

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI QARSHI MUXANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI**

ENERGETIKA FAKULTETI

“ISSIQLIK ENERGETIKASI” KAFEDRASI

**“YUQORI HARORATLI
JARAYONLAR VA QURILMALAR”**

fanidan

**«Issiqlik energetikasi» yo'nalishi bo'yicha ta'lim oluvchi
talabalarga amaliy mashg'ulotlar uchun**

U S L U B I Y K O ' R S A T M A

Qarshi - 2012

Ushbu uslubiy ko'rsatmada yuqori haroratli qurilmalar - pechlar ishlashining umumiy issiqlik nazariyasi va shuningdek, po'lat eritish, quymalarni qizdirish jarayonlarini hisoblash masalalari bayon etilgan. Sanoatning turli sohalarida qo'llaniladigan eritish, qizdirish va quritish pechlari va ularga tegishli yordamchi jihozlarning tuzilishi va ishlashi ko'rib chiqilgan va amaliy masalalarni yechishga bag'ishlangan.

uslubiy ko'rsatmada "Issiqlik energetikasi" yo'nalishlari bo'yicha bakalavrlarni tayyorlovchi oliy o'quv yurtlarining talabalari uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchilar :

"Issiqlik energetikasi" kafedrası
assistenti Hamraev T.Ya
TDTU "Energetika" fakulteti
"Issiqlik energetikasi" kafedrası
assistenti Azimova M.

Uslubiy ko'rsatmada «Issiqlik energetikasi» kafedrası (Bayon № ____ «____»_____2012 yil) va Energetika fakulteti uslubiy komissiyasi yig'ilishlarida (Bayon № «____» «_____» 2012 yil) ko'rib chiqilgan hamda o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

Muborak IEM bosh myhandisi
Haitov R.M.
«Issiqlik energetikasi» kafedrası
katta o'qituvchisi Xo'jaqulov S.M.

KIRISH

Yuqori haroratli jarayonlar: metall, mashina kislmlari, kimyo mahsulotlari, qurilish va boshqa materiallar korxonasining asosi hisoblanadi. Bu jarayonlar sanoat pechlarida oxirigi mahsulot olish yoki kerakligicha ishlov berish amalga oshiriladi. Bu jarayon yuqori haroratlarda: masalan, marten pechida po'latni yoritish uchun 1800-20000S, temirchilik pechlarida po'latni qizdirish uchun 1300-15000S; o'tga chidamli materiallarni pishirish uchun 1500-18000 va yana yuqori harorat hosil qilish uchun elektrik pechlar ishlatiladi.

Ma'lum texnologik jarayonni bajarish uchun, pechlar murakkab issiqlik energetika agregatlaridan tashkil topib ko'p miqdorda yokilg'i iste'mol qilinadi. Yoqilg'i iste'mol qilinishi umumiy yoqilg'ining 60% tashkil qiladi, shuning uchun pechlarda yoqilg'idan to'g'ri foydalanish halk ho'jaligi uchun asosiy masala hisoblanadi. Ilgarigi vaqtlarda ko'p zavodlarga zamonaviy pechlar o'rnatilgan bo'lib, bu pechlarning ko'piligini foydali ish koefitsenti past. Bir necha zavodlar eritish jarayonini intensivlash, korxonani yaxshi tashkil etish va issiqlik yo'qolishidan foydalanish hisobiga foydali ish koefitsentini 40-50% oshiradi. Sanoat pechlaridan chikayotgan gazlardan yukori haroratli issiq havo olish, kombinatsiyalashgan energotexnologiyani ko'llash, yokilg'idan to'g'ri foydalanish hisobiga nisbiy yokilg'ini sarfini pasaytirish, yuqori foydali ish koefitsenti beradigan pechlar qurish imkoniyatiga ega.

Sanoat pechlarining klassifikatsiyasi.

Sanoatda ko'p hildagi pechlar ishlatiladi, ular kuyidagi klassifikatsiyalarga bo'linishi mumkin.

1. Texnologik yo'nalishiga karab:

-metallurgiya pechlari - bularga domna, po'lat eritish, qizdirish, termik ishlov berish va boshqalar.

-mashinasozlik zavodining pechlari - bularga qizdirish, temirchilik, termik ishlov berish, tsement pishirish pechlari, keramik jismlarni pishirish va boshkalar.

2. Ishchi bo'shlig'ining formasiga karab - kamerali, ko'p kamerali, aylanali, karusell, tunelli, shaxtali, aylanuvchan barabanli va boshkalar.

3. Tashkili ko'rinish rejimiga karab - to'xtovsiz harakatlanuvchi pechlar va to'xtab ishlovchi pechlar.

4. Mexanizatsiyalanish ko'rsatgichiga karab - mexanizatsiyalangan va mexanizatsiyalanmagan.

5. Issiqlik almashuviga karab-yukori haroratli radiatsion issiqlik almashiluv pechlari, past haroratli konvektiv issiqlik almashiluv pechlari, tsiklonli kamerali pechdagi issiqlik almashinuvi;

6. Issiqlikni regeneratsiyalash usuliga karab-regenerativ va rekuperativ pechlar;

7. Isitish usuliga karab - yokilg'i va elektrik pechlar;

8. Yokilg'i turiga va uni yokish usuliga qarab-mazutli pechlar, gazli va boshkalar;

9. Qizdirish usuliga karab to'g'ridan-to'g'ri qizdirish pechi va bilvosita qizdirish pechi.

Sanoat pechlarida birdaniga har-xil yonish jarayonlari sodir bo'ladi: issiqlik almashinuvi, diffuziya va gidrodinamika, lekin asosi issiqlik almashinuv jarayoni hisoblanadi.

Yuqori haroratli qurilmalarga oid masalalar.

1-Masala.

Mis eritish pechiga sovuq havo va alohida issiq havo berilgan paytdagi ish holatlari uchun uning unumdorligi aniqlansin. Havo avtonom qizdirgichda 8000S gacha isitiladi. Yoqilg'i - mazut.

Havoning ortiqlik koeffitsienti $\alpha = 1,1$. Ishchi bo'shlig'ining o'lchamlari: vannaning umumiy uzunligi $L' = 32$ m. Eritish zonasining uzunligi $L = 26$ m; shipning kengligi $B=7,5$ m; gaz katlamining balandligi $h = 1,5$ m; eritish vannasining yuzasi $F_0 \cong H_{NUR}=7,5 \cdot 26=195\text{m}^2$. Mazutning tarkibi: $C^H=83,4\%$; $H^H= 10\%$; $S_A^H = 2,9 \%$; $O^H + N^H = 0,4$; $W^H = 3,0\%$; $A^H = 0,3\%$. Quyi yonish issiqligi $Q_K^H = 38,4$ MJoul/kg.

quruk havoning nazariy kerakli miqdori:

$$V^0 = 0,0889(C^H + 0,375 S_A^H) + 0,265H^H - 0,0333 \cdot O^H = 0,0889 \cdot$$

$$(83,4 + 0,375 \cdot 2,9) + 0,265 \cdot 10,0 - 0,0333 \cdot 0,2 = 10,15 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Azotning nazariy miqdori:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 N^H/100 = 0,79 \cdot 10,15 + 0,8 \cdot 0,2/100 = 8,02 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Kuruk uch atomli gazlarning miqdori

$$V_{RO_2} = 0,01866(C^H + 0,375 S_A^H) = 0,01866 (83,4 + 0,375 \cdot 2,9) =$$

$$= 1,58 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Suv bug'larining nazariy miqdori

$$V_{H_2O}^0 = 0,111H^H + 0,0124W^H + 0,0161 \cdot V^0 = 0,111 \cdot 10,0 + 0,0124 \cdot 3,0 + 0,0161 \cdot 10,15 = 1,32 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Suv bug'larining miqdori :

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161(\alpha - 1)V^0 = 1,32 + 0,0161 \cdot 0,1 \cdot 10,15 = 1,336 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Tutun gazlarining miqdori

$$V_{\Gamma} = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} + (\alpha - 1)V^0 = 1,58 + 8,02 + 1,32 + 0,1 \cdot 10,15 = 11,94 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Gazlarning atmosfera bosimiga nisbatan ulushlarda olingan partsial bosimlari:

$$P_{RO_2} = P \cdot r_{RO_2} = P \cdot V_{RO_2}/V_{\Gamma} = 1 \cdot 1,58/11,94 = 0,132;$$

$$P_{H_2O} = P \cdot r_{H_2O} = P \cdot V_{H_2O}/V_{\Gamma} = 1 \cdot 1,336/11,94 = 0,112.$$

Yokilg'ini yokish uchun pechga beriladigan sovuq havoning harorati $t_x = 20^{\circ}\text{C}$, solishtirma issiqlik sig'imi $C_x = 1,3 \text{ kJoul/m}^3 \cdot \text{grad}$.

Sovuq havoning entalpiyasi:

$$H_x = \alpha V^0 C_x t_x = 1,1 \cdot 10,15 \cdot 1,3 \cdot 20 = 290 \text{ kЖоул/кг.}$$

Mazut yokishdan oldin $t_{\bar{e}} = 90^{\circ}\text{C}$ gacha isitiladi.

Mazutning issiqlik sig'imi:

$$C_{\bar{e}} = 1,74 + 0,00251 \cdot t_{\bar{e}} = 1,74 + 0,00251 \cdot 90 = 1,966 \text{ kJoul/kg grad};$$

mazutning entalpiyasi:

$$H_{\bar{e}} = C_{\bar{e}} t_{\bar{e}} = 1,966 \cdot 90 = 177 \text{ kJoul/kg.}$$

Sovuq havo ishlatilganda yonishning kalorimetrik haroratini $t_K = 2050^{\circ}\text{C}$ ga teng deb qabul qilamiz va shu haroratdagi tegishli issiqlik sig'imlarini olamiz:

$$C_{\text{CO}_2} = 2,43 \text{ kJoul/m}^3 \text{ grad}; C_{\text{N}_2} = 1,49 \text{ kJoul/m}^3 \text{ grad};$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 1,975 \text{ kJoul/m}^3 \text{ град}; C_x = 1,505 \text{ kJoul/m}^3 \text{ grad}$$

Havoning harorati $t_x = 20^{\circ}\text{C}$ bo'lgandagi kalorimetrik harorat:

$$t_K = \frac{Q_K^H + H_K + H_{\bar{e}}}{V_{\text{RO}_2} C_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 C_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 C_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1) V^0 C_K} =$$

$$= \frac{38,4 \cdot 10^3 + 290 + 177}{1,58 \cdot 243 + 8,02 \cdot 1,49 + 1,366 \cdot 1975 + 0,1 \cdot 10,15 \cdot 1,505} = 2050^{\circ}\text{C.}$$

Pechda issiq havo ishlatilganda bu havoning harorati

$$t_K = 800^{\circ}\text{C} \text{ на тепп. Havoning solishtirma issiqlik sig'imi: } C_K = 1,385 \text{ kJoul/m}^3 \cdot \text{град};$$

Issiq havoning entalpiyasi

$$H_K = 1,1 \cdot 10,15 \cdot 1,385 \cdot 800 = 12400 \text{ kJoul/kg.}$$

Issiq havo ishlatilganda yonishning kalorimetrik haroratini $t_K = 2560^{\circ}\text{C}$ ga teng deb qabul qilamiz va tegishli issiqlik sig'imlarini olamiz; $C_{\text{CO}_2} = 2,50 \text{ kJoul/m}^3 \cdot \text{grad}$; $C_{\text{N}_2} = 1,52 \text{ kJoul/m}^3 \cdot \text{grad}$; $C_{\text{H}_2\text{O}} = 2,08 \text{ kJoul/m}^3 \cdot \text{град}$; $C_K = 1,535 \text{ kJoul/m}^3 \cdot \text{grad}$.

Havoning harorati $t_x = 800^{\circ}\text{C}$ bo'lgandagi kalorimetrik harorat:

$$t_K = \frac{38,4 \cdot 10^3 + 12400 + 177}{1,58 \cdot 2,50 + 8,02 \cdot 1,52 + 1,336 \cdot 2,08 + 0,1 \cdot 10,15 \cdot 1,535} = 2560^\circ\text{C}$$

Bu harorat nazariy harorat t_H dan juda kam farq qiladi.

Pechdan chiqib ketuvchi gazlarning harorati $t_{q,K} = 1260^\circ\text{C}$. Pechdagi materialning harorati $t_M = 1250^\circ\text{C}$. Sovuq havo ishlatilgandagi gazlarning o'lchamsiz harorati.

$$\theta_{q,\Gamma} = \frac{t_{q,\Gamma} + 273}{t_E + 273} = \frac{1260 + 273}{2050 + 273} = 0,66;$$

Qizdirilayotgan yuzaning o'lchamsiz harorati;

$$\theta_M = \frac{t_M + 273}{t_E + 273} = \frac{1250 + 273}{2050 + 273} = 0,655;$$

To'rtinchi darajali o'lchamsiz haroratlar farqining o'rtacha qiymati:

$$\Delta_{20^\circ\text{P}} = 0,774 \theta_{q,\Gamma}^2 - \theta_M^4 = 0,774 \cdot 0,66^2 - 0,655^2 = 0,154.$$

Qizdirilayotgan materialning koralik darajasi $\varepsilon_M = 0,7$.

Pech bo'shlig'ining keltirilgan koralik darajasi

$$\varepsilon_K = 0,6$$

Nurlanuvchi yuza ifloslanishining shartli koeffitsienti
 $\xi = 0,62$.

U holda pechning issiqliq quvvati:

$$Q_{\text{COB}} = C_0 \varepsilon_M \varepsilon_K H_{\text{JL}} \xi \left(\frac{T_E}{100} \right)^4 \Delta_{20^\circ\text{P}} = 5,67 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 195 \cdot 0,62 \left(\frac{2050 + 273}{100} \right)^4 =$$

$$= 13,6 \cdot 10^6 \text{ B}_T = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kBT}.$$

Pechning nazariy unumdorligi:

$$G_{\text{COB}} = \frac{Q_{\text{COB}}}{q_{\text{III}}} = \frac{1,36 \cdot 10^3}{1,55 \cdot 10^3} = 8,77 \text{ кг/сек}.$$

Bunda: $q_{\text{III}} = 1,55 \cdot 10^3 \text{ kJoul/kg}$ - pechda 1 kg shixtani

eritish va qizdirish uchun issiqlikning solishtirma sarfi.

Pechga isitilgan havo berilganda uning o'lchamsiz parametrlari quyidagicha bo'ladi:

$$\theta_{\text{q.f.}} = \frac{1260+273}{2560+273} = 0,542; \quad \theta_M = \frac{1250+273}{2560+273} = 0,538 .$$

To'rtinchi darjali o'lchamsiz haroratlar farqining o'rtacha qiymati:

$$\Delta_{20'P} = 0,774\theta_{\text{q.f.}}^2 - \theta_M^4 = 0,774 \cdot 0,542^2 - 0,538^4 = 0,143.$$

Pechga isitilgan havo berilganda uning issiqlik kuvvati:

$$Q_{\text{ис.}} = 5,67 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 195 \cdot 0,62 \cdot \left(\frac{2560+273}{100} \right) \cdot 0,143 =$$

$$= 26,4 \cdot 10^6 \text{ Bt} = 26,4 \text{ MBt}.$$

Pechga issiq havo berilganda uning nazariy unumdorligi:

$$G_{\text{ис.}} = \frac{26,4 \cdot 10^3}{1,55 \cdot 10^3} = 17 \text{ кг/сек.}$$

Sovuq va isitilgan havo berilgan paytda pech tagining har 1m^2 yuzasidan olinadigan mahsulot miqdoritegishlica quyidagilarga teng bo'ladi:

$$q_{\text{COB.}} = \frac{24 \cdot 3600 \cdot G_{\text{COB}}}{1000 \cdot F_0} = \frac{24 \cdot 3600 \cdot 8,77}{1000 \cdot 195} = 3,9 \text{ т/сутка.}$$

$$q_{\text{ис.}} = \frac{24 \cdot 3600 \cdot 17,0}{1000 \cdot 195} = 7,92 \text{ т/сутка}$$

Hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki, pechga issiq havo berilganda uning unumdorligi keskin ortadi.

2-Masala

Materiali po'lat diametri 500 mm bo'lgan yarim mahsulotni qizdirish vaqti aniqlansin. Pech ichidagi o'zgarmas harorat $t_{\Pi} = 850^{\circ}\text{C}$ ($T_{\Pi} = 1123^{\circ}\text{K}$). Qizdirilgan materialning oxirgi harorati $t_M = 727^{\circ}\text{C}$ ($T_M = 1000^{\circ}\text{K}$).

Po'latning boshlang'ich xarorati $t_M^0 = 20^\circ\text{C}$ ($T_M^0 = 293^\circ\text{K}$). Po'latning fizik konstantalari: $\lambda = 35 \text{ BT/M.grad}$; $C = 0,71 \text{ kJoul/kg.grad}$; $\rho = 7860 \text{ kg/M}^3$ $a = 0,0225 \text{ M}^2 \cdot \text{soat}$. Keltirilgan nurlanish koefitsienti $c_K = 3,5 \text{ BT/M}^2 \cdot \text{K}^4$. Ivantsov-Stark kriteriysini aniqlaymiz:

$$И = \frac{10 \cdot C_K R}{\lambda} \left(\frac{T_{\Pi}}{100} \right)^3 = \frac{10 \cdot 3,5 \cdot 0,25}{35} \cdot 1,123^3 = 0,35.$$

Metallning boshlang'ich nisbiy harorati:

$$y_1 = T_M^0 / T_{\Pi} = 293 / 1123 \approx 0,26$$

Metallning oxirgi nisbiy harorati:

$$y_2 = T_M / T_{\Pi} = 1000 / 1123 \approx 0,89$$

$$\psi_1 = 0,24 \quad \text{ba} \quad \psi_2 = 1,23.$$

Fure kriteriysi:

$$F_0 = \frac{a\tau}{R^2} = \frac{\psi_2 - \psi_1}{2И} = \frac{1,23 - 0,24}{2 \cdot 0,35} \approx 1,41$$

Metallni qizdirish vaqti :

$$\tau = \frac{F_0 R^2}{a} = \frac{1,41 \cdot 0,25^2}{0,0225} = 3,92 \text{ soat}.$$

Metall yuzasi va markazidagi haroratlar qiymatini aniqlaymiz.

Qizdirish natijasida metall yuzasidagi haroratni $t_M = 780^\circ\text{C}$ ga teng deb qabul qilamiz, u holda :

$$q_M^{\text{yuza}} = C_K \left[\left(\frac{T_{\Pi}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{yuza}}}{100} \right)^4 \right] = 3,5 [11,23^4 - 10,54^4] = 21200 \text{ BT/M}^2.$$

Metall yuzasi va markazidagi haroratlarning farqi:

$$\Delta t_M = \frac{q_M^{\text{yuza}} \cdot R}{2 \lambda} = \frac{21200 \cdot 0,25}{2 \cdot 35} = 76^\circ\text{C}.$$

Metall markazidagi harorat:

MAR. YuZA

$$t_M = t_M - \Delta t_M = 780 - 76 = 704^0\text{C}.$$

Metall massasi bo'yicha o'rtacha harorat:

MAR

$$t_M = t_M + 0,33 \Delta t_M = 704 + 0,33 \cdot 76 = 730^0\text{C}.$$

bu berilgan qiymatga juda yaqin.

Demak, metall yuzasi va markazidagi haroratlarning qiymatini

taxminan $t_M^{YuZA} = 780^0\text{C}$ va $t_M^{MAR} = 704^0\text{C}$ ga teng deb hisoblash mumkin.

Yokilg'i yoqish uchun beriladigan 20^0C li havoning entalpiyasi:

$$H_X = V^0 \alpha C_x t_x = 10,7 \cdot 1,15 \cdot 1,295 \cdot 20 = 319 \text{ kJoul/kg}.$$

Kimyoviy chala yonish natijasida yo'qotilgan issiqlik:

$$q_{K,q,\ddot{E}} = 0,015 \cdot 39,5 \cdot 10^3 = 592 \text{ kJoul /kg}.$$

Chiqib ketuvchi gazlarning entalpiyasi $H_{q,\Gamma} = 2400 \text{ kJoul/kg}.$

Yoqilg'idan foydalanish koeffitsienti:

$$\eta_{\Phi} = 1 + \frac{H_{\ddot{E}} + H_X}{39,5 \cdot 10^3} - \frac{q_{K,q,\ddot{E}} + H_{q,\Gamma}}{39,5 \cdot 10^3} = 1 + \frac{189+319}{39,5 \cdot 10^3} - \frac{592+24 \cdot 10^3}{39,5 \cdot 10^3} = \frac{Q_{II}^I}{Q_K^I}$$

$$= 0,391.$$

Metallning kuyishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik:

$$Q_{\Theta K3} = 5660 \cdot y / 100 = 5660 \cdot 1,3 / 100 = 73,4 \text{ kJoul/kg}.$$

Texnologik jarayonga sarflanadigan issiqlik:

$$Q_{TYeXN.} = (Q_M'' - Q_M') + Q_{III} - Q_{\Theta K3} = 838 - 73,4 = 764,6 \text{ kJoul/kg}.$$

bunda: $Q_M'' - Q_M' = 838$ - metall entalpiyasining ortishi (tegishli jadvaldan olinadi).

Atrof-muhitga yo'qotilgan issiqlik:

$$Q_{A.M.} = \frac{131,5 \cdot 3600}{741} = 640 \text{ kJoul/kg}$$

Mazutning solishtirma sarfi:

$$B = \frac{Q_{\text{TEXH}} - Q_{\text{A.M.}}}{Q_{\text{K}}^{\text{H}} \cdot \eta_{\Phi}} = \frac{746,6 + 640}{39,5 \cdot 0,391} = 0,091 \text{ кг/кг (metallga)}$$

Shartli yokilg'ining solishtirma sarfi:

$$B_{\text{III}} = \frac{B \cdot Q_{\text{K}}^{\text{H}}}{29,33 \cdot 10^3} = \frac{0,091 \cdot 39,5 \cdot 10^3}{29,33 \cdot 10^3} = 0,122 \text{ кг/кг.}$$

Mazutning soatli sarfi:

$$B = qB = 141 \cdot 0,091 = 67,6 \text{ kg/soat.}$$

Havoni pechga 400°C gacha qizdirib berilganda, uning entalpiyasi 6570 kJoul/kg ga teng bo'ladi. Demak:

$$\eta_{\Phi} = 1 + \frac{189 + 6570}{39,5 \cdot 10^3} - \frac{592 + 24 \cdot 10^3}{39,5 \cdot 10^3} = 0,539.$$

Po'lat eritish marten pechi.

Po'lat eritish marten pechida eritmokchi bo'lgan shixta pechga ishchi derazasi orqali yuboriladi. Ishchi bo'shlig'i vanna ko'rinishida bo'lib, uning pastki kismida teshikchasi bor, va bu yerdan erigan po'lat kovishga tushadi.

Erigan po'lat harorati katta bo'lib - ($t'_{\text{M}} = 1550-1650^{\circ}\text{C}$) va alanganing shixtaga intensiv issiqlik uzatishi uchun pechda juda yukori haroratli alanga tashkil kilish kerak ($t_{\Phi} = 1850-1900^{\circ}\text{C}$). Pechning ishchi bo'shlig'idan tutun gazi $1750-1850^{\circ}\text{C}$ haroratda chikadi. Pechda bunday yukori haroratni hosil kilish uchun havoni va gazni haroratgacha qizdirish kerak, havoni $1000-1200^{\circ}\text{C}$ ga, gazni esa $900-1000^{\circ}\text{C}$ qizdirish kerak. Havo va gazni yukori haroratgacha qizdirish, xozirgi vaqtda regeneratorda amalga oshiriladi. Regenerator pechning tagiga joylashgan bo'lib, u erish bo'shlig'i bilan vertikal kagal va yonish qurilmasi orqali ulanadi. Yonish qurilmasida gaz regeneratorda qizdirilgan gazsimonyokilg'i va havo regeneratorda qizdirilgan havo aralashtirilib yoqiladi va alanga pechning vannasiga qarab xarakatlanadi va bu yerda shixtani erishi hosil bo'ladi. Xozirgi vaqtda marten pechlarida

tabiiy gazdan foydalanadi, chunki buning yonishida sajalig' uglerod hosil bo'lmaydi. Alanganing nurlanishining zichligi E_Φ , alanganing koralik darajasi E_Φ va uning absolyut haroratining to'rtinchi darajasiga T_Φ teng

$$E_\Phi = C_0 \cdot 10^{-8} E_\Phi T_\Phi^4$$

Regeneratordan chiqayotgan gaz harorati ($500-700^\circ\text{C}$), shuning uchun chiqayotgan gazdan to'liq foydalanish uchun bug'-qozon utilizator o'rnatiladi. Hozirgi vaqtda pechning metall qismlarini sovitish uchun bug'lanib sovitish qurilmasidan foydalanilmokda. Har bir sovitish elementi bug'lanish yuzasidan iborat bo'lgan bug' atopleniyaga yoki energetik maqsadga ishlatiladi. Bu yo'l bilan ishlaydigan pechlarning energetik fizik 50-60% tashkil qiladi.

3-Masala.

Marten pechidan chiqib ketuvchi yonish mahsulotlarining fizik issiqligidan foydalanish natijasida yokilg'ining tejalishi aniklansin. Pechning unumdorligi $G=40$ t/soat; yil davomida ishlash soatlarining soni ($= 8200$ soat; yokilg'i - tabiiy gaz, uning hajmiy tarkibi quyidagicha: $\text{CH}_4= 95,7\%$; $\text{C}_2\text{H}_4= 2,85\%$; $\text{CO}_2=0,1\%$; $\text{N}_2= 1,85\%$; gazning solishtirma sarfi $V=115$ m³/t po'lat; yonish mahsulotlarining regeneratordan keyingi harorati $t_p=1073^\circ\text{C}$; utilizator (bug' generatori) dan keyingi harorati - $t_y=473^\circ\text{C}$; kislorodning sarfi $V_{\text{O}_2}=40$ m³/t.

Yonish mahsulotlarining regeneratordan keyingi va ($=1,6$ sharoitidagi tarkibi:

$$V_{\text{RO}_2} = 172,8; V_{\text{H}_2\text{O}}=264,8; V_{\text{O}_2}=173; V_{\text{N}_2}=1252.$$

Yonish mahsulotlarining bug' generatoridan keyingi va $\alpha=1,8$ sharoitidagi tarkibi:

$$V_{\text{RO}_2} = 172,8; V_{\text{H}_2\text{O}}=266,0; V_{\text{O}_2}=183; V_{\text{N}_2}=1840.$$

Yechish.

Yonish mahsulotlarining entalpiyasini aniklaymiz:

$$H = (V_{\text{RO}_2} \cdot C_{\text{RO}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{O}_2} \cdot C_{\text{O}_2} + V_{\text{N}_2} \cdot C_{\text{N}_2}) \cdot (T-273);$$

Yonish mahsulotlarining regeneratordan keyingi entalpiyasi:

$$H_{\text{PT}} = (172,8 \cdot 2,13 + 264,8 \cdot 1,67 + 1,73 \cdot 1,45 + 1252 \cdot 1,37) \cdot (1073 - 273) = 2,22 \text{ GJoul/t. po'lat.}$$

Yonish mahsulotlarining bug' generatori (utilizator)dan keyingi entalpiyasi:

$$H_y = (172,8 \cdot 1,78 + 266,9 \cdot 1,52 + 183 \cdot 1,33 + 1840 \cdot 1,3) \cdot (473 - 273) \cdot 10^{-6} = 0,675 \text{ GJoul/t. po'lat.}$$

CHiqib ketuvchi yonish mahsulotlarining yillik issiqligi:

$$G \cdot \tau \cdot H_{\text{PT}} = 40 \cdot 8200 \cdot 2,22 = 728 \cdot 10^3 \text{ GJoul/yil.}$$

Bug' generatori (utilizatori)da yonish mahsulotlari hisobiga ishlab chiqarilishi mumkin bo'lgan issiqlik miqdori:

$$Q_H = G \cdot \tau \cdot H_{PT} (h_1 - h_2) \beta (1 - \xi) \cdot 10^3, \text{ GJoul/yil.}$$

bunda : β - issiqlik manbai va utilizator ish holatlari va ish soatlarining o'zaro mos kelmasligini hisobga oluvchi koeffitsient, $\beta=0,7$;

ξ - atrof-muhitga yo'qotilayotgan issiqlikni hisobga oluvchi koeffitsient, $\xi=0,15$.

$$Q_H = 728 \cdot 10^3 (2,22 - 0,675) \cdot 0,7 \cdot 0,85 = 672,5 \cdot 10^3 \text{ GJoul/yil.}$$

Tejalgan shartli yokilg'i:

$$B_{TEЖ} = \frac{0,0342}{\eta_{O'6}} \cdot Q_H ;$$

bunda: $\eta_{O'6}$ - o'rni bosiladigan energetik qurilmaning yoqilg'i issiqligidan foydalanish koeffitsienti, $\eta_{O'6} = 0,8$.

$$B_{TEЖ} = \frac{0,0342}{0,8} \cdot 672,5 \cdot 10^3 = 28748 \text{ т.}$$

4-Masala.

Gaz bilan to'ldirilgan pechning tag qismida metall qizdiriladi. Pech tag qismi o'lchamlari $1 \times 1,5 \text{ m}$; uning 90% kismi koralik darajasi $\varepsilon_M = 0,8$ bo'lgan metall bilan band.

Metalldan pechning tepa kismigacha bo'lgan balandlik - $0,95 \text{ m}$. Gazning tarkibida 18% CO_2 va 12% H_2O mavjud, uning harorati 1200°C . Metall harorati 800°C bo'lganda gaz va devor koplamasidan metallga nurlanish okimining zichligi aniqlansin.

Yechish.

1. Nurning effektiv uzunligi: $S_{\Phi} = 3,6 \text{ V}/\Sigma F$

bu yerda : V - gazning hajmi; ΣF - uni chegaralovchi yuzalar yig'indisi.

$$S_{\Phi} = 3,6 \frac{1 \cdot 1,5 \cdot 0,95}{2 [(1 + 1,5)0,95 + 1 \cdot 1,5]} = 0,526 \text{ , m.}$$

Kuyidagi kattaliklarni hisoblaymiz:

$$P_{\text{CO}_2} \cdot S_{\Phi} = 18 \cdot 0,526 = 9,47 \text{ кПа} \cdot \text{м};$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot S_{\Phi} = 12 \cdot 0,526 = 6,31 \text{ кПа} \cdot \text{м}$$

Bu berilganlar asosida nomogrammadan kuyidagilarni topamiz:

$$\varepsilon_{\text{CO}_2} = 0,095; \quad \varepsilon_{\text{H}_2\text{O}} = 0,075; \quad \eta = 1,08.$$

Gazning koralik darajasini hisoblaymiz:

$$\varepsilon_{\Gamma} = 0,095 + 1,08 \cdot 0,075 = 0,17$$

2. Devor - metall uchun burchak koeffitsienti:

$$\varphi_{K.M} = \frac{F_M}{F_K} = \frac{0,9 \cdot 1 \cdot 1,5}{2(1 + 1,5) 0,95 + 1 \cdot 1,5} = 0,216$$

3. Nurlanish okimi:

$$Q_{\Gamma 1} = \varepsilon_{\Gamma} \varepsilon_1 \frac{\varphi_{21} (1 + \varepsilon_{\Gamma}) + 1}{\varphi_{21} (1 - \varepsilon_{\Gamma}) [\varepsilon_1 + \varepsilon_{\Gamma} (1 - \varepsilon_1)] + \varepsilon_{\Gamma}} \cdot \sigma_0 F_1 (T_{\Gamma}^4 - T_1^4);$$

Bu ifodaga binoan gaz va devordan metallga nurlanishning keltirilgan koeffitsienti quyidagiga teng:

$$\sigma_{\Gamma .M} = \frac{0,17 \cdot 0,8 [0,216 (1 - 0,17) + 1] \cdot 5,7 \cdot 10^{-8}}{0,216(1 - 0,17) [0,8 + 0,17(1-0,8)] + 0,17} = 3,1 \cdot 10^{-8} \text{ Bt/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

Metallga nurlanish okimining zichligi:

$$q_{.M} = \frac{Q_M}{F_M} = 3,1 \cdot 10^{-8} (1473^4 - 1073^4) = 104847 \text{ Bt/m}^2$$

II. Texnologik pechlarda chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan bug' olish uchun foydalanishga bag'ishlangan ba'zi masalalar yechimiini keltiramiz.

Chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan foydalanuvchi qurilmasi (utilizator)da bug' ko'rinishida ishlab chiqarilgan issiqlik miqdori:

$$Q = B(I_{\Gamma} - I'_{\varepsilon})\beta(1 - \zeta), \text{ kJ/c.}$$

bunda: I_{Γ} -pechdan chiquvchi gazlarning entalpiyasi, kJ/kg
 I_{Γ}' -chiqindidan foydalanuvchi qozonning chiqish joyidagi gazlarning entalpiyasi, kJ/kg.

(-issiqlik qurilmalari (pech va qozon) ning ish holatlari bir-biriga mos kelmasligini hisobga oluvchi koeffitsient.

ζ -atrof-muhit qozondan issiqlik yo'qotilishining koeffitsienti.

Ikkilamchi energetik manbalar hisobliga tejalgan shartli yoqilg'i miqdori:

$$B_{\text{rex}} = \frac{Q}{29300\eta_{x,x}}, \text{ кг/с.}$$

Bunda: $\eta_{\text{к.к.}}$ -qozonxonaning foydali ish koeffitsienti.

5 – Masala.

Pechning qizigan gazlari issiqligidan foydalanuvchi qozon qurilmasida ishlab chiqarilgan issiqlik (bug' ko'rinishida) aniqlansin. Pechdan chiquvchi gazlar harorati $t=700^{\circ}\text{C}$ havoning ortiqlik koeffitsienti $\alpha=1,3$, pechda yoqilg'ining sarfi $B=0,05 \text{ м}^3/\text{с}$, ish holatlarining mos kelmaslik koeffitsienti $\beta=1,0$ va issiqlikning atmosferaga yo'qotilish koeffitsienti $\zeta=0,1$. Pechda tabiiy gaz yoqiladi, uning tarkibi: $\text{CO}_2=0,2\%$; $\text{CH}_4=98,2\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=0,4\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,1\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,1\%$; $\text{N}_2=0,4\%$.

Yechish:

Havoning hisobiy kerakli hajmi:

$$V^0 = 0,0478(0,5(\text{CO} + \text{H}_2) + 1,5\text{H}_2\text{S} + 2\text{CH}_4) \\ \sum(m + \frac{n}{4}C_mH_n - O_2) = 0,0478(2 \cdot 98,2 + 3,5 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,1 + 6,5 \cdot 0,1) = 9,51 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Uch atomli gazlarning hajmi:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum mC_mH_n) = 0,01(0,2 + 98,2 + 2 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1) = 1,0 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Azotning hisobiy hajmi:

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79V^0 + N_2/100 = 0,79 \cdot 9,51 + 1/100 = 7,52 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Suv bug'larining hisobiy hajmi:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,01(\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \sum \frac{n}{2}C_mH_n + 0,124\alpha_c) + 0,0161V^0 = \\ = 0,01(2 \cdot 98,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1) + 0,0161 \cdot 9,51 = 2,13 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Pechdan chiqayotgan gazlarning entalpiyasi:

$$I_c = I_c^0 + (\alpha - 1)I_c^0 = V_{\text{H}_2\text{O}}(Ct)_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2}(Ct)_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1)V^0(Ct)_r = \\ = 1 \cdot 1461 + 7,52 \cdot 946 + 2,13 \cdot 1147 + (1,3 - 1) \cdot 9,51 \cdot 979 = 13811 \text{ кЖ}/\text{м}^3.$$

Qozon qurilmasidan chiquvchi gazlarning entalpiyasi:

$$I'_c = I_c^0 + (\alpha - 1)I_c^0 = V_{\text{H}_2\text{O}}(Ct')_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2}^0(Ct')_{\text{N}_2} + \\ + V_{\text{H}_2\text{O}}^0(Ct')_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha - 1)V^0(Ct')_c = \\ = 1 \cdot 357 + 7,52 \cdot 260 + 2,13 \cdot 304 + (1,3 - 1)9,51 \cdot 266 = 5489 \text{ кЖ}/\text{м}^3 \\ (Ct)_{\text{CO}_2} \text{ ба } (Ct')_{\text{CO}_2} \text{ hokazolar I – ilovadan olindi.}$$

CHiqib ketuvchi gazlar issiqligidan foydalanib qozon qurilmasida ishlab chiqarilgan bug' ko'rinishidagi issiqlik miqdori:

$$Q=B(I_r-I'_z)\beta(1-\zeta)=0,005\cdot(13811-5489)\cdot 1(1-0,1)=375 \text{ кЖ/с}.$$

6–Masala.

Pechdan chiqib ketuvchi gazlar issiqligidan foydalanib, qozon qurilmasida bur ko'rinishida ishlab chiqarilgan issiqlik hisobilga tejalgan yoqilr miqdori aniqlansin. Pechdan chiqayotgan gazlar harorati $t=700^{\circ}\text{C}$, qozon qurilmasidan chiquvchi gazlarniki $t'=200^{\circ}\text{C}$? Havoning ortiqlik koeffitsienti $\alpha=1,35$, yoqilr sarfi $B=0,036 \text{ м}^3/\text{с}$, ish holatlarining mos kelmaslik koeffitsienti $\zeta=0,12$ va qozon qurilmasining foydali ish koeffitsienti $\eta_{\text{h.h.}}=0,86$. Pechda yoqilayotgan tabiiy gaz tarkibi:

Yechish:

Havoning hisobiy kerakli hajmi:

$$V^0=0,0478(0,5(\text{CO}+\text{H}_2)+1,5\text{H}_2\text{S}+2\text{CH}_4+$$

$$\sum(m+\frac{n}{4})C_mH_n-O_2)=0,0478(2\cdot$$

$$94,1+3,5\cdot 3,1+0,6+6,5\cdot 0,2+8\cdot 0,8)=9,98 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Uch atomli gazlarning hajmi:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}=0,01(\text{CO}_2+\text{CO}+\text{H}_2\text{S}+\sum mC_mH_n)=0,01(94,1+2\cdot 3,1+3\cdot 0,6+4\cdot 0,2+5\cdot 0,8)=1,07 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Azotning hisobiy hajmi:

$$V_{\text{N}_2}^o=0,79V^0+N_2/100=0,79\cdot 9,98+1,2/100=7,9 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Suv buflarining hisobiy hajmi:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^o=0,01(\text{H}_2\text{S}+\text{H}_2+\sum \frac{n}{2}C_mH_n+0,124\alpha_z)+0,0161V^0=$$

$$=0,01(2\cdot 94,1+3\cdot 3,1+4\cdot 0,6+5\cdot 0,2+6\cdot 0,8)+0,0161\cdot 9,98=2,22 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Pechdan chiquvchi gazlar entalpiyasi:

$$I_z=I_z^0+(\alpha-1)I_z^0=V_{\text{NO}_2}(Ct)_{\text{CO}_2}+V_{\text{N}_2}^0(Ct)_{\text{N}_2}+V_{\text{H}_2\text{O}}(Ct)_{\text{H}_2\text{O}}+(\alpha-1)V^0(Ct)_r=$$

$$=1,07\cdot 357+7,9\cdot 260+2,22\cdot 304+(1,35-1)\cdot 9,98\cdot 979=6130 \text{ кЖ/м}^3.$$

$(Ct)_{\text{CO}_2}$ va boshqalar birinchi ilovadan olindi.

Qozon qurilmasidan chiquvchi gazlar entalpiyasi:

$$I'_z=I_z^0+(\alpha-1)I_z^0=V_{\text{H}_2\text{O}}(Ct')_{\text{CO}_2}+V_{\text{N}_2}^o(Ct')_{\text{N}_2}+$$

$$+V_{\text{H}_2\text{O}}^o(Ct')_{\text{H}_2\text{O}}+(\alpha-1)V^0(Ct')_z=$$

$$=1,07\cdot 357+7,9\cdot 260+2,22\cdot 304+(1,35-1)9,98\cdot 266=6130 \text{ кЖ/м}^3$$

Pechdan chiqib ketuvchi qizigan gazlardan foydalanib, qozon qurilmasida bur ko'rinishida ishlab chiqarilgan issiqlik miqdori:

$$Q=B(I_r-I'_z)\beta(1-\zeta)=0,036\cdot(15017-6130)\cdot 1(1-0,12)=282 \text{ кЖ/с}.$$

Tejalgan yoqilr miqdori:

$$B_{\text{теж}}=\frac{Q}{29300\cdot \eta_{\text{x.x.}}}=\frac{282}{29300\cdot 0,86}=0,011 \text{ кг/с (ёки 39,6 кг/соат)}$$

7 – Masala.

Quyidagi tarkibda berilgan: $C^H = 62,7\%$; $H^H = 3,1\%$; $S^H = 3,1\%$; $S^H = 2,8\%$; $N^H = 0,9\%$; $O^H = 1,7\%$; $A^H = 23,8\%$; $W^H = 5,0\%$ ko'mirning 1 kg miqdori to'la yoqilganda hosil bo'ladigan ikki va uch atomli gazlarning hajmi va CO_2 qamda SO_2 quruq gazlarning miqdori aniqlansin. To'la yonish natijasida tutun gazlari tarkibidagi uch atomli gazlarning miqdori $RO_2^{MAKS} = 18,5\%$ deb qabul kilinsin.

Yechish : Uch atomli gazlarning miqdori

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} = 0,0187(C^H + 0,375S^H) = 0,0187(62,7 + 0,375 \cdot 2,8) = 1,19 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Kuruk gazlarning xajmi:

$$V_{K.G.} = \frac{V_{RO_2}}{RO_2^{MAKS}} \cdot 100 = \frac{1,19}{18,8} \cdot 100 = 6,33 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Ikki atomli gazlarning xajmi:

$$V_{R_2} = V_{K.G.} - V_{RO_2} = 6,33 - 1,19 = 5,14 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Kuruq gazlardagi SO_2 ning miqdori

$$CO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{K.G.}} \cdot 100 = \frac{0,0187C^H}{V_{K.G.}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 62,7}{6,33} \cdot 100 = 18,5\%.$$

Quruk gazlardagi SO_2 ning miqdori

$$CO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{K.G.}} \cdot 100 = \frac{0,0187C^H}{V_{K.G.}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 62,7}{6,33} \cdot 100 = 18,5\%.$$

$$SO_2 = \frac{V_{SO_2}}{V_{K.G.}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 0,375S^H}{V_{K.G.}} \cdot 100 = \frac{0,0187 \cdot 0,375 \cdot 2,8}{6,33} \cdot 100 = 0,31\%.$$

8 – Masala.

1kg slanets to'la yonganda hosil bo'ladigan yonish maxsulotlarining massasi va ulardagi kulning konsentratsiyasi aniqlansin. Slanetsning tarkibi: $C^H = 20,6\%$; $H^H = 2,7\%$; $S^H = 1,7\%$; $N^H = 0,1\%$; $O_2^H = 2,8\%$; $A^H = 46,0\%$; $W^H = 11,5\%$; $CO_2^H = 16,4\%$, yonish maqsulotlari tomonidan olib ketiladigan kulning ulushi

$$a_{O,K} = 0,95.$$

O'txonadagi xavoning ortiklik koeffitsienti $\alpha_{O'} = 1,3$.

Yechish.

Yokilgidagi kulning miqdori (parchalanmagan karbonatlarni xisobga olganda):

$$A_K^H = A^H + (1-K) CO_2^H = 46,0 + (1-0,7) 16,4 = 50,9\%.$$

1 kg yokilgini to'la yonishi uchun lozim bo'lgan xavoning nazariy xajmi:

$$V^0 = 0,089C^H + 0,266H^H + 0,33(S^P - O^H) = 0,089 \cdot 20,6 + 0,266 \cdot 2,7 + 0,033(1,7 - 2,8) = 2,52 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Yonish maqsulotlarining massasi:

$$M_\Gamma = 1 - 0,01A_K^H + 1,306\alpha_{O'} \cdot V^0 + 0,01CO_2^H \cdot K = 1 - 0,01 \cdot 50,9 + 1,306 \cdot 1,3 \cdot 2,52 + 0,01 \cdot 1,64 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ kg/kg}.$$

Tutun gazlaridagi kulning kontsentratsiyasi:

$$\mu_K = \frac{A^H \cdot a_{O,K}}{M_\Gamma} = \frac{46 \cdot 0,95}{4,9 \cdot 100} = 0,0892.$$

9- masala.

Pech o'txonacida tabiiy gaz yoqiladi, uning tarkibi quyidagicha: $CO_2 = 0,2\%$, $CH_4 = 98,2\%$, $C_2H_6 = 0,4\%$, $C_3H_8 = 0,1\%$, $C_4H_{10} = 0,1\%$, $N_2 = 1,0\%$. O'txonadagi havoning ortiklik koeffitsienti $\alpha_{O'} = 1,2$. To'la yonish mahsulotlarining o'txonadan chiqish joyidagi hajmi, shuningdek 1 m^3 tabiiy gazning yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy va haqiqiy hajmlari aniqlansin.

Yechish:

1 m^3 yoqilg'ining to'la yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy hajmi:

$$V^0 = 0,0478 [0,5 CO + 0,5H_2 + 1,5H_2S + 2CH_4 + \Sigma(m+n/4) C_mH_n - O_2] = 0,0478 (2 \cdot 98,2 + 3 \cdot 50,4 + 5 \cdot 0,1 + 6 \cdot 50,1) = 9,51 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

$\alpha_{O'} = 1,2$ bo'lgan paytda quruq gazlarning hajmi:

$$V_{K,\Gamma} = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + (\alpha_{O'} - 1)V^0 = 0,01(CO_2 + CO + H_2S + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10}) + 0,79V^0 + N_2/100 + (\alpha_{O'} - 1)V^0 = 0,01(0,2 + 98,2 + 2 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1) + 0,79 \cdot 9,51 + 1,0/100 + (1,2 - 1) 9,51 = 10,42 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Suv bug'larining hajmi ($\alpha_{O'} = 1,2$ da):

$$V_{H_2O}=0,01(H_2S+H_2+2CH_4+3C_2H_6+4C_3H_8+5C_4H_{10}+0,124d_r)+0,0161 \cdot 1,29,51=2,17M^3/M^3.$$

To'la yonish mahsulotlarining hajmi:

$$V_{\Gamma}=V_{Jb,\Gamma}+V_{H_2O}=10,42+2,17=12,59 M^3/M^3.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

10 – Masala.

Pechning ustidagi koplam shamot fishtidan tayyorlangan. Uning issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 0,84 (1 + 0,695 \cdot 10^{-3}t)$ $B_T / (M \cdot ^\circ C)$, qoplaning qalinligi $\delta = 250 \text{ mm}$ $1M^2$ yuzadagi issiqlik yo'qolishini $q \cdot B_T/M^2$ va ichki yuzadagi devor xaroratini aniqlang?

Pechdagi gazning xarorati $t_{ж1} = 1200^\circ C$. Muhitdagi havoning xarorati $t_{ж2} = 30^\circ C$. Gazdan devorga berilayotgan issiqlik koeffitsienti $\alpha_1 = 30 B_T / (M^2 \cdot ^\circ C)$; qatlamdan havo muhitiga berilayotgan issiqlik koeffitsienti $\alpha_2 = 10 B_T / (M^2 \cdot ^\circ C)$.

Javob: $q = 3530 B_T/M^2$.

11 – Masala.

Diametri $d = 400 \text{ mm}$ bo'lgan uzun po'lat valni pechgga qo'ygandan keyin $\tau = 2,5$ soat o'tganda xaroratlarni taksimlanishini aniqlang.

Po'lat uchun issiqlik o'tkazuvchanlik va xarorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagicha: $\lambda = 42 B_T/(M \cdot ^\circ C)$, $a = 1,18 \cdot 10^{-5} M^2/c$. valdan pechgga issiqlik berish koeffitsienti $\alpha = 116 B_T / M^2 / ^\circ C$.

Tadkikotni katta bo'lmagan pechda po'latdan yasalgan geometrik valda olib boriladi. Model uchun $\lambda = 16 B_T/(M \cdot ^\circ C)$, $a_H = 0,53 \cdot 10^{-5} M^2/c$; $\alpha_M = 150 B_T/(M^2 / ^\circ C)$
 D_M – val modelini, oraliq vaqtini aniqlang.

Javob: $d_M = 117,5 \text{ mm}$, $\tau_M = 1735 C$.

12 – Masala.

Quyidagi tarkibda berilgan $2000 M^3/\text{soat}$ tabiiy gazni: $CO_2=0,5\%$; $CH_4= 92,8\%$; $C_2H_6= 2,8\%$; $C_3H_8=0,9\%$; $C_4H_{10}=0,4\%$; $C_5H_{12}=0,1\%$; $N_2=2,5\%$; va ikkinchi turdagi $1000M^3/\text{soat}$ gazni: $CO_2=0,1\%$; $CH_4=89,7\%$; $C_2H_6=5,2\%$; $C_3H_8=1,7\%$; $C_4H_{10}=0,5\%$; $C_5H_{12}=0,1\%$; $N= 2,7\%$ yoqish uchun zarur bo'lgan havoning nazariy va kaltsiy hajmlari aniqlansin. O'txona kamerasidagi havoning ortiqlik koeffitsienti tegishli $\alpha_{\text{H}}=1,15$ ba $1,1$.

Javob: $V^0= 29360 M^3/\text{coat}$; $V_{QAK}= 33264 M^3/\text{coat}$.

13 – Masala.

Qozon o'txonasida 600m^3 tabiiy gaz yoqiladi, uning tarkibi: $\text{CO}_2 = 0,2\%$; $\text{CH}_4 = 98,5\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,2\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,1\%$; $\text{N}_2 = 1,0\%$. O'txonadagi qavoning ortiqlik koeffitsienti $\alpha_{O'} = 1,15$ bo'lganda yonish maqsulotlarining hajmi aniqlansin.

Javob: $V_{\Gamma} = 7210 \text{ m}^3$.

14- masala.

Kuyidagi tarkibli ko'mir berilgan:

$C^H = 45,4\%$; $H^H = 3,5\%$; $S^H = 1,3\%$; $N^H = 0,9\%$; $O^H = 8,9\%$; $A^H = 27\%$; $W^H = 13,0\%$; tutun gazlaridagi uch atomli gazlarning miqdori $\text{RO}_2^{\text{MAKC}} = 18,7\%$. SHu yokilrining 1 kg miqdorito'la yokilganda qosil bo'ladigan uch atomli gazlarning hajmi va ulardagi CO_2 hamda SO_2 gazlarning miqdorianiklansin.

Javob: $V_{\text{RO}_2} = 0,86 \text{ m}^3/\text{kg}$; $\text{CO}_2 = 18,5\%$; $\text{SO}_2 = 0,2\%$.

15- masala.

Pech o'txonasida $2 \cdot 10^3$ kg/soat mikdorda mazut yoqiladi, uning tarkibi: $C^H = 84,65\%$; $H^H = 11,7\%$; $S^H = 0,3\%$; $O^H = 0,3\%$; $A^H = 0,05\%$; $W^H = 3,0\%$. Agar shu yokilri to'la yongan paytda hosil bo'lgan tutun gazlarining tarkibidagi SO_2 ning miqdori 15% dan 12 % gacha kamaygani ma'lum bo'lsa, o'txonaga berilayotgan havoning hajmi kanchaga ortgani aniklansin.

Javob: $V_Q = 6666 \text{ m}^3/\text{soat}$.

16 – Masala.

Pech o'txonasida ikki xil ko'mir yoqiladi.

Ulardan birinchisining sarfi $2 \cdot 10^3$ kg/soat va tarkibi $C_n^H = 49,3\%$;

$H_1^H = 3,6\%$; $S_1^H = 3,0\%$; $N_1^H = 1,0\%$; $O_1^H = 8,3\%$; $A_1^H = 21,8\%$; $W_1^H = 3,0\%$ va ikkinchisining sarfi $3 \cdot 10^3$ kg/soat, tarkibi: $C_2^H = 55,2\%$; $H_2^H = 3,8\%$; $S_2^H = 3,2\%$; $N_2^H = 1,0\%$; $O_2^H = 5,8\%$; $A_2^H = 23$; $W_2^H = 8\%$. Agar o'txonadagi xavoning ortiklik koeffitsienti $\alpha_{O'} = 1,3$ bo'lsa, aralashmaning to'la yonishi natijasida xosil bo'ladigan gazning xajmi aniklansin.

Javob: $V_{\Gamma} = 37480 \text{ m}^3/\text{soat}$.

17– Masala.

1000 m^3 / soat tabiiy gaz to'la yokilganda qosil bo'ladigan tutun gazlarining xajmi aniklansin. Tabiiy gazning tarkibi:

$\text{CO}_2=0,1\%$; $\text{CH}_4=85,8\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=0,2\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,1\%$, $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,1\%$; $\text{N}_2=13,7\%$. Yonish kamerasidagi xavoning ortiklik koeffitsienti $\alpha_{O'}=1,1$.

Javob: $V_{\Gamma}=10230 \text{ m}^3/\text{soat}$.

18 – Masala.

1 kg ko'mir to'la yonganda xosil bo'ladigan gazlar massasi va ulardagi kulning kontsentratsiyasi aniklansin. Ko'mir tarkibi: $\text{C}^H=54,7\%$; $\text{H}^H=3,3\%$; $\text{S}^H=0,8\%$; $\text{N}^H=0,8\%$; $\text{O}^H=4,8\%$; $\text{A}^H=27,6\%$; $\text{W}^H=8,0\%$. $a_{O.K.}=0,85$,

Havoning ortiklik koeffitsienti $\alpha_{O'}=1,3$.

Javob: $M_{\Gamma}=9,25 \text{ кг/кг}$; $\mu_K=0,0253$.

19 – Masala.

1 m^3 tabiiy gaz to'la yokilganda xosil bo'ladigan yonish maxsulotlarining massasi aniklansin. Tabiiy gazning tarkibi

$\text{CO}_2=0,2\%$; $\text{CH}_4=98,2\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=0,4\%$;

$\text{C}_3\text{H}_8=0,1\%$, $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,1\%$; $\text{N}_2=1,0\%$

kuruk gazning zichligi $p_{K.\Gamma.}=0,728 \text{ кг/м}^3$. Havoning ortiklik koeffitsienti $\alpha_{O'}=1,15$.

Javob: $M_{\Gamma}=15 \text{ кг/м}^3$.

20 – Masala.

Qozon qurilmasida ishlab chiqarilgan issiqlik miqdori aniqlansin. Pechdan chiquvchi gazlar entalpiyasi $I_{\Gamma}=9800 \text{ кЖ/м}^3$, qozon qurilmasidan chiquvchi gazlar harorati $t=200^{\circ}\text{C}$, havoning ortiqlik koeffitsienti $\alpha=1,3$, yoqilg'i sarfi $B=0,036 \text{ м}^3/\text{с}$, issiqlikning yo'qotilish koeffitsienti $\zeta=0,1$. Pechlarda yoqiliyotgan tabiiy gazning tarkibi: $\text{CO}_2=0,8\%$; $\text{CH}_4=84,5\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=3,8\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=1,9\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,9\%$; $\text{N}_2=7,8\%$.

Javob: $Q=138 \text{ кЖ/с}$.

ADABIYOTLAR

1. «Sanoatdagi ikqilamchi energiya manbalari». Alimbaev A.U. O'kuv ko'llanmasi. Toshkent, ToshDTU, 1996, 72 bet.

2. Бельский В.И., Сергеев Б.В. «Промышленные печи и трубы» М.: Стройиздат, 1974.

3. «Yukori xaroratli texnologik jarayonlar va qurilmalar» O'kuv ko'llanmasi. Toshkent, ToshDTU, 2002, 140 bet.

4. A.SH.SHoislomov, A.U.Alimboev, N.T.Toshboev «Yoqilg'i va yonish asoslari» O'kuv ko'llanmasi. Toshkent, ToshDTU, 1996, 140- bet.

Qushimcha adabiyotlar

1. Alimbaev A.U. “Yukori xarortali texnologik jarayonlar va qurilmalar”. O’quv ko’llanmasi. Toshkent, ToshDTU, 2002 , 94 bet.
2. Alimbaev A.U. “Sanoatdagi ikqilamchi energiya manbalari”. O’quv ko’llanmasi. Toshkent, ToshDTU, 1996 , 72 bet.
3. Бельский В.И., Сергеев Б.В. “Промышленные печи и трубы” М,: Стройиздат, 1974 .
4. Перелетов И.И., Бровкин Л.А., Розенгарт Ю.И., Ключников А.Д., Морозов И.П. и др. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки. М: Энергоатомиздат , 1989.
5. Щукин А.А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов. М. Энергия ,1973 .