / (0,98 \cdot 339) = 1,81 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $f_1 = 2,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ ;  $f_{\min} = 1,81 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .

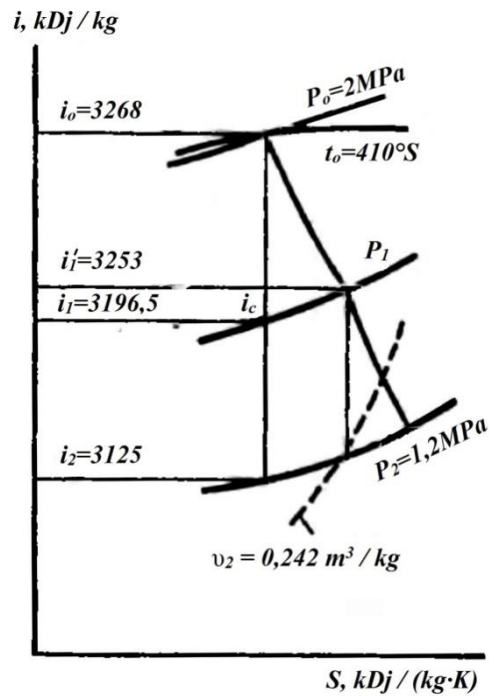
**5.47.–masala.** Agar bug'ning pog'onadan avvalgi parametrlari  $p_0 = 2 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 350 \text{ }^{\circ}\text{S}$ , pog'onadan keyingi bug'ning bosimi  $p_2 = 1,5 \text{ MPa}$ , soploning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,95$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,87$ , disk yuzasiga soploning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 13^{\circ}$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligi nisbati  $u/c_1 = 0,45$ , ishchi parrakkadan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 22^{\circ}$ , bug'ni ishchi

parrakdan chiqishdagi solishtirma xajmi  $v_2 = 0,143 \text{ m}^3/\text{kg}$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 1,0 \text{ m}$ , bug'ning sarfi  $M = 30 \text{ kg/ik}$ , ishchi parrak uchun sarfiy koeffitsienti  $\mu_2 = 0,95$  va bug'ni chiqish partsialligi  $\varepsilon = 0,4$  bulsa, aktiv pog'onaning chiqish ko'ndalang kesimi va chiqishdagi ishchi parrakning balandligini aniqlang.

**Javob:**  $f_2 = 2,428 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ;  $l_2 = 5,11 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ .

**5.48.–masal.** Agar bug'ning pog'onadan avvalgi parametrlari  $p_0 = 2 \text{ MPa}$  va xarorati  $t_0 = 410 \text{ }^\circ\text{S}$ , pog'onadan keyingi bug'ning bosimi  $p_2 = 1,5 \text{ MPa}$ , soplning tezlik koeffitsienti  $\varphi = 0,96$ , parraklarning tezlik koeffitsienti  $\Psi = 0,88$ , disk yuzasiga soplning egilganlik burchagi  $\alpha_1 = 18^\circ$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligi nisbati  $u/c_1 = 0,6$ , ishchi parrakdan bug'ning chiqish burchagi  $\beta_2 = 20^\circ$ , pog'onaning o'rtacha diametri  $d = 0,96 \text{ m}$ , reaktivlik darajasi  $\rho = 0,6$ , bug'ning sarfi  $M = 28 \text{ kg/ik}$ , ishchi parrak uchun sarfiy koeffitsienti  $\mu_2 = 0,98$  va bug'ni chiqish portsialligi  $\varepsilon = 0,5$  bulsa, ishchi parrakning chiqishdagi kesimining yo'qolishi va reaktiv pog'onadagi parrakning chiquvchi balandligini aniqlang.

**Echish:** is - diagramma (5.11. – rasm) dan pog'onadan avvalgi bug'ning entalpiyasi  $i_0 = 3268 \text{ kDj/kg}$  aniqlaymiz, so'ngra bug'ni adiabatik kengayishidan keyingi entalpiyasi  $i_2 = 3125 \text{ kDj/kg}$  ni aniqlaymiz.



5.11. – rasm.

(5.2) ifoda yordamida bug'ni soplodan oqib chiqishdagi xaqiqiy tezligini aniqlaymiz:

$$c_1 = 44,7 \varphi \sqrt{(i_0 - i_{kp})(1 - \rho)} =$$

$$44,7 \cdot 0,96 \sqrt{(3268 - 3125)(1 - 0,6)} = 324 \text{ m/ik.}$$

Soplodan issiqlik energiyani yo'qolishini (5.12) ifoda yordamida aniqlaymiz:

$$h_c = (1/\varphi^2 - 1) c_1^2 / 2000 = (1/0,96^2 - 1) 324^2 / 2000 = 4,46 \text{ kDj/kg.}$$

Parraklar o'rtasidagi aylanma tezlikni  $u/c_1 = 0,6$  dan aniqlaymiz:

$$u = 0,6 \cdot s_1 = 0,6 \cdot 324 = 194 \text{ m/ik.}$$

(5.5) ifodadan bug'ni parrakga kirishdagi nisbiy tezligini aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \sqrt{c_1^2 + u^2 - 2c_1u \cos \alpha_1} = \sqrt{324^2 + 194^2 - 2 \cdot 324 \cdot 194 \cdot 0,951} = 152 \text{ m/ik}$$

Ishchi parraklar orasidan bug'ni chiqishdagi nisbiy tezligi (5.7) ifodadan:

$$\omega_2 = 44,7\psi \sqrt{\rho h_0 + (\omega_1 / 44,7)^2} = 44\sqrt{324^2 + 194^2 - 2 \cdot 324 \cdot 194 \cdot 0,951} = 152 \text{ m/ik}$$

**Stroim protsess v is-diagramme (ris. 5.11) i naxodim udelnyy ob'em para na vyxode iz lopatok  $v_2 = 0,242 \text{ m}^3/\text{kg}$ .**

Ishchi parraklarning chiqishdagi kesim yuzasi quyidagi (5.28) ifodadan aniqlanadi:

$$f_2 = M\mu_2 / (\mu_2\omega_2) = 28 \cdot 0,242 / (0,98 \cdot 474) = 1,459 \times 10^{-2} \text{ m}^2.$$

Ishchi parrakning chiqishdagi balandligi (5.29) ifodadan aniqlanadi:

$$l_2 = f_2 / (\pi d \varepsilon \sin \beta_2) = 1,459 \cdot 10^{-2} / (3,14 \cdot 0,96 \cdot 0,5 \times 0,342) = 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ m}.$$

**Bug'ni ishchi parraklar orasidagi**

**Javob:**  $f_2 = 1,459 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ ;  $l_2 = 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ .

#### **5.4. Foydali ish koeffitsienti, quvvati va bug'ni turbinadagi sarfi**

Turbinaning foydali ish koeffitsienti. Turbinadagi issiqlik energiyani yo'qolishini nisbiy ichki f.i.k. bilan baxolaydi. Nisbiy ichki f.i.k. ishlatilgan issiqlik tushumini ( $H_1$ ) bo'lishi mumkin bo'lgan issiqlik tushumiga ( $H_0$ ) nisbati bmlan aniqlanadi.

$$\eta_{oi} = H_i/H_0 = (i_0 - i_k) / (i_0 - i_{k,a}), \quad (5.30)$$

bunda:  $i_0$  – bug'ning boshlang'ich parametrlaridagi entalpiyasi, kDj/kg;

$i_{k,a}$  – boshlang'ich xolatdan to oxirgi xolatgacha bug'ni **adiabatik** kengayishidagi entalpiyasi, kDj/kg;

$i_k$  – **bug'ning oxirgi parametrlaridagi entalpiyasi**, kDj/kg.

Bug' turbinalarining nisbiy ichki f.i.k. 0,7 – 0,88 oralig'ida bo'ladi.

Podshipniklarda ishqalanishdagi va qo'shimcha mexanizmlarni ishga tushirishdagi issiqlikni yo'qolishi mexanik f.i.k.  $\eta_m$  bilan baxolanadi:

$$\eta_m = N_e/N_i. \quad (5.31)$$

bunda:  $N_e$  – effektiv quvvati, kVt;

$N_i$  – indikator (ichki) quvvati, kVt;

Mexanik f.i.k.  $\eta_m = 0,97 - 0,99$  oraliqda bo'ladi.

Turbina ichidagi issiqlik yo'qolishi va mexanik yo'qolishlar nisbiy effektiv f.i.k.  $\eta_{o,e}$  bilan baxolanadi, u turbinaning ichki nisbiy f.i.k.  $\eta_{oi}$  bilan mexanik f.i.k.  $\eta_m$  kupaytmasiga teng, ya'ni qiymati  $\eta_{o,e}$  turbinalarning quvvatiga qarab 0.68 – 0.87 oralig'ida buladi.

$$\eta_{o,e} = \eta_{oi} \cdot \eta_m, \quad (5.32)$$

Agar bug' turbinesi o'z navbatida elektr generatorga ulangan bo'lsa, u xolda elektrik quvvat effektiv quvvatdan kichik bo'ladi, bu generatoridagi yo'qolishlarni xisobga olinganligi tufayli, generatorning f.i.k.  $\eta_g$  bilan baxolanadi.

Generatorning f.i.k.  $\eta_g$  elektrik quvvatni  $N_e$ , effektiv quvvatga  $N_e$  nisbati aniqlanadi, ya'ni

$$\eta_g = N_e / N_e. \quad (5.33)$$

Bu f.i.k.  $\eta_g = 0.96 - 0.99$  oraliqda bo'ladi.

Turbogeneratorning nisbiy elektrik f.i.k.  $\eta_{o.e}$ :

$$\eta_{o.e} = \eta_{o.e} \cdot \eta_g = \eta_{oi} \cdot \eta_m \cdot \eta_g. \quad (5.34)$$

Turbinaning issiqlik qaytarish koeffitsienti. Ushbu koeffitsient qisman issiqlik yo'qolishlar xisobiga mumkin bo'lgan issiqlik tushumini ortishini xarakterlaydi va quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\alpha = (\Sigma h_0 / H_0) - 1. \quad (5.35)$$

bunda:  $\Sigma h_0$  – turbinaning xamma pog'onalaridagi mumkin bo'lgan issiqlik tushumi, kDj/kg.

Aloxidagi rog'onalarining nisbiy ichki f.i.k.  $i$  teng bo'lganda ushbu koeffitsient quyidagi ifoda dan aniqlanadi:

$$\alpha = (\eta_{oi} / \eta_{oi}^{cr}) - 1. \quad (5.36)$$

Znacheniya koeffitsienta vozvrata teploty turbiny v zavisimosti ot chisla stupeney naxodyatsya v predelax 0,04 ...0,06 [].

Xarakteristicheskiy koeffitsient turbiny  $Y$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{kDj} \cdot \text{ik}^2)$ ], podobno otnosheniyu  $u/c_1$  dlya stupeney, xarakterizuet ekonomichnost turbiny v tselom i opredelyaetsya po formule:

$$Y = \Sigma u^2 / [(1 + \alpha) \cdot N_0] = z u_{cp}^2 / [(1 + \alpha) \cdot H_0], \quad (5.37)$$

bunda:  $z$ - turbina pog'onalarining soni;

$u_{sr}$  - parrak o'rtasidagi aylanma tezlik. m/ik.

Turbinaning quvvati. Turbinaning effektiv quvvati deb  $N_e$  (kVt), turbina validan yoki tutushtiruvchi muftfdan olinadigan quvvatga aytiladi:

$$N_e = D \cdot N_0 \cdot \eta_{oe}. \quad (5.38)$$

bunda:  $D$  - **bug'ning sekundlik sarfini**, kg/ik.

Effektiv quvvati  $N_e$  ichki (indikator) quvvati  $N_i$  mexanik yo'qolishlar  $N_m$  quvvatini ayirmasiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$N_e = N_t - N_m. \quad (5.39)$$

Ichki (indikator) quvvat  $N_i$  (5.31), elektririk quvvat  $N_e$  (5.33) ifodadan aniqlanadi.

Bug'ning turbinadagi sarfi. Bug' turbinasining iqtisodiyiligini xam f.i.k. va xam bug'ning solishtirma sarfi bilan baxolanadi.

Bug'ning solishtirma effektiv sarfi  $d_e$  (kg/kVt·soat), bug'ning sekundlik sarfini  $D$  effektiv quvvatga  $N_e$  nisbati ifodalaydi:

$$d_e = D/N_e = 3600/(\eta_{o.e} N_0). \quad (5.40)$$

Ushbu sarf yuqori quvvatli kondensatsion turbinalarda to'liq yuklamada 3 – 4 kg/kVt·s ni tashkil etadi.

Turbinadan bug'ni olinadigan xolatdagi (otbor) bug'ning sarfi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$D = N_e/[(i_0 - i_k)\eta_m\eta_g] + D_p (i_n - i_k)/(i_0 - i_k), \quad (5.41)$$

bunda:  $D_p$  – bug'ni (otbor) olinishi, kg/ik;

$i_0$  – boshlang'ich parametrlardagi bug'ning entalpiyasi, kDj/kg;

$i_p$  – **otbordan** tushayotgan bug'ning entalpiyasi, kDj/kg;

$i_k$  – kondensatordagi entalpiyasi, kDj/kg.

**Otbordan** kelayotgan bug'ning entalpiyasi:

$$i_p = i_0 - (i_0 - i_{p.a})\eta'_{oi}. \quad (5.42)$$

bunda:  $i_{p.a}$  – bug'ni boshlang'ich **xolatidan, to otbor olinguncha** bo'lgan bosimigacha adiabatik kengayishidagi entalpiyasi, kDj/kg;

$\eta'_{oi}$  – yuqori bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k. (do otbora).

Kondensatordagi entalpiya:

$$i_k = i_p - (i_p - i_{k.a})\eta''_{oi}, \quad (5.43)$$

**bunda:  $i_{k.a}$  – entalpiya para pri adiabatnom rasshirenii para ot nachalnogo sostoyaniya do davleniya, pri kotorom obespechivaetsya otbor, kDj/kg;**

$\eta''_{oi}$  – past bosimli qismidagi ichki nisbiy f.i.k. (**posle otbora**).

O'zgaruvchan rejimdagi turbina pog'onalaridagi bug'ning sarfi va bosimi. Turbinadagi bug'ning sarfini o'zgarishi bosimni taqsimlanishini va pog'onadagi issiqlik tushumini keltirib chiqaradi.

Turbina pog'onasida bug'ning sarfi va bosimi orasidagi bog'lanish, bug'ning soplodagi tezligi kritik tezlikdan kichik xolatida quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$D/D_0 = \sqrt{p_{01}^2 - p_{02}^2 / (p_0^2 - p_2^2)}, \quad (5.44)$$

bunda:  $D_0$  va  $D$  – ko'rilayotgan xisoblanadigan rejimlarda turbinadagi bug'ning sarfi, kg/ik;



$p_0$  va  $p_{01}$  – soplodan avvalgi birinchi yoki istalgan pog'onadagi bug'ning bosimi, Pa;

$p_2$  va  $p_{02}$  – ishchi parraklardan keyingi oxirgi yoki istalgan pog'onadagi bug'ning bosimi, Pa.

Bug'ning sarfiga bog'liq bo'lgan kondensatsion turbinalarning pog'onalaridagi bosimini o'zgarishi:

$$r_{01} = r_0 D/D_0. \quad (5.45)$$

Bug'ning sarfiga bog'liq bo'lgan faqat ma'lum atmosferaga ega bo'lgan bug'ni tayyorlab beruvchi turbina pog'onalaridagi bosimni o'zgarishi:

$$p_{01} = \sqrt{(D/D_0)^2(p_0^2 - p_2^2) + p_2^2}. \quad (5.46)$$

**5.49.–masala.** Agar bug'ning turbinadan avvalgi parametrlari  $p_0 = 3,4$  MPa va xarorati  $t_0 = 440$  °S turbinadan keyingi parametrlari  $p_2 = 0,4$  MPa,  $t_2 = 220$  °S va turbinaning mexanik f.i.k. i  $\eta_m = 0,98$  bo'lsa, turbinaning ichki effektiv nisbiy f.i.k. ni aniqlang.

**Javob:**  $\eta_{oi} = 0,77$ ;  $\eta_{o,e} = 0,75$ .

**5.50.–masala .** Agar bug'ning turbinadan avvalgi parametrlari  $p_0 = 4$  MPa va xarorati  $t_0 = 390$  °S turbinadan keyingi parametrlari  $p_2 = 1$  MPa,  $t_2 = 240$  °S, turbinaning mexanik f.i.k. i  $\eta_m = 0,97$  df elektr generatorining f.i.k. i  $\eta_g = 0,95$  bo'lsa, turbogeneratorning mexanik f.i.k. ni aniqlang.

**Javob:**  $\eta_{o,e} = 0,71$ .

**5.51.–masala.** Turbinani ishlatishda bug'ning turbinadan avvalgi parametrlari  $p_0 = 3,5$  MPa va xarorati  $t_0 = 400$  °S turbinadan keyingi parametrlari  $p_2 = 1,2$  MPa va  $t_2 = 290$  °S bo'lgan parametrlari o'lchandi. Agar turbina bir xil  $0,73$  ga teng bo'lgan nisbiy ichki f.i.k. iga ega bo'lsa, turbina issiqlik qaytarish koeffitsientini aniqlang.

**Javob:**  $\alpha = 0,057$ .

**5.52.–masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 9$  MPa va xarorati  $t_0 = 500$  °S bo'lgan turbina va  $p_2 = 1,5$  MPa, ega bo'lgan bug' ishlab beruvchi turbinaning qaytarish koeffitsientini aniqlang, agar rostlovchi pog'onaning ishlatilgan issiqlik tushumi  $h'_{f1} = 102$  kDj/kg rostlovchi pog'onaning nisbiy ichki f.i.k.  $\eta_{oi}^{pog'} = 0,68$  ga teng bo'lsa, issiqlik qaytarish koeffitsientini aniqlang Turbina oltita pog'onaga ega bo'lib, ularning mumkin bo'lgan issiqlik tushumi bir xil  $h_0 = 62$  kDj/kg ga teng.

**Javob:**  $\alpha = 0,053$ .

**5.53.– masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 9$  MPa, xarorati  $t_0 = 500$  °S va kondensatordagi  $p_k = 4 \cdot 10^3$  Pa, bo'lgan kondensatsion turbina berilgan. Agar issiqlik qaytarish koeffitsientini  $\alpha = 0,05$ , parraklar o'rtasidagi aylanma tezlik  $u_{o'r} = 220$  m/ik bo'lsa, turbinaning xarakterlovchi koeffitsientini aniqlang. Turbina o'nta pog'onaga ega.

**Javob:**  $Y = 334$  kg·m<sup>2</sup>/kDj·ik.

**5.54.–masala.** Turbina boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 4$  MPa, xarorati  $t_0 = 440$  °S va kondensatordagi bosim  $p_k = 4 \cdot 10^3$  Pa, ga ega bo'lgan parametrlar bilan ishlaydi. Agar bug'ning sarfi  $D = 5,2$  kg/ik va turbinaning nisbiy ichki f.i.k.  $\eta_{o.e} = 0,71$  bo'lsa, turbinaning effektiv quvvatini aniqlang.

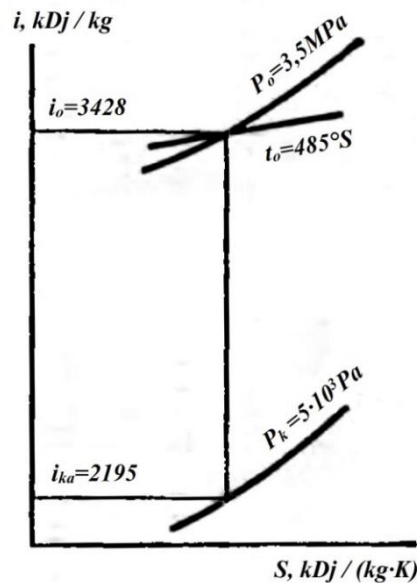
**Javob:**  $N_e = 4560$  kVt.

**5.55.–masala.** Turbina boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 8$  MPa, xarorati  $t_0 = 480$  °S va kondensatordagi bosimi  $p_k = 3,5 \cdot 10^3$  Pa, bo'lgan parametrlar bilan ishlaydi. Agar bug'ning sarfi  $D = 5,4$  kg/ik va turbinaning ichki effektiv f.i.k.  $\eta_{oe} = 0,73$  va turbinaning mexanik f.i.k.  $\eta_m = 0,97$  bo'lsa, turbinaning ichki (indikator) quvvatini aniqlang.

**Javob:**  $N_i = 5527$  kVt,  $N_m = 166$  kVt.

**5.56.–masala.** Bug'ning boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5$  MPa, xarorati  $t_0 = 485$  °S va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3$  Pa ga ega bo'lgan turbinaning effektiv quvvatini va **bug'ning solishtirma effektiv sarfini** aniqlang. Agar bug'ning sarfi  $D = 8$  kg/ik va turbinaning nisbiy effektiv f.i.k.  $\eta_{oe} = 0,75$  ga teng bo'lsa.

**Echish:** Mumkin bo‘lgan issiqlik tushumi  $H_0 = i_0 - i_{k.a}$  is - diagrammadan (5.12. – rasm) foydalanib berilgan parametrlar bo‘yicha entalpiyasi  $i_0 = 3428$  kDj/kg va kondensatordagi entalpiyasi  $i_k=2195$  kDj/kg.



5.12. – rasm.

Shunda

$$H_0 = 3428 - 2195 = 1233 \text{ kDj/kg.}$$

(5.40) ifoda yordamida turbinaning effektiv quvvati aniqlang

$$N_e = DH_0\eta_{o.e} = 8 \cdot 1233 \cdot 0,75 = 7398 \text{ kVt.}$$

(5.40) ifoda yordamida bug‘ning solishtirma effektiv sarfini aniqlang

$$d_0 = 3600 / (\eta_{o.e} H_0) = 3600 / (0,75 \cdot 1233) = 3,89 \text{ kg/kVt}\cdot\text{s.}$$

**Javob:**  $N_e = 7392$  kVt,  $d_e = 3,89$  kg/kVt·s.

**5.57.–masala.** Turbina boshlang‘ich parametrlari  $p_0 = 1,6$  MPa, xarorati  $t_0 = 350$  °S va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3$  Pa ga teng bo‘lgan kondensatordagi

bosimi  $p'_k = 9 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bug' bilan ishlaydi. Agar bug'ning sarfi  $D = 5,5 \text{ kg/ik}$  va ichki effektiv f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,66$  dan  $\eta'_{oe} = 0,61$  ga kamaysa, turbinaning effektiv quvvati qanchaga kamayadi.

**Javob:**  $\Delta N_e = 489 \text{ kVt}$ .

**5.58.–masala.** Turbina boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,6 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 360 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 4,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  ga teng bo'lgan bug' bilan ishlaydi. Nisbiy effektiv f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,68$  ga teng. Agar kondensatordagi bosimi  $p_k = 8 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  ga o'rtada, nisbiy effektiv f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,63$  ga kamaysa, bug'ning solishtirma effektiv sarfini qanchaga ortadi.

**Javob:**  $\Delta d_e = 0,74 \text{ kg/ kVt}\cdot\text{s}$ .

**5.59.–masala.** Bug'ning boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 2,8 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 400 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 4,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ , bo'lgan kondensatsion turbina effektiv quvvati  $N_e = 12000 \text{ kVt}$  bilan. Agar bug'ning sarfi  $D = 15 \text{ kg/ik}$  bo'lsa, bug'ning solishtirma effektiv sarfini va turbinaning nisbiy effektiv f.i.k. ini aniqlang.

**Javob:**  $d_e = 4,5 \text{ kg/ kVt}\cdot\text{s}$ ;  $\eta_{oe} = 0,708$ .

**5.60.–masala.** Kondensatsion turbina bug'ning boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 435 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bilan ishlaydi. Agar turbogeneratorning elektrik quvvati  $N_e = 24000 \text{ kVt}$ , turbinaning nisbiy effektiv f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,76$  va elektr generatorning f.i.k.  $i \eta_g = 0,96$  ga teng bo'lsa, bug'ning sekunddagi va solishtirma sarfini aniqlang.

**Javob:**  $D = 27,1 \text{ kg/ik}$ ;  $d_e = 3,9 \text{ kg/ kVt}\cdot\text{s}$ .

**5.61.–masala.** Ishlab chiqarishga bug' beradigan turbina, bug'ning boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 485 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ , parametrlar bilan ishlaydi. Bunda bug'ning olinishidagi sarfi  $D_p = 6 \text{ kg/ik}$ , bosimi  $p_p = 0,3 \text{ MPa}$  ga teng. Agar turbogeneratorning elektrik quvvati  $N_e = 5000 \text{ kVt}$ , yuqori bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,75$ , past bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,78$ , mexanik f.i.k.  $i \eta_m = 0,97$ ,

elektr generatorning f.i.k.  $\eta_g = 0,98$  ga teng bo'lsa, turbinaga sarflanayotgan bug'ning sarfini aniqlang.

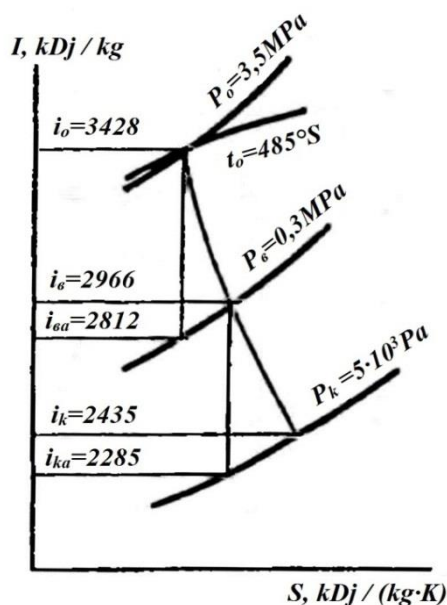
**Echish:** Berilgan boshlang'ich parametrlari bo'yicha is - diagrammadan (5.13. – rasm)  $i_0 = 3428$  kDj/kg ni topamiz.  $i_{p.a}$  va  $i_{k.a}$  larni  $p_0, t_0$  xolatdan  $p_p$  xolatgacha,  $p_p, i_p$  xolatdan  $p_k$  xolatdagi bosimlar orqali adiabatik kengayish jarayonini qo'rish bilan aniqlaymiz, (5.13 – rasm), ya'ni  $i_{p.a} = 2812$  kDj/kg,  $i_{k.a} = 2285$  kDj/kg.

(5.42) ifoda orqali bug'ning olinishidan kelayotgan bug'ning entalpiyasini aniqlaymiz:

$$i_p = i_0 - (i_0 - i_{p.a})\eta'_{oi} = 3428 - (3428 - 2812) \times 0,75 = 2966 \text{ kDj/kg.}$$

(5.43) ifoda orqali kondensatordagi entalpiyani aniqlaymiz:

$$i_k = i_p - (i_p - i_{k.a})\eta''_{oi} = 2966 - (2966 - 2285) \times 0,78 = 2435 \text{ kDj/kg.}$$



5.13. – rasm.

(5.41) ifoda orqali turbinada sarflanadigan bug'ni sarfini aniqlaymiz:

$$D = N_e / [(i_0 - i_k)\eta_m\eta_g] + D_p(i_p - i_k) / (i_0 - i_k) = 5000 / [(3428 - 2435)0,97 \cdot 0,98] +$$

$$+6 \times (2966 - 2435) / (3428 - 2435) = 8,5 \text{ kg/ik.}$$

**Javob:**  $D = 8,5 \text{ kg/ik.}$

**5.62.–masala.** Ishlab chiqarishga bug' beradigan turbina bug'ining boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 435 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bilan ishlaydi. Ishlab chiqarishga berilayotgan bug'ning bosimi  $p_p = 0,5 \text{ MPa}$  bug'ning sarfi  $D = 11,1 \text{ kg/ik}$  ga teng. Agar turbogeneratorning quvvati  $N_e = 6000 \text{ kVt}$ , yuqori bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,78$ , past bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k.  $i \eta_{oe} = 0,6$ , mexanik f.i.k.  $i \eta_m = 0,98$ , elektr generatorning f.i.k.  $i \eta_g = 0,95$  ga teng bo'lsa, bug'ning solishtirma effektiv sarfini aniqlang.

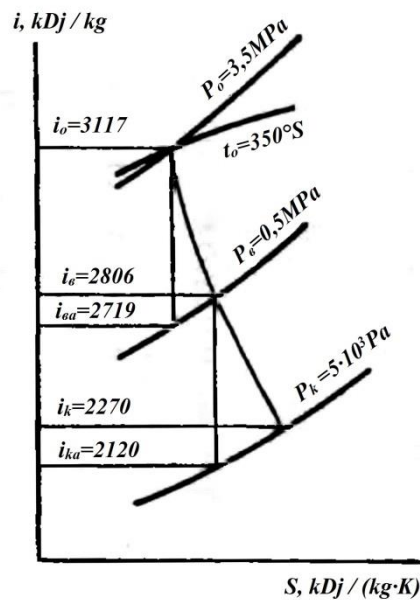
**Javob:**  $d_e = 7,12 \text{ kg / kVt}\cdot\text{s.}$

**5.63.–masala.** Ishlab chiqarishga bug' beradigan turbina bug'ining boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 350 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bilan ishlaydi. Ishlab chiqarishga berilayotgan bug'ning bosimi  $p_p = 0,5 \text{ MPa}$ , bug'ning sarfi  $D = 6 \text{ kg/ik}$  ga teng. Agar turbinaga sarflanayotgan bug'ning sarfi  $D = 10 \text{ kg/ik}$ , yuqori bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k.  $i \eta'_{oi} = 0,78$ , past bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k.  $i \eta''_{oi} = 0,78$ , mexanik f.i.k.  $i \eta_m = 0,98$ , elektr generatorning f.i.k.  $i \eta_g = 0,98$  ga teng bo'lsa, Turbogeneratorning elektrik quvvatini aniqlang.

**Echish:**  $i_s$  - diagrammadan (5.14. – rasm) bug'ning entalpiyasini  $i_0$  aniqlaymiz:  $i_0 = 3117 \text{ kDj/kg}$ .  $i_{p,a}$  va  $i_{k,a}$  larni berilgan bosimlar bo'yicha kengayish jarayonini qurish bilan aniqlaymiz, ya'ni  $i_{p,a} = 2719 \text{ kDj/kg}$ ,  $i_{k,a} = 2120 \text{ kDj/kg}$ ,

(5.42) ifoda orqali bug'ning olinishidan kelayotgan bug'ning entolpiyasini aniqlaymiz:

$$i_p = i_0 - (i_0 - i_{p,a}) \cdot \eta'_{oi} = 3117 - (3117 - 2719) \times 0,78 = 2806 \text{ kDj/kg.}$$



5.14. – rasm.

(5.43) ifoda orqali kondensatordagi entalpiyani aniqlaymiz:

$$i_k = i_p - (i_p - i_{k.a}) \cdot \eta''_{oi} = 2806 - (2806 - 2120) \times 0,78 = 2270 \text{ kDj/kg.}$$

(5.41) ifoda orqali turbinaning elektirik quvvatini aniqlaymiz:

$$N_e = [D (i_0 - i_k) - D_p (i_p - i_k)] \cdot \eta_m \cdot \eta_g = [10 \cdot (3117 - 2270) - 6 \cdot (2860 - 2270)] 0,98 \cdot 0,98 = 5046 \text{ kVt.}$$

**Javob:**  $N_e = 5046 \text{ kVt.}$

**5.64.–masala.** Ishlab chiqarishga bug' beradigan turbina bug'ining boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3,5 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 350 \text{ }^{\circ}\text{S}$  va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bo'lgan bug' bilan ishlaydi. Ishlab chiqarishga berilayotgan bug'ning bosimi  $p_p = 0,4 \text{ MPa}$ , bug'ning sarfi  $D = 5 \text{ kg/ik}$  ga teng. Agar turbogenerator bug'ining sarfi  $D = 10 \text{ kg/ik}$ , yuqori bosimli qismidagi nisbiy ichki

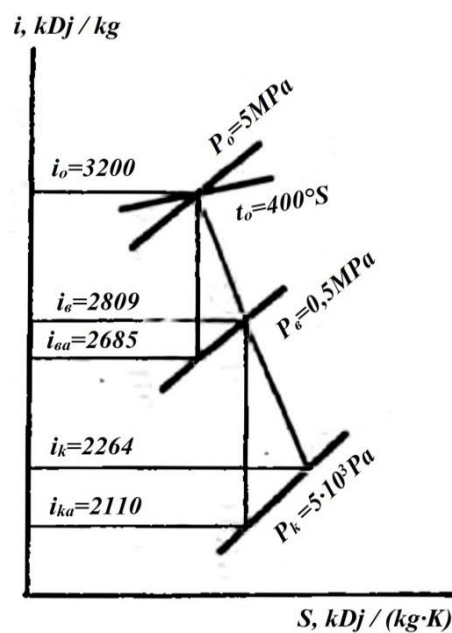
f.i.k. i  $\eta'_{oi} = 0,75$ , past bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k. i  $\eta''_{oi} = 0,78$  va mexanik f.i.k. i  $\eta_m = 0,98$  bo'lsa, turbinaning effektiv quvvatini aniqlang.

**Javob:**  $N_e = 5792$  kVt.

**5.65.–masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 5$  MPa, xarorati  $t_0 = 400$  °S va kondensatordagi bosimi  $p_k = 5 \cdot 10^3$  Pa teng bo'lgan, bug' bilan ishlaydigan kondensatsion turbina bitta oraliq bug'ni olinishiga ega. Agar turbogeneratorning elektrik quvvati  $N_e = 4500$  kVt, yuqori bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k. i  $\eta'_{oi} = 0,76$ , past bosimli qismidagi nisbiy ichki f.i.k. i  $\eta''_{oi} = 0,78$ , mexanik f.i.k. i  $\eta_m = 0,98$ , elektr generatorning f.i.k. i  $\eta_g = 0,98$ , ishlab chiqarishgaolinayotgan bug'ning ulushi  $\alpha_p = D_p / D = 0,6$  ga teng bo'lsa, sekunddagi va bug'ning solishtirma effektiv sarfini aniqlang.

**Echish:** is - diagrammadan (5.15. – rasm) bug'ning entalpiyasini  $i_0$  aniqlaymiz:  $i_0 = 3200$  kDj/kg.

Bug'ning entalpiyalarni  $i_{p.a}$  va  $i_{k.a}$  adiabatik kengayish jarayonini is - diagrammasi qo'rish bilan aniqlaymiz, ya'ni  $i_{p.a} = 2685$  kDj/kg,  $i_{k.a} = 2110$  kDj/kg.



5.15. – rasm.



(5.42) ifoda orqali bug'ning olinishidan kelayotgan bug'ning entalpiyasini aniqlaymiz:

$$i_p = i_0 - (i_0 - i_{p.a})\eta'_{oi} = 3200 - (3200 - 2685) \times 0,76 = 2809 \text{ kDj/kg.}$$

(5.43) ifoda orqali kondensatordagi entalpiyani aniqlaymiz:

$$i_k = i_p - (i_p - i_{k.a})\eta''_{oi} = 2809 - (2809 - 2110) \times 0,78 = 2264 \text{ kDj/kg.}$$

(5.33) ifoda orqali turbinaning effektiv quvvati sarfini aniqlaymiz:

$$N_e = N_e / \eta_g = 4500 / 0,98 = 4592 \text{ kVt.}$$

(5.41) ifoda orqali turbinada sarflanadigan bug'ni sarfini aniqlaymiz:

$$D = N_e / [(i_0 - i_k) - \alpha_p (i_p - i_k) \cdot \eta_m \cdot \eta_g = 4500 / [(3200 - 2264) - 0,6 (2809 - 2264)] 0,98 \times 0,98 = 7,69 \text{ kg/ik.}$$

(5.40) ifoda yordamida bug'ning solishtirma sarfini aniqlang:

$$d_e = D/N_e = 7,69 \cdot 3600/4592 = 6,03 \text{ kg/(kVt}\cdot\text{s).}$$

**Javob:**  $D = 7,69 \text{ kg/ik}$ ;  $d_e = 6,03 \text{ kg / kVt}\cdot\text{s}$ .

**5.66.-masala.** Boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 3 \text{ MPa}$ , xarorati  $t_0 = 380 \text{ }^{\circ}\text{S}$  va kondensatordagi bosim  $p_k = 3 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bo'lgach bug'ni ega bo'lgach kondensatsion turbina, bitta oralik bug'ni olishga ega, uning bosimi  $p_p = 0,5 \text{ MPa}$  ga teng. Agar bug'ning sarfi  $D = 4,65 \text{ kg/ik}$ , yukori bosimli kismidagi nisbiy f.i.k.  $i \eta'_{oi} = 0,73$ , past bosimli kismdagi nisbiy f.i.k.  $i \eta''_{oi} = 0,75$ , turbinaning mexanik f.i.k.  $i \eta_m =$

0,96, elektr generatorining f.i.k.  $\eta_g = 0,97$  va ishlabchikarishga oralik olinadigan bug'ning ulushi  $\alpha_p = 0,5$  ga teng bo'lsa, turbinaning effektiv kuvvatini aniklang.

**Javob:**  $N_e = 2700$  kVt.

**5.67.-masala.** Bosimi  $p_p = 0,14$  MPa teng bo'lgan iste'molchiga bug' etkazib beruvchi turbinaning yukori bosimli kismida, boshlang'ich parametrlari  $p_0 = 8$  MPa,  $t_0 = 500$  °S bo'lgan bug' yukori bosimli qismida ichki nisbiy f.i.k.  $\eta'_{oi} = 0,8$  teng. Bug'ni o'zgarmas bosimda olinishida bug'ni butun turbinadan o'tishida, nisbiy ichki f.i.k. yukori bosimli qismida  $\eta'_{oi} = 0,74$  gacha xolosdi. Agar bug'ning kondensatordagi bosimi  $p_k = 6 \cdot 10^3$  Pa o'zgarmasdan kolganda, past bosimli kismidagi issiklik tushumini kanchaga o'zgarishini aniklang.

**Javob:**  $\Delta N = 10$  kDj/kg.

**5.68.-masala.** Agar bug'ning soplodan avvalgi birinchi pog'anadan o'tishidagi bosimi  $p_0 = 1,5$  MPa, va bug' tayyorlab berishdagi bosimi  $p_2 = 0,3$  MPa bo'lsa, drosselli bug' taksimlovchiga ega bo'lgan kichik kuvvatli bug'ni tayorlab beruvchi turbinaning birinchi pog'onasidak bug'ni oralikni otkazgandagi xolatda bug'ning soplodan avvalgi bosimini aniklang.

**Javob:**  $r_{01} = 0,794$  MPa.

**6.69.-masala.** Bug' etkazib beruvchi turbinada bug'ning sarfi  $D = 82$  kg/ik teng. Agar bug'ning sarfi  $D_0 = 102$  kg/ik, rostlovchi pog'ananing soplodan avvalgi bug'ning bosimi  $p_0 = 7$  MPa va bug'ni etkazib berishdagi bosimi  $p_2 = 3$  MPa, va bug' bo'lsa, rostlovchi pog'onadagi bug'ning soplodan avvalgi bosimini aniklang.

**Javob:**  $r_{01} = 6,45$  MPa.

**5.70.-masala.** Drosseli bug' taksimlovchiga ega bo'lgan kondensatsion turbinaning boshlang'ich bosimi  $r_0 = 4,9$  MPa, va bug'ning xisoblangan sarfi  $D_0 = 18$  kg/ik teng. Agar klapani ochilishidagi bug'ning ulushiy sarfi  $D_1 = 30,2$  kg/ik ga oshsa, yuklangan klapaning ochishdagi bosimi  $r_1 = 2,5$  Mpa bo'lsa, yuklangan klapanidan bug'ning o'tishdagi sarfini xisoblang.

**Echish:** (5.45) ifoda yordamida turbinaning yuklangan kamerasidagi bug'ning bosimini aniqlaymiz:

$$r_{11} = p_1 D_1 / D_0 = 2,5 \cdot 30,2 / 18 = 4,19 \text{ MPa.}$$

Ma'lumki belgilangan pog'onalar guruxining o'tish yuzasi o'zgarmaganligi uchun, ushbu bosimlarda kritik tezlik xosil bo'lmaydi, unda pog'onalar guruxidan o'tayotgan bo'gning sarfi (5.44) ifodadan aniklanadi:

$$D = D_0 \sqrt{(p_0^2 - p_{11}^2)(p_0^2 - p_1^2)} = 18 \sqrt{(4,9^2 - 4,19^2)(4,9^2 - 2,5^2)} = 10,85 \text{ kg/ik.}$$

YUklangan klapanidan o'tayotgan bug'ning sarfi:

$$D_p = D_1 - D = 30,2 - 10,85 = 19,35 \text{ kg/ik.}$$

**Javob:**  $D_p = 19,35 \text{ kg/ik.}$

### 5.5. Bug' turbinalarining kondensatorlari

Kondensatorning issiqlik balansi tenglamasidan kondensatorga yuborilayotgan savutuvchi suvning sarfi (kg/ik):

$$W = D_k (i_k - i'_k) / [(t''_v - t'_v) \cdot c_v], \quad (5.47)$$

bunda  $D_k$  - kondensatsiyalanyotgan bug'ning sarfi, kg/ik;

$i_k$  - kondensatordagi bug'ning entalpiyasi, kDj/kg;

$i'_k$  - kondensatning entalpiyasi, kDj/kg;

$c_v$  - sovutuvchi suvning entalpiyasi, kDj/kg·K;

$t''_v$  va  $t'_v$  - kondensatorga kirayotgan va chikayotgan sovuq suvning harorati, °S.

Kondensator uchun sovutish (kg/kg) korralligi:

$$m = W/D_k = (i_k - i'_k) / [(t''_v - t'_v) \cdot c_v]. \quad (5.48)$$

**Bir sekundda** kondensatorida kondensatlanayotgan bug'ga berilayotgan issiqlik (kJ/ik) miqdori:

$$Q = D_k (i_k - i'_k). \quad (5.49)$$

**Bir sekundda** kondensatorida kabul kilingan sovutilyotgan suvning issiqlik (kJ/ik) miqdori:

$$Q = W \cdot (t''_v - t'_v) \cdot c_v. \quad (5.50)$$

Kondensatorning sovushi yuzasi ( $m^2$ ) issiqlik uzatish ifodasidan topiladi:

$$F_k = Q / (k \cdot \Delta t_{sr}), \quad (5.51)$$

bu erda:  $k$  - issiqlik uzatish koeffitsienti,  $kVt/m^2 \cdot K$ ;

$\Delta t_{cp}$  – kondensatoridagi o'rtacha haroratlar  $^{\circ}S$  ushbu ifodadan aniklanadi:

$$\Delta t_{sr} = t_{n,p} - (t''_v + t'_v)/2, \quad (5.52)$$

bu erda:  $t_{n,p}$  - tuyingan bug'ning xarorati,  $^{\circ}S$ .

**5.71.–masala.** Bug' turbinasi kondensatoridagi sovutilayotgan suvning sarfini aniklang, agar kondensatlanayotgan bug'ning sarfi  $D_k = 16,8$  kg/ik, kondensatoridagi bug'ning entalpiyasi  $i_k = 2300$  kJ/kg, kondensatoridagi bug'ning bosimi  $p_k = 3 \cdot 10^3$  Pa, kondensatorga kirayotgan sovutilyotgan suvning xarorati  $t'_v =$

10 °S, kondensatordan chikayotgan suvning harorati to‘yingan bug’ni haroratidan 5 °S ga past.

**Javob:**  $W = 1010 \text{ kg/ik}$ .

**5.72.–masala.** Bug’ turbinasi kondensatordagi sovitish karraligini va sovutilgan suvning savarini aniklang, agar kondensatsillanayotgan bug’ning sarfi  $D_k = 10 \text{ kg/ik}$ . Kondensatordagi bug’ning entalpiyasi  $i_k = 2360 \text{ kDj/kg}$ , kondensatordagi bug’ning bosimi  $p_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ , kondensatorga kirayotgan sovityotgan suvning xarorati  $t'_v = 13 \text{ °S}$ , chikayotgan suvning harorati kondensatordagi to‘yilgan bug’ning haroratidan 4 °S ga past.

**Echish:** To‘yingan bug’ning haroratini 2-jadvaldan topamiz (ilovoga qarang). Bosimi  $r_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  – harorat  $t_{n,p} = 26,7 \text{ °S}$ .

Kondensatordan chikayotgan sovutilyotgan suvning harorati:

$$t''_v = t_{n,p} - 4 = 26,7 - 4 = 22,7 \text{ °S}.$$

Bosimi  $p_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bo‘lgan to‘yingan bug’ning xaroratini 2-jadvaldan aniqlaymiz:  $i'_k = 111,8$ .

Kondensatordan sovutilgan suvning safarini (5.47) ifodadan aniqlaymiz:

$$W = D_k \cdot (i_k - i'_k) / [(t''_v - t'_v) s_v] = 10 \cdot (2360 - 111,8) / [(22,7 - 13) \cdot 4,191] = 553 \text{ kg/ik}.$$

Kondensatordagi sovitish karraligi (5.48) ifodadan aniklanadi:

$$t = W / D_k = 553 / 10 = 55,3 \text{ kg/ kg}.$$

**Javob:**  $W = 553 \text{ kg/ik}$ ;  $m = 55,3 \text{ kg/kg}$ .

**5.73.–masala.** Bug’ turbinasi kondensatordagi sovitish karraligini toping; agar bug’ kondensatorga bosimi  $p_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  bosim bilan kirs va kuruklik darajasi  $x = 0,91$  bo‘lsa. Kondensatorga kirayotgan sovutilyotgan suvning

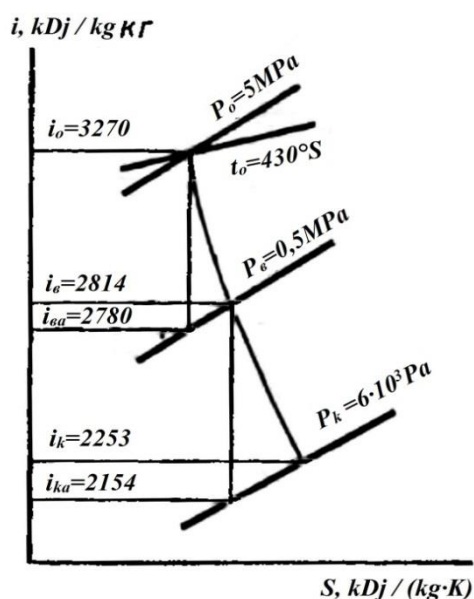
harorati  $t'_v = 13 \text{ }^\circ\text{S}$ , chikayotgan suvning harorati kondensatordagi to'yilgan bug'ning xaroratidan  $5 \text{ }^\circ\text{S}$  ga kam.

**Javob:**  $m = 49,6 \text{ kg/kg}$ .

**5.74.–masala.** Bosimi  $p_p = 0,5 \text{ MPa}$  bo'lgan oralik bug'li kondension turbina, boshlang'ich parametrlari  $r_0 = 5 \text{ MPa}$ ,  $t_0 = 430 \text{ }^\circ\text{S}$  va kondensatordagi bug'ning bosimi  $p_k = 6 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  da ishlaydi. Bug' turbini kondensatordagi sovutilyotgan suvning sarafini va sovutish karraligini aniklang, agar kondensatsiyalanayotgan bug'ning sarfi  $D_k = 8,5 \text{ kg/ik}$ , kondensatorga kirayotgan sovutilyotgan suvning xarorati  $t'_v = 12 \text{ }^\circ\text{S}$ , chikayotgan suvning harorati kondensatordagi to'yinishi bug'ning haroratidan  $5 \text{ }^\circ\text{S}$  ga past. Ichki nisbiy f.i.k. lari yukori bosimini qismi va past bosimli qismida  $\eta'_{oi} = \eta''_{oi} = 0,85$ .

**Echish:** Bug'ning entalpiyasini  $i_0$  ni is - diagramadan (5.16.-rasm) aniqlaymiz:  $i_0 = 3270 \text{ kDj/kg}$ .

Bug'ning entalpiyalari  $i_{p,a}$  va  $i_{k,a}$  larni is – diagramadagi bug'ning adiabatik kengayishi jarayonidan boshlang'ich jarayonidan to oxiri xolatigacha aniqlaymiz:  $i_{p,a} = 2734 \text{ kDj/kg}$ ;  $i_{k,a} = 2154 \text{ kDj/kg}$ .



5.16. – rasm.

**Otbordan** tushayotgan bug'ning entilpiyasini (5.42) ifodadan aniqlaymiz:

$$i_p = i_0 - (i_0 - i_{p.a}) \eta'_{oi} = 3280 - (3270 - 2734) \times 0,85 = 2814 \text{ kDj/kg.}$$

Kondensatoridagi bug'ning entalpiyasi (5.43) ifodadan aniklanadi:

$$i_k = i_p - (i_p - i_{k.a}) \eta''_{oi} = 2814 - (2814 - 2154) \times 0,85 = 2253 \text{ kDj/kg.}$$

Kondensatorning entalpiyasini va bosimi  $p_k = 6 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  butun to'yingan bug'ning haroratini 2-jadvaldan aniqlaymiz:

$$i'_k = 355,9 \text{ kDj/kg; } t_{n,p} = 85 \text{ }^{\circ}\text{S.}$$

Kondensatoridan chikayotgan sovutilayotgan suvning harorati:

$$t''_v = t_{n,p} - 6 = 85 - 6 = 79 \text{ }^{\circ}\text{S.}$$

Kondensator uchun sovutilyotgan suvning sarfini (5.47) ifodadan aniqlaymiz:

$$W = D_k(i_k - i'_k) / [(t''_v - t'_v) s_v] = 8,5 (2253 - 355,9) / [(79 - 12) \cdot 4,19] = 57,44 \text{ kg/ik.}$$

Kondensator uchun sovutilyotgan karraligini (5.48) ifodadan aniklanadi:

$$t = W / D_k = 57,44 / 8,5 = 6,76 \text{ kg/kg.}$$

**Javob:**  $W = 57,44 \text{ kg/ik; } m = 6,76 \text{ kg/kg.}$

**5.75.–masala.** Bosimi  $r_n = 0,4 \text{ MPa}$  ga ega bo'lgan olinishini birinchi orolig'ini kondensatsion turbina boshlang'ich parametirlari bosimi  $r_0 = 3 \text{ MPa}$ ,  $t_0 = 380 \text{ }^{\circ}\text{S}$  va kondensatoridagi bug'ning bosimi  $r_k = 4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  da ishlaydi. Agar

kondensatori bo'layotgan katning sarfi  $D_k = 8,5$  kg/ik, kondensatorga kiruvchi sovutuvchi suvning xarorati  $t'_v = 11$  °S, kondensatordan chikuvchi suvning harorati  $t''_v = 12$  °S, **yuqori** bosimli jisimning ichki nisbiy f.i.k. i  $\eta'_{oi} = 0,74$  va past bosimli jisimning ichki nisbiy f.i.k. i  $\eta''_{oi} = 0,76$  bo'lsa, **opredelit rasxod oxlajdayushchey vody i kratnost oxlajdeniya dlya kondensatora parovoy turbinы.**

**Javob:**  $W = 444,5$  kg/ik;  $m = 52,3$  kg/kg.

**5.76.–masala.** Kondensatsion turbina boshlangich parametrlari  $r_0 = 3,5$  MPa,  $t_0 = 435$  °S va bug'ning kondensatordan bosimi  $r_k = 4 \cdot 10^3$  Pa da ishlaydi. Turbina kondensatori berilayotgan kondensatsiyalanayotgan bug'ning issiqlik mikdorini toping. Agar kondensatlanganayotgan bug'ning sarfi  $D_k = 12$  kg/ik va turbinaning ichki nisbiy f.i.k. i  $\eta_{oi} = 0,76$  bo'lsa.

**Javob:**  $Q = 27348$  kDj/ik.

**5.77.–masala.** Bug' turbinasi kondensatordagi kabul kilingan sovuk suvning issiklik mikdorini aniklang. Agar kondensatsiyalanayotgan bug'ning sarfi  $D_k = 8,5$  kg/ik, sovutish darajasi  $m = 54$  kg/ik, kondensatordagi bug'ning bosimi  $r_k = 3 \cdot 10^3$  Pa, sovityotgan suvning kondensatorga kirishdagi xarorati  $t'_v = 12$  °S va kondensatorga kirishdagi xarorat kondensatordagi to'yingan bug'ning xarorati  $4$  °S past.

**Javob:**  $Q = 15386$  kDj/ik.

**5.78.–masala.** Effektiv kuvvati  $N_e = 2600$  kVt ga va bug'ning solishtirma sarfi  $d_e = 6,5$  kg/kVt·ik bo'lgan bug' turbinasi uchun kondensatordagi kabul kilingan sovutilgan suvning issiklik mikdorini aniklang. Agar sovutish darajasi  $m = 55$  kg/ik, kondensatorga kirayotgan sovityotgan suvning xarorati  $t'_v = 10,5$  °S va kondensatordan chikayotgan suvning xarorati  $t''_v = 21$  °S.

**Javob:**  $Q = 11374$  kDj/ik.

**5.79.–masala.** Effektiv kuvvati  $N_e = 2000$  kVt va bug'ning solishtirma sarfi  $d_e = 5,5$  kg/kVt·ik bo'lgan bug' turbinasi uchun turbina kondensatori sovytilish yuzasini toping. Agar kondensatordagi bug'ning entalpiyasi  $i_k = 2350$  kDj/kg,



kondensatordagi bug'ning bosimi  $r_k = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ , issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 3,9 \text{ kVt/m}^2 \cdot \text{K}$  va kondensatordagi o'rtacha harorati farki  $\Delta t_{o,r} = 10 \text{ }^\circ\text{S}$ .

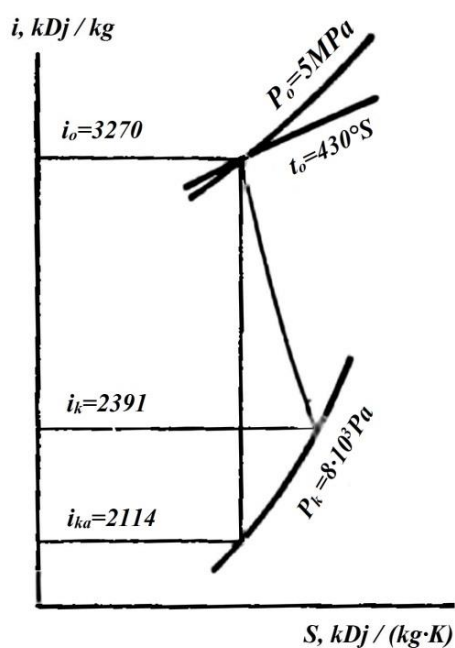
**Javob:**  $F_k = 173,3 \text{ m}^2$ .

**5.80.–masala.** Effektiv kuvvati ega bo'lgan kondensatsion turbina  $N_e = 6000 \text{ kVt}$ , solishtirma sarfi  $d_e = 8,8 \text{ kg/kVt} \cdot \text{ik}$  bo'lgan turbina, boshlang'ich parametirlari  $r_0 = 5 \text{ MPa}$ ,  $t_0 = 430 \text{ }^\circ\text{S}$  va bug'ning kondensatordagi bosimi  $r_k = 8 \cdot 10^3 \text{ Pa}$  da ishlaydi. Agar kondensatordagi kirishdagi sovutilyotgan suvning xarorati  $t'_v = 15 \text{ }^\circ\text{S}$ , kondensatordanchikadigan suvning xarorati  $t''_v = 25 \text{ }^\circ\text{S}$ , issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 6 \text{ kVt/m}^2 \cdot \text{K}$ , turbinaning ichki nisbiy f.i.k.  $\eta'_{oi} = 0,76$  bo'lsa, turbina kondensatorini sovitilish yuzasini toping.

Echish: Kondensatsionlanyotgan bug'ning sarfini (5.40) ifodadan aniqlaymiz:

$$D = D_k = d_e \cdot N_e / 3600 = 8,8 \cdot 6000 / 3600 = 14,67 \text{ kg/ik.}$$

Bug'ning entalpiyasini  $i_0$  ni is - diagramadan aniqlaymiz (5.17.- rasm)  $i_0 = 3270 \text{ kDj/kg}$ .



5.17. - rasm.

Bug'ning entalpiyasi  $i_{k,a}$  ni is - diagramadagi bug'ning adiabatik kengayish jarayoni kirish orkali topamiz:  $i_{k,a} = 2114$  kDj/ kg.

Kondensatordagi bug'ning entalpiyasi:

$$i_k = i_0 - (i_0 - i_{k,a})\eta_{oi} = 3270 - (3270 - 2114) \times 0,76 = 2391 \text{ kDj/ kg.}$$

Kondensatorning entalpiyasi bosimi  $r_k = 8 \cdot 10^3$  Pa ni 2-jadvaldan topamiz:  $i'_k = 170$  kDj/kg.

Bir sekundagi kondensatorga berilyotgan kondensatsiyolonayotgan bug'ning issiqlik mikdorini (5.49) ifodadan aniklanadi:

$$Q = D_k (i_k - i'_k) = 14,67 (2391 - 170) = 32582 \text{ kDj/ ik.}$$

To'yingan bug'ning haroratini 2-jadvaldan topamiz (ilovoga qarang). Bosimi  $r_k = 8 \cdot 10^3$  Pa – harorat  $t_{n,p} = 40,6$  °S.

Kondensatordagi o'rtacha haroratlar farki (5.52) ifodadan aniklanadi:

$$\Delta t_{o'r} = t_{n,p} - (t'_v + t''_v)/2 = 40,6 - (15 + 25) / 2 = 20,6 \text{ °S.}$$

Kondensatorning sovutish yuzasi (5.51) ifodadan aniklanadi:

$$F_k = Q / (k \cdot \Delta t_{o'r}) = 32582 / (6 \cdot 20,6) = 263,6 \text{ m}^2.$$

**Javob:**  $F_k = 263,6 \text{ m}^2$ .

**5.81.–masala.** Agar kondensator uchun sovutilyotgan suvning sarfi  $W = 450$  kg/ik, sovutilish darajasi  $m = 55$  kg/kg, kondensatordagi bug'ning entalpiyasi  $i_k = 2400$  kDj / kg, kondensatordagi bug'ning bosimi  $r_k = 4 \cdot 10^3$  Pa, kondensatorga kirishdagi sovutilyotgan suvning harorati  $t'_v = 12$  °S, kondensatordagi chikishdagi

suvning harorati  $t''_v = 22 \text{ }^\circ\text{S}$  va issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 3,7 \text{ kVt/m}^2\cdot\text{K}$  bo'lsa, turbina kondensatorinig sovutish yuzasini toping.

**Javob:**  $F_k = 420,9 \text{ m}^2$ .

**5.82.–masala.** Turbina kondensatoridagi o'rtacha xaroratlari farkini toping. Agar kondensatsiyalanyotgan bug'ning sarfi  $D_k = 7,6 \text{ kg/ik}$ , kondensatoridagi bug'ning entalpiyasi  $i_k = 2300 \text{ kDj/kg}$ , kondensatoridagi bug'ning bosimi  $r_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ , kondensatorning sovutish yuzasi  $F_k = 410 \text{ m}^2$  va issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 3,65 \text{ kVt/m}^2\cdot\text{K}$ .

**Javob:**  $\Delta t_{o'r} = 11,3 \text{ }^\circ\text{S}$ .

**5.83.–masala.** Turbina kondensatorinig o'rtacha haroratlari farkini toping. Agar kondensatsiyalanyotgan bug'ning sarfi  $D_k = 7,8 \text{ kg/ik}$  sovutish karraligi  $m = 55 \text{ kg/kg}$ , kondensatoridagi sovutilyotgan suvning harorati  $t'_v = 12 \text{ }^\circ\text{S}$ , chikayotgan suvning harorati kondensatoridagi to'yinish bug'idan  $6 \text{ }^\circ\text{S}$  ga past. Kondensatorning sovutilish yuzasi  $F_k = 430 \text{ m}^2$  va issiqlik uzatish koeffitsienti  $k = 4 \text{ kVt/m}^2\cdot\text{K}$ .

**Javob:**  $\Delta t_{o'r} = 11,5 \text{ }^\circ\text{S}$ .

## **Tavsiya etiladigan adabiyotlar**

1. Mirziyoyev SH. M. Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent, “O‘zbekiston”NMIU, 2017. – 29 bet.
2. Mirziyoyev SH. M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 47 bet.
3. Mirziyoyev SH. M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. “O‘zbekiston” NMIU, 2017. – 485 bet.
4. Tarik Al-Shemmeri. Engeenering Thermodynamics. Tarik Al-Shemmeri&Ventus Publishing APS, 2010, ISBN 978-87-7681-670-4.
5. Nag P. K., Engineering Thermodynamics. Tata McGraw-Hill Education, India, 2005.
6. Zoxidov R. A., Avezov R. R. «Issiqlik texnikasining nazoriy asoslari». O'quv qo'llanma. Toshkent: TDTU, 2005.
7. Панкратов Г. П. Сборник задач по теплотехнике. Учебное пособие для неэнергетических спetsиальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1986. – 248 с.
8. Бухмиров В. В., Щербакова Г. П., Пекунова А. В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учебное пособие. – Иваново, ИГЭУ, 2013. – 128 с.
9. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98 - М.: Издательство МЭИ. 1999.-168 с.
10. Коновалов В. И. Техническая термодинамика. Учебник для вузов. - 2005. - 620 с.
11. Рабинович О. М. Сборник задач по технической термодинамике. - М.: Машиностроение, 1969. - 376 с.

12. Tadjiev Yu. D., Ablyalimov O. S. «Termodinamika va issiqlik texnikasi». «To'g'ri termodinamik gaz tsiklini yechish» amaliy mashg'ulotlar o'tkazish uchun uslubiy ko'rsatma. Toshkent: TTYMI, 2008. – 17 bet.

13. Tadjiyev Yu. D., Ablyalimov O. S., Agapov V. V. Termodinamika va issiqlik texnikasi. Laboratoriya bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. Toshkent: TTYMI, 2008. – 68 bet.

14. Tadjiev Yu. D., Termodinamika va issiqlik texnikasi. Ukuv qo'llanma. Toshkent: TTYMI, 2011. – 97 bet.

15. Ablyalimov O. S., Xismatulin M. I. Termodinamika. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim vazirligi tomonidan Oliy o'quv yurtlari noissiklik-energetika bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan.- Toshkent. «Ijod-Press» nashriyoti, 2019. 416 bet.

16. Ablyalimov O. S. Termodinamika. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim vazirligi tomonidan Oliy o'quv yurtlari noissiklik-energetika bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun masalalar to'plami sifatida tavsiya etilgan. I – qism .- Toshkent. «Ijod-Press» nashriyoti, 2019. 188 bet.

## MUNDARIJA

KIRISH.....	//////////.....	4
3-BOB. QATTIQ, SUYUQ VA GAZSIMON YOQILG'ILAR.....		6
3.1. Yeqilg'i tarkibi.....		6
3.2. Yeqilg'i tavsifi.....		12
3.3. Havoning hajmi. Yenish mahsulotlarining hajmi va massasi.....		23
3.4. Yenish mahsulotlari va havo entalpiyasi.....		37
4-BOB. QOZON QURILMALARI.....		45
4.1. Issiqlik balansi. Qozon agregatining foydali ish koeffitsienti va yeqilgi sarfi.....		46
4.2. U'choq qurilmalarining xarakteristikalarini.....		74
4.3. Y'txona qurilmalaridagi issiqlik almashuvining hisobi.....		78
4.4. Qozon agregatining konvektiv qizish yuzasini hisobi.....		100
4.5. Kyldan zararlanish va past haroratli korroziya.....		120
4.6. Puflovchi va tortuvchi qurilmalar.....		125
4.7. Atmosferani ifloslantiradigan moddalar tarqalishida tutun quvurining hisobi.....		138
4.8. Issiqlik almashuv uskunalari.....		143
4.9. Ty'yintiruvchi qurilmalar.....		147
4.10. Havo bilan tozalashni aniqlash va ty'xtovsiz tozalash kengaytirgichi (separator) ni hisobi.....		150
5-BOB. BUG' TURBINALARI.....		153
5.1. Turbina pog'onasidagi ishchi jarayen.....		153
5.2. Turbina pog'onalaridagi yy'qolishlar. Turbina pog'onalaridagi foydali ish koeffitsientilari.....		171

5.3. Ishchi perraklar va soplolarning o'lchashlarini aniqlash.....	187
5.4. Foydali ish koeffitsienti, quvvati va bug'ning turbinadagi sarfi.....	194
5.5. Bug' turbinalarining kondensatorlari.....	209
Tavsiya etiladigan adabiyotlar.....	218
Ilova. Suv va suv bug`i teplofizik ko`rsatkichlari bo`yicha ma'lumotlari.....	223

Ilova

Suv va suv bug`i teplofizik ko`rsatkichlari bo`yicha ma'lumotlari



Entalpiya 1 m<sup>3</sup> gazov i vlačnogo vozduxa (kJ/m<sup>3</sup>) na 1 kg zolы (kJ/kg)

$\vartheta, \text{ }^\circ\text{S}$	$(c\vartheta)_{CO_2}$	$(c\vartheta)_{N_2}$	$(c\vartheta)_{O_2}$	$(c\vartheta)_{H_2O}$	$(s\vartheta)_v$	$(s\vartheta)_v$
1	2	3	4	5	6	7
100	169	130	132	151	132	80,8
200	357	260	267	304	266	169,1
300	559	392	407	463	403	263,7
400	772	527	552	626	542	360,0
500	996	664	699	794	684	458,5
600	1222	804	850	967	830	560,6
700	1461	946	1005	1147	979	662,9
800	1704	1093	1160	1335	1130	767,6
900	1951	1243	1319	1524	1281	874,0
1000	2202	1394	1478	1725	1436	984,0
1100	2457	1545	1637	1926	1595	1096,0
1200	2717	1695	1800	2131	1754	1206,0
1300	2976	1850	1963	2344	1913	
1400	3240	2009	2127	2558	2076	
1500	3504	2164	2294	2779	2239	
1600	3767	2323	2461	3001	2403	
1700	4035	2482	2629	3227	2566	
1800	4303	2642	2796	3458	2729	
1900	4571	2805	2968	3688	2897	
2000	4843	2964	3139	3926	3064	
2100	5115	3127	3307	4161	3232	
2200	5387	3290	3483	4399	3399	

Primechanie. Entalpiya vlačnogo vozduxa  $(s\vartheta)_v$  privedena pri

vlagosoderjaniij  $d_g = 10 \text{ g/m}^3$ .

2-jadval

Параметры сухого насыщенного пара и воды на кривой насыщения

(bosim bo`yicha)

$r$ , MPa	$t_n$ , °S	$v'$ , m <sup>3</sup> /kg	$v''$ , m <sup>3</sup> /kg	$i'$ , kDj/kg	$i''$ , kDj/kg	$S'$ , kDj/(kg · K)	$S''$ , kDj/(kg · K)
1	2	3	4	5	6	7	8
0,0010	6,936	0,0010001	130,04	29,18	2513,4	0,1053	8,9749
0,0015	13,001	0,0010007	88,38	54,61	2524,7	0,1952	8,8268
0,0020	17,486	0,0010014	67,24	73,40	2533,1	0,2603	8,7227
0,0025	21,071	0,0010021	54,42	88,36	2539,5	0,3119	8,6424
0,0030	24,078	0,0010028	45,77	100,93	2545,3	0,3547	8,5784
0,0035	26,674	0,0010035	39,56	111,8)	2549,9	0,3912	8,5222
0,0040	28,95	0,0010042	34,93	121,33	2553,7	0,4225	8,4737
0,005	32,89	0,0010054	28,24	137,79	2560,9	0,4764	8,3943
0,010	45,82	0,0010102	14,70	191,84	2583,9	0,6496	8,1494
0,020	60,08	0,0010171	7,652	251,48	2609,2	0,8324	7,9075
0,025	64,99	0,0010198	6,201	272,03	2617,6	0,8934	7,8300
0,030	69,12	0,0010223	5,232	289,30	2624,6	0,9441.	7,7673
0,04	75,87	0,0010264	3,999	317,02	2636,3	1,0261	7,6710
0,05	81,33	0,0010299	3,243	340,53	2645,2	1,0912	7,5923
0,10	99,62	0,0010432	1,696	417,47	2674,9	1,3026	7,3579
0,20	120,23	0,0010606	0,8860	504,74	2706,8	1,5306	7,1279
0,30	133,54	0,0010733	0,6055	561,7	2725,5	1,6716	6,9922
0,5	151,84	0,0010927	0,3749	640,1	2748,8	1,8605	6,8221

0,6	158,84	0,0011009	0,3156	670,6	2756,9	1,9311	6,7609
0,7	164,96	0,0011081	0,2728	697,2	2763,7	1,9923	6,7090
0,8	170,41	0,0011149	0,2403	720,9	2769,0	2,0461	6,6630
0,9	175,36	0,0011213	0,2149	742,7	2773,7	2,0945	6,6223
1,0	179,88	0,0011273	0,1945	762,4	2777,8	2,1383	6,5867
1,5	198,28	0,0011538	0,1317	844,5	2791,8	2,3148	6,4458
2,0	212,37	0,0011768	0,09961	908,6	2799,2	2,4471	6,3411
3,0	233,83	0,0012164	0,06663	1008,4	2803,1	2,6455	6,1859
4,0	250,33	0,0012520	0,04977	1087,5	2800,6	2,7965	6,0689
5,0	263,91	0,0012858	0,03943	1154,2	2793,9	2,9210	5,9739
6,0	275,56	0,0013185	0,03243	12(3,9	2784,4	3,0276	5,8894
7,0	285,80	0,0013510	0,02738	1267,6	2772,3	3,1221	5,8143
8,0	294,98	0,0013838	0,02352	1317,3	2758,6	3,2079	5,7448
9,0	303,31	0,0014174	0,02049	1363,9	2742,6	3,2866	5,6783
10,0	310,96	0,0014522	0,01803	1407,9	2724,8	3,3601	5,6147
12,0	32, 64	0,001527	0,01426	1491,1	2684,6	3,4966	5,4930
14,0	336,63	0,001611	0,01149	1570,8	2637,9	3,6233	5,3731
16,0	347,32	0,001710	0,009319	1649,6	2581,7	3,7456.	5,2478
16,0	356,96	0,001839	0,007505	1732,2	2510,6	3,8708	5,1054
20,0	365,72	0,00203	0,00586	1826,8	2410,3	4,0147	4,9280
22,0	373,71	0,00269	0,00378	2009,7	2195,6	4,2943	4,5815

Параметры сухого насыщенного пара и воды на кривой насыщения  
(harorat bo`yicha)

$t, ^\circ\text{S}$	$r, \text{MPa}$	$v', \text{m}^3/\text{kg}$	$v'', \text{m}^3/\text{kg}$	$i', \text{kJ/kg}$	$i'', \text{kJ/kg}$	$S', \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$S'', \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,0006108	0,0010002	206,3	0,000	2500,8	0	9,1544
5	0,0008718	0,0010001	147,2	21,06	2510,0	0,0762	9,0242
10	0,0012271	0,0010004	106,42	42,04	2519,2	0,1511	8,8995
15	0,001704	0,0010010	77,97	62,97	2528,4	0,2244	8,7806
20	0,002337	0,0010018	57,84	83,90	2537,2	0,2964	8,6663
25	0,003167	0,0010030	43,40	104,80	2546,4	0,3672	8,5570
30	0,004241	0,0010044	32,93	125,69	2555,6	0,4367	8,4523
35	0,005622	0,0010060	25,25	146,58	2564,8	0,5049	8,3518
40	0,007375	0,0010079	19,55	167,51	2573,6	0,5723	8,2560
45	0,009582	0,0010099	15,28	188,41	2582,4	0,6385	8,1638
50	0,012335	0,0010124	12,05	209,30	2591,6	0,7038	8,0751
55	0,015741	0,0010145	9,578	230,19	2600,4	0,7679	7,9901
60	0,01992	0,0010171	7,678	251,12	2609,2	0,8311	7,9084
65	0,02501	0,0010199	6,201	272,06	2617,6	0,8935	7,8297

70	0,03116	0,0010228	5,045	292,99	2626,4	0,9550	7,7544
75	0,03855	0,0010258	4,133	313,97	2034,8	1,0157	7,6819
80	0,04736	0,0010290	3,409	334,94	2643,1	1,0752	7,6116
85	0,05780	0,0010324	2,828	355,96	2651,5	1,1342	7,5438
90	0,07011	0,0010359	2,361	376,98	2659,5	1,1924	7,4785
95	0,08452	0,0010396	1,982	398,04	2667,8	1,2502	7,4157
100	0,10132	0,0010435	1,673	419,10	2675,8	1,3071	7,3545
105	0,12080	0,0010474	1,419	440,20	2683,3	1,3632	7,2959
110	0,14327	0,0010515	1,210	461,34	2691,3	1,4185	7,2386
115	0,16906	0,0010558	1,037	482,53	2698,8	1,4725	7,1833
120	0,19854	0,0010603	0,8917	503,7	2706,3	1,5278	7,1289
125	0,23208	0,0010649	0,7704	525,0	2713,5	1,5814	7,0778
130	0,27011	0,0010697	0,6683	546,4	2720,6	1,6345	7,0271
135	0,3130	0,0010747	0,5820	567,7	2727,3	1,6869	6,9781
140	0,3614	0,0010798	0,5087	589,1	2734,0	1,7392	6,9304
145	0,4155	0,0010851	0,4461	610,4	2740,3	1,7907	6,8839
150	0,4760	0,0010906	0,3926	632,2	2746,5	1,8418	6,8383
155	0,5433	0,0010962	0,3465	653,6	2752,4	1,8924	6,7939
160	0,6180	0,0011021	0,3068	675,3	2757,8	1,9427	6,7508
165	0,7008	0,0011081	0,2725	697,5	2763,7	1,9925	6,7081
170	0,7920	0,0011144	0,2426	719,3	2768,7	2,0419	6,6666

175	0,8925	0,0011208	0,2166	741,1	2773,3	2,0909	6,6256
180	1,0027	0,0011275	0,1939	763,3	2778,4	2,1395	6,5858
185	1,1234	0,0011344	0,1739	785,4	2782,5	2,1876	6,5465
190	1,2553	0,0011415	0,1564	807,6	2786,3	2,2358	6,5075
195	1,3989	0,0011489	0,1409	829,8	2789,7	2,2835	6,4699
200	1,5550	0,0011565	0,1272	852,4	2793,0	2,3308	6,4318
205	1,7245	0,0011644	0,1150	875,0	2795,5	2,3777	6,3945
210	1,9080	0,0011726	0,1044	897,6	2798,0	2,4246	6,3577
215	2,1052	0,0011812	0,09465	920,7	2800,1	2,4715	6,3212
220	2,3202	0,0011900	0,08606	943,7	2801,4	2,5179	6,2848
225	2,5504	0,0011992	0,07837	967,2	2802,6	2,5640	6,2488
230	2,7979	0,0012087	0,07147	990,2	2803,1	2,6101	6,2132
235	3,0635	0,0012187	0,06527	1014,0	2803,4	2,6561	6,1780
240	3,3480	0,0012291	0,05967	1037,5	2803,1	2,7022	6,1425
245	3,6524	0,0012399	0,05462	1061,8	2802,6	2,7478	6,1073
250	3,978	0,0012512	0,05005	1086,1	2801,0	2,7934	6,0721
255	4,325	0,0012631	0,04591	1110,3	2788,9	2,8395	6,0365
260	4,694	0,0012755	0,04215	1135,0	2796,4	2,8851	6,0014
265	5,088	0,0012886	0,03872	1160,2	2783,4	2,9308	5,9658
270	5,505	0,0013023	0,03560	1185,3	2789,7	2,9764	5,9298
275	5,949	0,0013168	0,03275	1210,8	2785,1	3,0225	5,8938

280	6,419	0,0013321	0,03013	1236,8	2779,6	3,0685	5,8573
285	6,918	0,0013483	0,02774	1263,2	2773,3	3,1146	5,8201
290	7,445	0,0013655	0,02553	1290,0	2766,2	3,1610	5,7824
295	8,002	0,0013839	0,02351	1317,2	2758,3	3,2079	5,7443
300	8,592	0,0014036	0,02164	1344,8	2749,1	3,2548	5,7049
305	9,213	0,001425	0,01992	1373,3	2739,0	3,3025	5,6647
310	9,809	0,001447	0,01831	1402,2	2727,3	3,3507	5,6233
315	10,561	0,001472	0,01683	1431,9	2714,3	3,3997	5,5802
320	11,290	0,001499	0,01545	1462,0	2699,6	3,4495	5,5354
325	12,057	0,001529	0,01417	1493,4	2683,3	3,5002	5,4893
330	12,864	0,001562	0,01297	1526,1	2665,7	3,5521	5,4412
335	13,715	0,001599	0,01184	1559,6	2645,2	3,6057	5,3905
340	14,608	0,001639	0,01078	1594,8	2621,8	3,6605	5,3361
345	15,547	0,001686	0,09771	1632,0	2595,4	3,7183	5,2770
350	16,537	0,001741	0,08805	1671,4	2564,4	3,7786	5,2117
355	17,577	0,001807	0,007869	1714,1	2527,2	3,8439	5,1385
360	18,674	0,001894	0,006943	1761,4	2481,1	3,9163	5,0530
365	19,830	0,00202	0,00600	1817,5	2420,8	4,0009	4,9463
370	21,053	0,00222	0,00493	1892,4	2330,8	4,1135	4,7951
375	22,087	0,00280	0,00301	2031,9	2171,7	4,3258	4,5418

## Termodinamicheskie svoystva freona-12 на линии насыщения

$t, ^\circ\text{S}$	$r, \text{MPa}$	$v_4, \text{m}^3/\text{kg}$	$v_1, \text{m}^3/\text{kg}$	$i_4, \text{kJ/kg}$	$i_1, \text{kJ/kg}$	$S_4, \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$S_1, \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
-39	0,06730	0,0006605	0,2337	384,06	554,63	4,0513	4,7797
-35	0,08070	0,0006658	0,1973	387,46	556,59	4,0655	4,7759
-30	0,10044	0,0006725	0,1613	391,73	559,06	4,0832	4,7716
-25	0,12369	0,0006793	0,1331	396,07	561,54	4,1007	4,7675
-20	0,15094	0,0006868	0,1107	400,44	563,96	4,1180	4,7642
-15	0,18257	0,0006940	0,09268	404,92	566,39	4,1353	4,7610
-10	0,21904	0,0007018	0,08713	409,44	568,82	4,1525	4,7583
-5	0,16080	0,0007092	0,06635	414,00	571,16	4,1695	4,7558
0	0,30848	0,0007173	0,05667	418,65	573,51	4,1865	4,7536
+5	0,36234	0,0007257	0,04863	423,34	578,81	4,2033	4,7515
+10	0,42289	0,0007342	0,04204	428,11	578,07	4,2201	4,7498
+15	0,49094	0,0007435	0,03648	432,97	580,29	4,2368	4,7481
+20	0,56653	0,0007524	0,03175	437,87	582,42	4,2534	4,7406
+25	0,65062	0,0007628	0,02773	442,81	584,48	4,2699	4,7451
+30	0,74324	0,0007734	0,02433	447,83	586,44	4,2864	4,7437

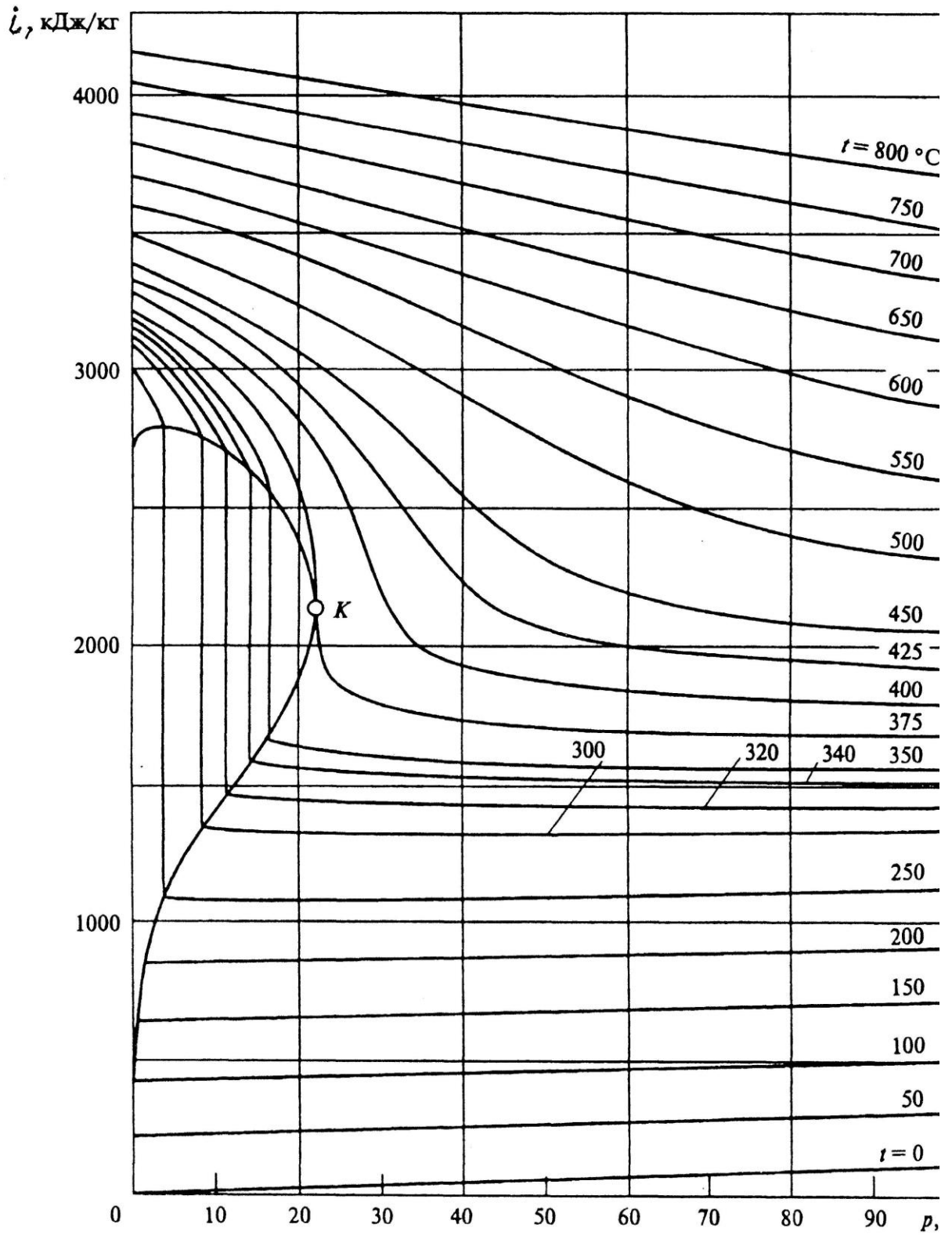


## Termodinamicheskie svoystva ammiaka на линии насыщения

$t, ^\circ\text{S}$	$r, \text{MPa}$	$v_4, \text{m}^3/\text{kg}$	$v_1, \text{m}^3/\text{kg}$	$i_4, \text{kJ/kg}$	$i_1, \text{kJ/kg}$	$S_4, \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$S_1, \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
-50	0,0409	0,001425	2,623	193,4	1608,1	3,3000	9,6204
-45	0,0546	0,001437	2,007	215,6	1616,5	3,3767	9,5199
-40	0,0718	0,001449	1,550	237,8	1624,9	3,4730	9,4245
-35	0,0932	0,001462	1,215	260,0	1632,8	3,5672	9,3341
-30	0,1195	0,001476	0,963	282,2	1640,8	3,6601	9,2486
-25	0,1516	0,001490	0,771	304,4	1648,3	3,7514	9,1674
-20	0,1902	0,001504	0,624	327,4	1655,4	3,8410	9,0895
-15	0,2363	0,001519	0,509	350,0	1662,6	3,9293	9,0150
-10	0,2909	0,001534	0,418	372,6	1069,3	4,0164	8,9438
-5	0,3549	0,001550	0,347	395,6	1675,1	4,1022	8,8756
0	0,4294	0,001560	0,290	418,7	1681,0	4,1868	8,8094
5	0,5517	0,001583	0,244	441,7	1686,4	4,2705	8,7458
10	0,6150	0,001601	0,206	465,2	1691,0	4,3530	8,6838
15	0,7283	0,001619	0,175	488,6	1695,6	4,4346	8,6240
20	0,8572	0,001639	0,149	512,5	1699,4	4,5155	8,5658
25	1,0027	0,001659	0,128	536,3	1703,2	4,5954	8,5092
30	1,1665	0,001680	0,111	581,1	1705,7	4,6746	8,4536
35	1,3499	0,001702	0,096	584,9	1708,2	4,7528	8,3991
40	1,5544	0,001726	0,083	609,2	1709,9	4,8307	8,3455
45	1,7814	0,001750	0,073	633,9	1710,7	4,9078	8,2928

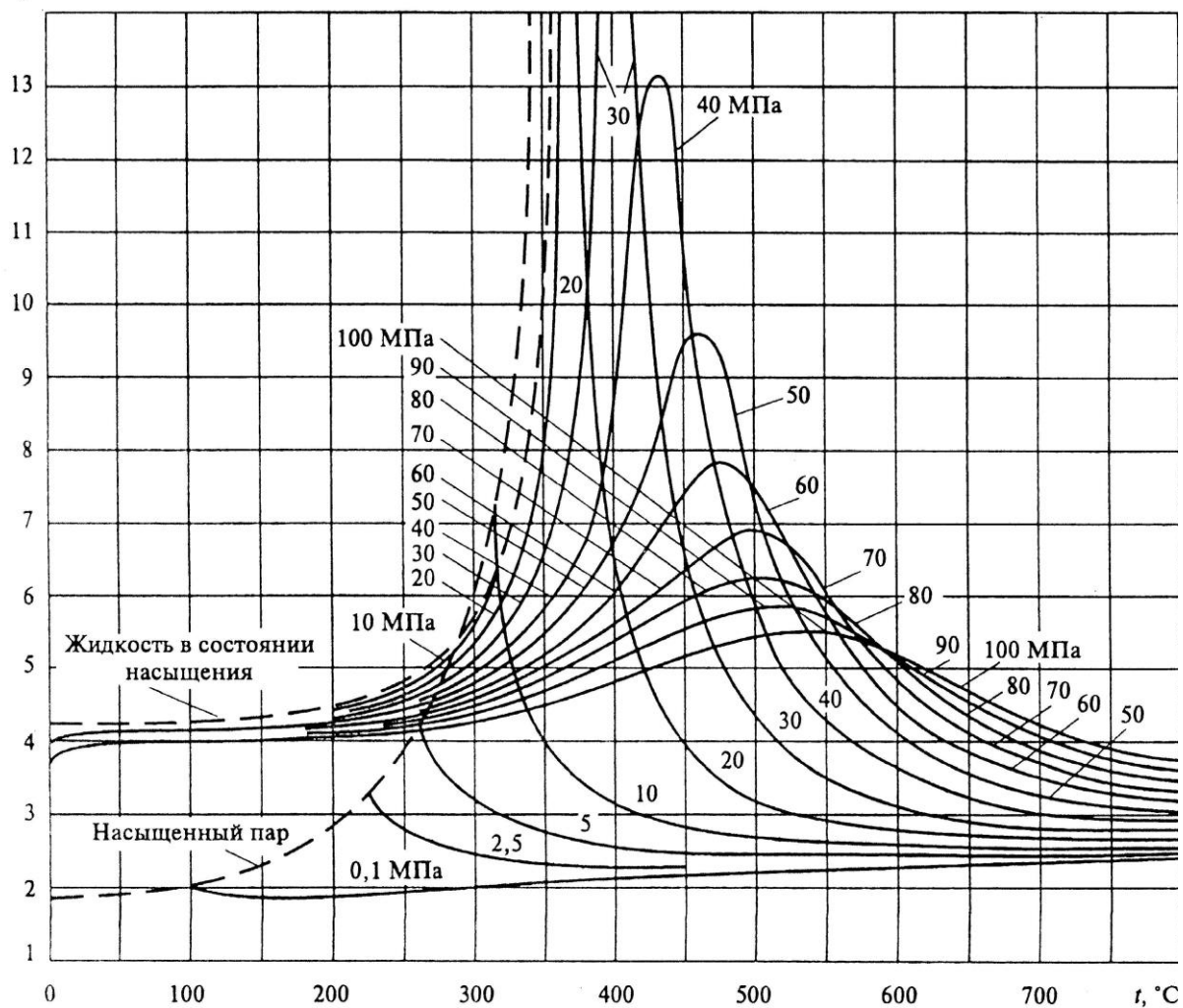
50	2,0326	0,001777	0,064	659,0	1711,1	4,9840	8,2400
----	--------	----------	-------	-------	--------	--------	--------

1-rasm. Suv va suv bug`larining solishtirma entalpiya harorat va bosimga bog`liqligi

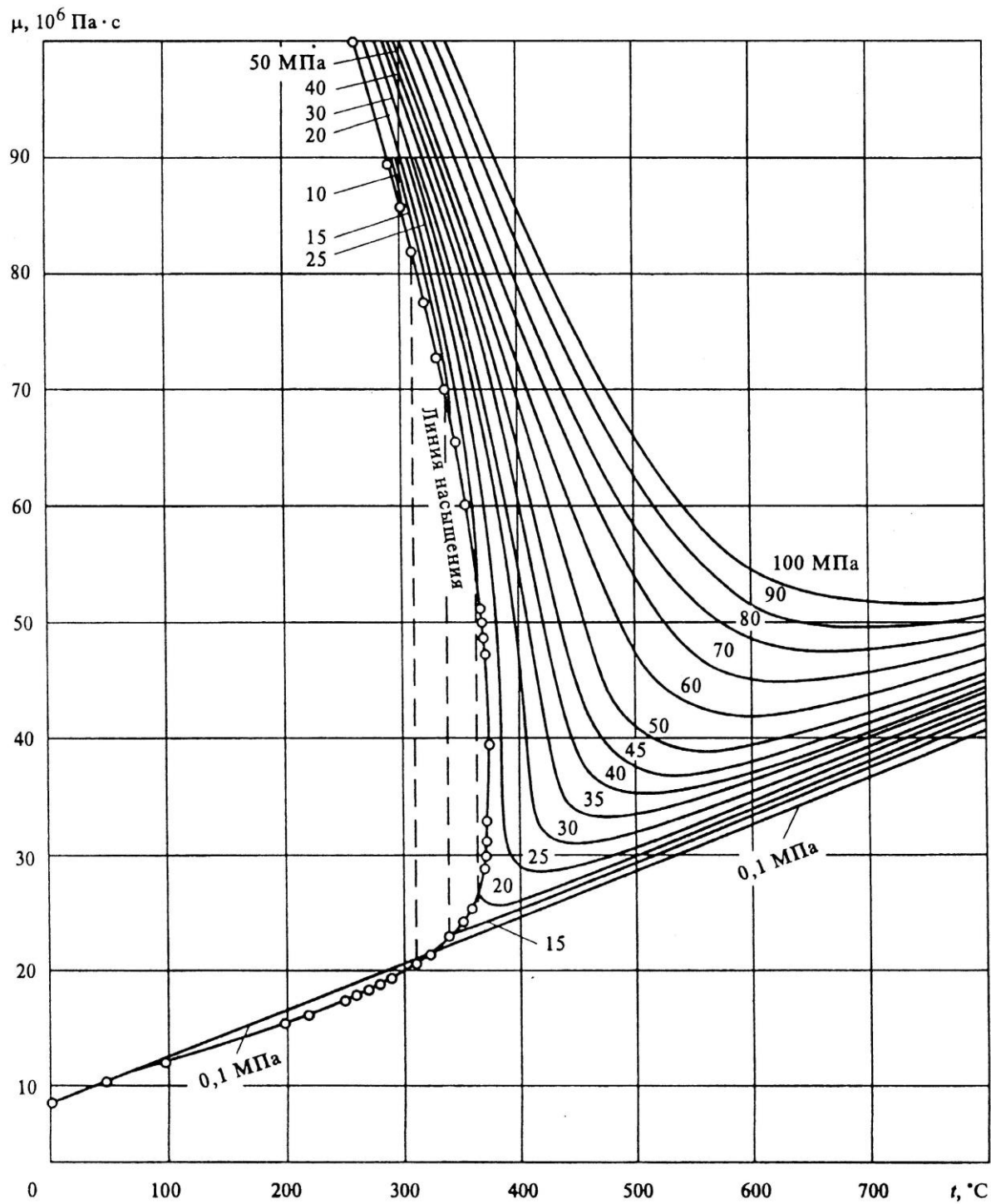


2-rasm. Suv va suv bug'larining isobarik issiqlik sig' imining harorat va bosimga bog'liqligi

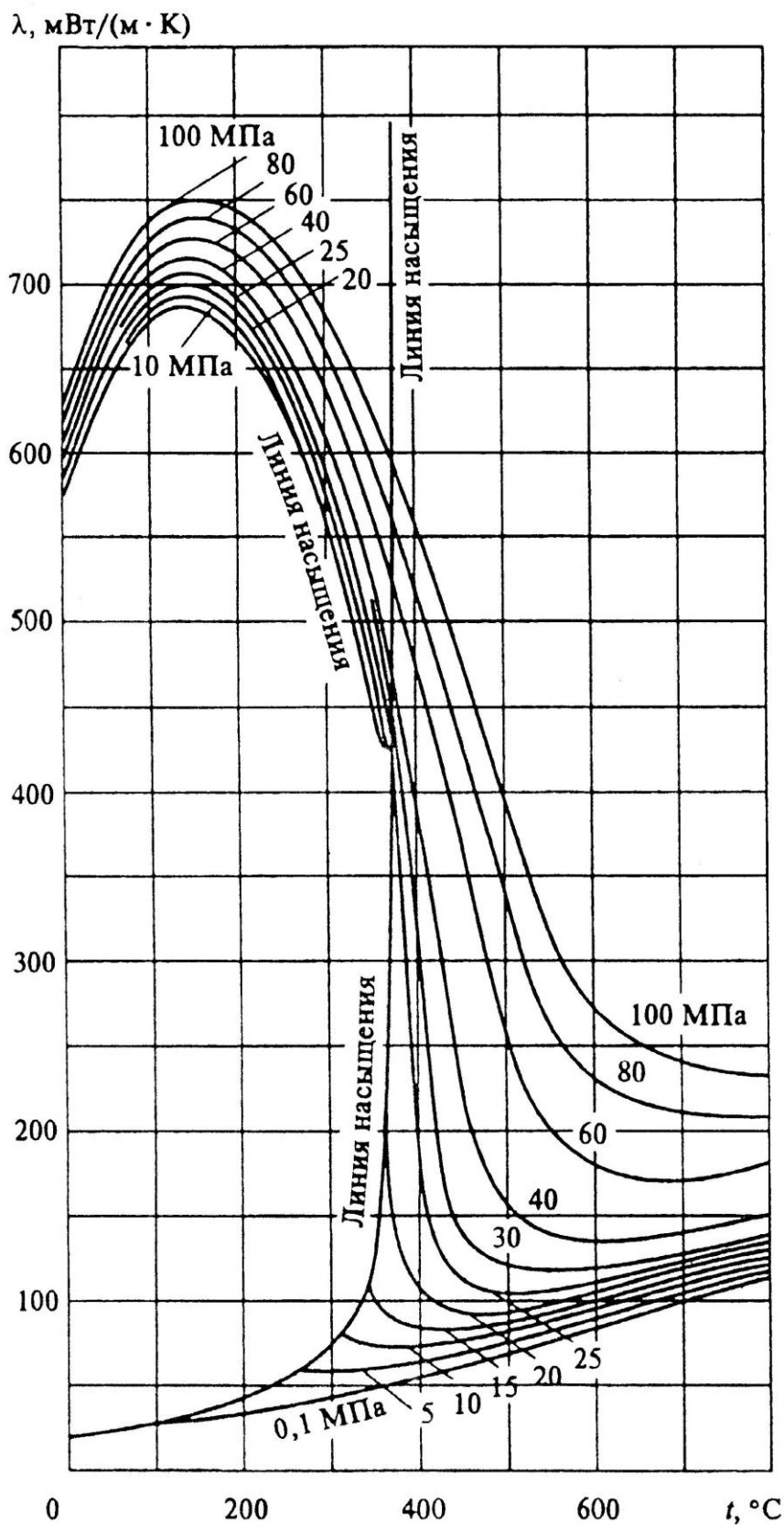
$c_p$ , кДж/(кг · К)



3-rasm. Suv va suv bug`ning dinamik qotishqoqligi harorat va bosim ko'effitsientiga bog`liqligi



4-rasm. Suv va suv bug`issiqlik va bosimning issiqlik o`tkazuvchanligiga bog`liqligi



5-rasm. Prandtl suv va suv bug` miqdorini harorat va bosimga bog`liqligi

