

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUXANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

«ISSIQLIK ENERGETIKASI» KAFEDRASI

«IKKILAMCHI ENERGIYA MANBALARI»

fanidan ma'ruza matnlari to'plami.

QARSHI – 2022 yil

Tuzuvchi: MEM kafedrası assistenti

A.R.Toshboyev

Taqrizchilar: "Muqobil energiya manbalari" kafedrası dosenti

t.f.n. A.S.Dusyarov

Ushbu ma'ruza matnlari to'plami «Muqobil energiya manbalari» kafedrası majlisida ko'rib chiqilgan (bayon № __ " __ " _____ 20__ y). EF uslubiy kengashining (bayon № __ " __ " _____ 20__ y) va QMII uslubiy kengashining № _____ 20__ yilgi qarorida ma`qullangan va institut o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

ANNOTASIYA

Ushbu ma'ruza matnlari to'plami 5312400 – «Muqobil energiya manbalari» bakalavr yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, unda «Ikkilamchi energiya manbalari» fanidan o'qitilayotgan asosiy ma'ruzalar berilgan.

To'plamda Issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarishda foydalanish mumkin bo'lgan texnologik jarayonlar hamda bu jarayonni vujudga keltiradigan qurilmalar tavsifi, ularning ishlash prinsipi to'g'risidagi ma'ruzalar jamlangan.

SO'Z BOSHI

Zamonaviy fan-texnikaning rivojlanib borishi bilan bir paytda tabiatda mavjud bo'lgan tabiiy-energetik resurslardan foydalanish jarayonida ko'pdan ko'p isroflarga yo'l qo'yilib kelinmoqda. Sanoatning deyarli 90 % soxalarida ishlatilayotgan yoqilgi energiyasining 70–75 % qismi chiqindi sifatida tutun gazlari, kul va boshqa aralashmalar bilan atmosferaga tashlab yuboriladi. Bu esa avvalo atmosfera muhitining ekologik jixatdan ifloslanishiga hamda yoqilg'ining issiqligini asosiy qismini ishlatilmasdan tashlab yuborilishiga olib keladi.

Ushbu fan bo'yicha ma'ruzalar issiqlik energetikasi yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasi oladigan talabalar bilim darajasini oshirish, ularga ikkilamchi energiya turlarini hosil bo'lishi haqida boshlang'ich ma'lumotlarni berishda ko'maklashish maqsadida to'zilgan. Fan bo'yicha xozirgacha o'zbek tilida qo'llanmalarni deyarli bo'lmaganligi sababli, taqdim etilayotgan ma'ruzalarda ba'zi kamchiliklar bor. Barcha materiallarni tayyorlashda mavjud texnik o'quv qo'llanmalar va ilmiy adabiyotlardan foydalanishga harakat qilindi. To'plamda sanoat korxonalaridagi chiqindi energiya resurslariga qo'shimcha, ya'ni ikkilamchi energiya sifatida qaralib, issiqlik jixozlari va texnologiyalaridan foydalanib, boshqa jarayonlarda foydalanish masalalari ko'rib chiqilgan. Xalq xo'jaligining turli soxalaridagi chiqindi ikkilamchi energiya resurslari texnik – iqtisodiy shartlarga hamda talablarga ko'ra ajratiladi va shularga asosan ulardan foydalanish yo'llari keltirilgan. Sanoat korxonalaridagi ikkilamchi energiya turlari ichida issiqlik energiyasi resurslari asosiy o'rinni egallab, deyarli barcha jarayonlarning chiqindisi sifatida namoyon bo'ladi. Ma'ruzalar to'plamida ko'proq ikkilamchi issiqlik energiyasi manbalari, tasniflari, jarayon issiqlik balansidagi salmog'i ko'rsatilgan hamda foydalanish samaradorligi haqida tushunchalar keltirilgan.

1 – MA‘RUZA. KIRISH. ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINING ASOSIY ENERGETIK KO‘RSATKICHLARI.

Reja:

- 1.1. Kirish
- 1.2. Ishlab chiqarish jarayonlarining tasnifi.
- 1.3. Olovli texnik jarayonlarning foydali ish koeffitsiyenti.
- 1.4. Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanishning asosiy yo‘nalishlari.

Tayanch iboralar: ishlab chiqarish jarayonlari, «haroratlar darajasi», modda, eritish, parchalash, texnologik jarayon, energiya, (shlak) toshqol.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

1.1. Kirish

Barcha sanoat korxonalarida ikkilamchi energetik manbalardan (IEM) foydalanish muammosi asosan ikkinchi jahon urushidan keyin yuzaga keldi. Bu davrga kelib qator mamlakatlarni qudrati yuksak darajaga erishgan edi. Ikkilamchi energetik manbalardan foydalanish bo'yicha, ayniqsa metallurgiya sanoatida dastlabki sezilarli va katta amaliy natijalarga erishildi. Metallurgiya sanoatida yana bir eng muhim yo'nalish bo'yicha, ya'ni energotexnologik kombinasiyalash sohasida katta yutuqlarga erishildi. Issiqlikdan foydalanuvchi juda ko'p qurilmalar 300 °C – 1700 °C darajali chiqindi maxsulotlarini atrof – muhitga tashlab ishlaydilar. Ularning foydali ish koeffitsiyenti 10 – 35 %, shuning uchun yo'qotilayotgan ko'p miqdordagi issiqlikning 65 – 90 % ini boshqa texnologik jarayonlarda foydalanish katta ahamiyatga ega. Oddiy hisoblar shuni ko'rsatadiki, bu kabi masalalarni to'g'ri hal etish mamlakat miqyosida yoqilg'i sarfini kamida ikki barobar kamaytirish imkonini beradi. Xalq xo'jaligining turli soxalaridagi chiqindi ikkilamchi energiya resurslari texnik – iqtisodiy shartlarga hamda talablarga ko'ra ajratiladi va shularga asosan

ulardan foydalanish yo'llari keltirilgan. Sanoat korxonalaridagi ikkilamchi energiya turlari ichida issiqlik energiyasi resurslari asosiy o'rinni egallab, deyarli barcha jarayonlarning chiqindisi sifatida namoyon bo'ladi. Sanoat korxonalari energetik balanslarini o'rganib chiqilganda, chiqindi issiqlik energiyasining salmog'i katta bo'lib, undan imkon qadar unumli foydalanishni taqozo etadi. Past haroratli ikkilamchi issiqlik manbalaridan foydalanish yuqori haroratli ikkilamchi issiqlik manbalariga nisbatan kam samara bersa ham, barcha jarayonlarning chiqindisi sifatida keng tarqalgandir.

1.2. Ishlab chiqarish jarayonlarining tasnifi.

Yoqilg'ini yoqish yo'li bilan sanoatda amalga oshiriladigan jarayonlar quyidagilardan iborat: eritish, qizdirish, toblash, texnologik maxsulotni parchalash. Barcha jarayonlarning o'ziga xos tomoni shundan iboratki, bulardagi haroratlar darajasi juda yuqori bo'ladi ($1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan yuqori). «Haroratlar darajasi» deyilganda ishlab chiqarilgan tayyor maxsulotning oxirgi texnologik harorati ($t_{m..m}$) tushuniladi. Bu haroratning qiymatiga qarab texnologik jarayonlar ikki guruhga bo'linadi:

- ishlov berilayotgan materialning faqat fizik ko'rsatkichlarini o'zgartirish bilan bog'liq bo'lgan issiqlik jarayonlari (eritish, bug'latish). Bularda $t_{m..m} = 300\text{--}1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'ladi. (masalan, misni eritish $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda, temirni eritish esa $1550\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda kechadi).
- yangi kimyoviy moddalarning hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar (sement, g'isht, oyna ishlab chiqarish). Bularda $t_{m..m} = 1200\text{--}1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'ladi.

SHuni ta'kidlash lozimki, ishlab chiqarish jarayonlarining foydali ish koeffitsiyenti ularning texnologik haroratiga, ya'ni $t_{m..m}$ ga teskari proporsional bo'ladi. Shuning uchun yuqori haroratli jarayonlar doimo va albatta juda ko'p miqdordagi foydalanilmagan issiqlikni chiqarib tashlash bilan amalga oshiriladi. Bu xolat ularni g'oyat qiziqarli va muhim masalalar qatoriga ko'taradi.

1.3. Olovli texnik jarayonlarning foydali ish koeffisiyenti.

Yoqilg'ini yoqish yo'li bilan amalga oshiriladigan texnologik jarayonning issiqlik muvozanati tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q_{\check{\kappa}} + Q_{uu} + Q_{x\phi} + Q_{\partial\kappa} = Q_{m\mathcal{M}} + Q_{\partial\mathcal{H}} + Q_m + Q_{\mathcal{M}} + Q_{\kappa\mathcal{Z}} \quad (1)$$

bunda: $Q_{\check{\kappa}}$ - yoqilg'ining kimyoviy bog'langan issiqligi;

Q_{uu} - shixtaning issiqligi;

$Q_{x\phi}$ - yoqishga berilayotgan havoning fizik issiqligi;

$Q_{\partial\kappa}$ - shixtadagi ekzotermik reaksiyalarning issiqligi;

$Q_{m\mathcal{M}}$ - texnologik maxsulot issiqligi;

$Q_{\partial\mathcal{H}}$ - shixtadagi endotermik reaksiyalarning issiqligi;

Q_m - texnologik chiqindilar issiqligi;

$Q_{\mathcal{M}}$ - atrof – muhitga chiqarilgan issiqlik;

$Q_{\kappa\mathcal{Z}}$ - ishchi kamerasidan chiqib ketuvchi gazlar issiqligi.

SHu jarayonda foydali ishlatilgan issiqlik:

$$Q_{\phi} = Q_{m\mathcal{M}} + Q_{\partial\mathcal{H}} - Q_{uu} \quad (2)$$

Ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanish koeffisiyenti:

$$\eta_{uk} = \frac{Q_{m\mathcal{M}} + Q_{\partial\mathcal{H}} - Q_{uu}}{Q_{\kappa\check{\epsilon}} + Q_{\partial\kappa}}; \quad (3)$$

yoki teskari issiqlik muvozanatidan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\eta_{uk} = 1 - \frac{Q_e + Q_m - Q_{\mathcal{M}}}{Q_{\kappa\check{\epsilon}} + Q_{\partial\kappa}}; \quad (4)$$

Ishchi kamerada issiqlikni o'zlashtirish koeffisiyenti

$$\eta_{y\mathcal{Z}\mathcal{L}} = \frac{Q_{m\mathcal{M}} + Q_{\partial\mathcal{H}} - Q_{uu} + Q_{\mathcal{M}} + Q_m}{Q_{\kappa\check{\epsilon}} + Q_{\partial\kappa} + Q_{x\phi}}; \quad (5)$$

yoki

$$\eta_{y3l} = \frac{\sum Q' + Q''}{\sum Q'}; \quad (6)$$

bunda, $\sum Q'$ - texnologik maxsulotning bir birligiga nisbatan kameraga kiritilgan issiqlik miqdori;

Q'' - ishchi kameradan ishlatilib bo'lingan gazlar bilan chiqib ketayotgan issiqlik miqdori.

U xolda ishchi kameraning nisbiy foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta_{uk} = \frac{Q_{\phi}}{\sum Q' - Q''}; \quad (7)$$

Agar $Q_{x\phi} = 0$ bo'lsa, ya'ni kameraga sovuq havo berilsa, $\eta_{uk} \cdot \eta_{y3l} = \eta_{u4}$ bo'ladi.

Issiqlikning toshqol (shlak) bilan nisbiy yo'qotilishi:

$$q_{uk} = \frac{Q_M}{Q_{K\check{e}} + Q_{\ni K}} \cdot 100\%; \quad (8)$$

amalda $q_{m4} = 5 - 20\%$ bo'ladi.

Atrof – muhitga issiqlikning nisbiy yo'qotilishi:

$$q_M = \frac{Q_M}{Q_{K\check{e}} + Q_{\ni K}} \cdot 100\%; \quad (9)$$

Metallurgiya jarayonlari uchun $q_{m4} = 5 - 20\%$ bo'ladi.

1.4. Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanishning asosiy yo'nalishlari

Sanoatdagi ikkilamchi issiqlikdan foydalanishning asosiy shartlari quyidagilardan iborat:

Birinchi sharti *chiqindi energiya hosil bo'lishining uzluksizligi*;

Ikkinchi sharti *chiqindi energiya haroratining yetarli darajada bo'lishi;*

Uchinchi sharti *chiqindi energiyaning miqdoriy jihatdan bir
yerda mujassamlangan bo'lishi.*

Texnologik gazlarning issiqligidan foydalanish yopiq regenerativ yoki ochiq (uzuk) energetik sikllarda amalga oshirilishi mumkin. Bulardan tashqari uchinchi yo'nalishda – energotexnologik kombinasiyalash yo'nalishida amalga oshirilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Ikkilamchi energiya manbalari nima?
2. Metallurgiyada yangi istiqbolli yo'nalish nima?
3. Issiqlikdan (tashlab yuborilayotgan) omilkor foydalanish.
4. «Haroratlarning darajasi» tushunchasi.
5. Texnologik jarayonlar tasnifi.
6. Materialni fizik ko'rsatkichlarini o'zgartiruvchi issiqlik jarayonlari.
7. Yangi kimyoviy moddalarning hosil bo'lishi bilan bog'liq jarayonlar.
8. Yoqilg'i ishtirokidagi jarayonning issiqlik muvozanati tenglamasi.
9. Ishchi kamerasida foydalanish koeffitsiyenti.
10. Ikkilamchi issiqlikdan foydalanishning asosiy shartlari.
11. Texnologik gazlar issiqligidan foydalanish.
12. Energotexnologik kombinasiyalash.

2 – MA'RUZA. SANOATDAGI IKKILAMCHI ENERGETIK MANBALAR.

Reja:

- 2.1. Issiqlikdan foydalanuvchi sanoat soxalari.
- 2.2. Qora metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari.
- 2.3. Koks ishlab chiqarish.
- 2.4. Domnada cho'yan eritish.

Tayanch iboralar: quvvat, ichki energiya, koks, domna, cho'yan, po'lat, kondensasiya, koksni so'ndirish, fizik issiqlik, suv, suv bug'i, shixta.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

2.1. Issiqlikdan foydalanuvchi sanoat soxalari

Ishlab chiqarish jarayonlari turli soxalarda mavjud bo'lib, bu jarayonlar uchun energetik quvvatlar zarurdir. Energetik quvvatlar siqilgan gaz, katta bosimli va yuqori haroratli suv bug'i, yoqilg'ining ichki energiyasi, issiqlik energiyasi, elektr energiyasi, mexanik energiya ko'rinishida yetkazib beriladi. Xalq xo'jaligidagi energetik quvvat ishtirokida bo'ladigan ishlab chiqarish jarayonlari asosan sanoat korxonalaridadir. Issiqlik energiyasidan foydalanish asosiy o'rinni to'tgan sanoat korxonalariga quyidagilar kiradi:

- qora metallurgiya
- rangli metallurgiya
- neftni qayta ishlash
- gazni qayta ishlash
- kimyo sanoati
- yyengil sanoat
- qog'oz sanoati
- sement sanoati
- o'g'it sanoati
- mashinasozlik sanoati
- qurilish materiallari sanoati va xokazo.

SHulardan ba'zilaridagi energetik manbalarni ko'rib chiqamiz.

2.2. Qora metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari

Mamlakatda ishlatiladigan yoqilg'ining taxminan 55 % sanoatga to'g'ri keladi. Xudud elektr stansiyalarida umumiy yoqilg'ining 25 % i ishlatiladi.

Sanoat soxalari ichida metallurgiya yoqilg'ini ishlatish bo'yicha birinchi o'rinda turadi (20 %). Sanoatning barcha soxalarida elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun yoqilg'ining 10 – 20 % i sarflanadi va taxminan 15 – 20 % issiq suv va past bosimli bug' olish uchun ishlatiladi. Xuddi shu maqsadlar uchun kimyo, oziq – ovqat va yengil sanoatda yoqilg'ining sarfi 50 – 55 % gacha yetib boradi va aksincha, shu soxalardagi yoqilg'i yoqib amalga oshiriladigan texnologik jarayonlar uchun yoqilg'ining sarfi 15 – 30 % gacha kamayadi. Yuqori haroratda amalga oshiriladigan ishlab chiqarish jarayonlarining foydali ish koeffitsiyenti juda past bo'ladi. Shuning uchun issiqlik chiqindilari, ya'ni ikkilamchi energiya manbalari ham ko'p miqdorda ajralib chiqadi.

Metallurgiyadagi asosiy texnologik jarayonlar quyidagilardan iborat: koks ishlab chiqarish, domnalarda cho'yan eritish, marten pechlarida po'lat eritish, metallni chig'irlab yoyish, quymalarni qizdirish va xokazo.

Bu olovli texnologik jarayonlarning ikkilamchi energetik manbalarini va ulardan samarali foydalanish yo'llarini ko'rib chiqamiz.

2.3. Koks ishlab chiqarish

Bu jarayonni amalga oshirish uchun juda ko'p miqdorda issiqlik talab qilinadi. Ko'mir shixtasi kokslash batareyalarida havosiz 1100 – 1200 °C da qizdiriladi. Shu maqsadda gaz (asosan, domna gazi) 1350 – 1450 °C da yoqiladi. Kokslashda birlamchi ko'mir shixtasidan 75 – 80 % koks olinadi. Undan tashqari koks gazi (13 – 14 %) va qatron (smola) olinadi. Issiqlik oqimlaridagi o'zaro nisbatlarni va xolatlarni quyida keltirilgan 1 – jadvaldagi koks pechining issiqlik balansi orqali aniqlash mumkindir.

Issiqlikning nisbiy sarfi (2300 – 2500) MJoul/tonnaga teng, yoki birlamchi shixta yoqilganda ajralib chiqadigan issiqlikning 8 – 10 % ni tashkil qiladi.

Kokslash jarayonining foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta_{\text{koks}} = \frac{(1169 + 354,5 + 321) - (25 + 16,8 + 4,2)}{2300} \cdot 100 = 78,5 \%$$

Koks pechining issiqlik balansi.
(namligi 6 % bo'lgan 1 tonna ko'mir uchun)

1 – jadval.

Balans qismlari	Kiritilgan issiqlik, MJ (%)		Balans qismlari	Sarflangan issiqlik, MJ (%)
yoqilayotgan gazning kimyoviy bog'langan issiqligi	2300 (95)		fizik issiqlik: koksning koks gazining	1169 (49,8) 354,6 (15,1)
fizik issiqlik: gazning	4,2 (0,17)		kondensasiyalanuvchi maxsulotlarning	328,4 (14,0)
havoning	6,8 (0,73)		chiqib ketuvchi tutun gazlarining issiqligi	321 (13,7)
ko'mirning	25,0 (1,1)		atrof muhitga yo'qotilgan issiqlik	173 (7,4)
Jami:	2346 (100)		Jami:	2346 (100)

Jadvaldan ko'rinadiki, qizigan koksning fizik issiqligi taxminan 50 % ni tashkil qiladi. Bu issiqlikdan koksga nisbatan inert bo'lgan gazlar yordamida sovitish yo'li bilan foydalanish mumkin. Keyin esa inert gaz issiqligidan issiqlik almashgichlarda suv bug'i olish o'rinli bo'ladi. Koksni bunday quruq so'ndirish paytida har bir tonna koks hisobiga 0,4 tonna yuqori ko'rsatkichli suv bug'i olish mumkin.

Koks gazining va kondensasiyalanuvchi maxsulotlarning fizik issiqligidan foydalanish kamroq samara beradi va ular tarkibidagi qatronli hamda benzol moddalar issiqlik almashinuvchi yuzalarni ifloslantiradi. Natijada issiqlik almashish koeffitsiyenti kamayadi hamda gidravlik qarshilik oshadi.

2.4. Domnada cho'yan eritish.

Domnalar ikki xil vazifani bajarish uchun xizmat qiladi:

birinchi texnologik vazifa – cho'yan eritish;

ikkinchi energetik vazifa – domna gazini ishlab chiqarish.

Domna pechining issiqlik balansi quyidagi 2 – jadvalda keltirilgan.

Domnaning issiqlik balansi.

(1 tonna cho'yanga nisbatan)

2 – jadval.

Balans qismlari	Kiritilgan issiqlik, MJ (%)		Balans qismlari	Sarflangan issiqlik, MJ (%)
Koksning kimyoviy bog'langan issiqligi	19693 (84,7)		Domna gazining kimyoviy bog'langan issiqligi	10140 (43,7)
Yonish uchun berilgan havoning fizik issiqligi	13440 (14,7)		Oksidlarning parchalanishi, shixta namligining bug'lanishi	17249 (31,0)
SHixtaning fizik issiqligi	125 (0,1)		Cho'yanni eritish va qizdirish	1257 (5,4)
SHlak hosil bo'lish issiqligi	1117 (0,5)		Toshqol (shlak) ning issiqligi	1031 (4,4)
			Domna gazining fizik issiqligi	867 (3,7)
			Domna devori sovitish suvining issiqligi	461 (2,0)
			Cho'yan karbonining kimyoviy bog'langan issiqligi	1299 (5,6)
			Atrofga tarqalgan issiqlik	972 (4,2)
Jami:	123276 (100)		Jami:	123276 (100)

Koks issiqligining ko'p qismi domna gaziga o'tadi, uni yoqib kimyoviy bog'langan issiqligidan foydalanish mumkin:

$$\frac{10140}{19693} \cdot 100 \% = 51,6 \%$$

fizik issiqlikdan foydalanish

$$\frac{867}{19693} \cdot 100 \% = 4,3 \%$$

Bulardan tashqari sovitish suvining issiqligidan bug' va issiq suv olish uchun foydalanish mumkin. Masalan, 1tonna cho'yanga nisbatan 0,15 tonna past bosimli suv bug'i olish mumkin. Umuman, cho'yan eritish pechining foydali ish koeffitsiyenti 85 % gacha boradi.

Nazorat savollari:

1. Energetik quvvat tushunchasi.
2. Issiqlikdan ko'p foydalanadigan sanoat korxonalari.
3. Energetik manba va uning tashkil etuvchilari.
4. Qora metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari.
5. Metallurgiyadagi asosiy texnologik jarayonlar.
6. Koks ishlab chiqarishda ikkilamchi energiya manbalari.
7. Koks pechining issiqlik balansi.
8. Domnada cho'yan eritish.
9. Domnaning texnologik vazifasi.
10. Domnaning energetik vazifasi.
11. Domnaning issiqlik balansi.

3 – MA'RUZA. PO'LAT ISHLAB CHIQARISH VA MASHINASOZLIKDAGI IKKILAMCHI ENERGIYA MANBALARI

Reja:

- 3.1. Po'lat eritishda hosil bo'ladigan ikkilamchi energiya manbalari.
- 3.2. Metall quymalarni chig'irlab yoyish uchun qizdirish.
- 3.3. Po'latni konverter pechlarida qizdirish.
- 3.4. Mashinasozlikdagi ikkilamchi energiya manbalari.

Tayanch iboralar: marten, sanoat pechi, endotermik, ekzotermik reaksiyalar, pechning unumdorligi, chig'irlash, vagranka, konverter gazi.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 5

3.1. Po'lat eritishda hosil bo'ladigan ikkilamchi energiya manbalari.

Po'lat ishlab chiqarish asosan marten pechlarida amalga oshiriladi. Bunda qizitilgan havo 1100 – 1500 °C da berib turiladi. Ko'pchilik marten pechlari 250 – 700 va ayrim xolatlarda 1000 va undan ortiq tonna po'lat eritish quvvatiga ega.

Marten pechining issiqlik balansi.

(1 tonna po'latga nisbatan)

3 – jadval.

Balans qismlari	Kiritilgan issiqlik MJ (%)		Balans qismlari	Sarflangan issiqlik, MJ (%)
Gazning kimyoviy bog'langan issiqligi	3480 (44,0)		Suyuq po'latning issiqligi	1445 (13,4)
Suyuq cho'yanning issiqligi	863 (11,0)		Endotermik reaksiya- lar va shixta namligi- ning bug'lanish issiq- ligi	1227 (15,6)
Endotermik reak- tsiyalar issiqligi	1374 (17,5)		Toshlokning issiqligi	410 (5,3)
Issiq havoning fizik issiqligi.	1533 (19,5)		Chiqib ketayotgan gazlarning fizik issiqligi	3628 (45,7)
Qizigan gazning fizik issiqligi	619 (8,0)		Eritish kamerasining sovitish issiqligi	692 (8,8)
			Atrof muhitga yo'qotilgan issiqlik	344 (4,4)
			CHala yonish natijasida yo'qotilgan issiqlik	154 (1,8)
Jami	7889 (100)		Jami	7889 (100)

Jadvaldan ko'rinadiki, yoqilg'ining nisbiy sarfi:

$$\delta = \frac{3480 \cdot 10^3}{7000 \cdot 4,19} = 119 \frac{\text{кг}}{\text{тонна}}$$

Ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanish koeffitsenti:

$$\eta_{nyl} = \frac{1445 + 1227 - 863}{3480 + 1374} \cdot 100 = 37,4 \%$$

Yoqilg'ining issiqligiga nisbatan hisoblanganda:

$$\eta_{nyl}^{\bar{e}} = \frac{1445 + 1227 - 863 - 1374}{3480} \cdot 100 = 12,3 \%$$

Bunday past issiqlik samaradorligi bu jarayonning yuqori haroratlarda sodir bo'lishidandir. Bu xolda sovitish issiqligidan va kameradan chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan foydalanish hisobiga samaradorlikni oshirish mumkin. Ko'pincha marten pechlaridan chiqib ketayotgan gazlarning harorat darajasi 550 – 650 °C atrofida bo'ladi va ular bilan yoqilg'ining ko'pgina issiqligi yo'qotiladi:

$$\frac{3628 - 2166}{3480} \cdot 100 \% = 42 \%$$

Demak, bu yo'qotilayotgan issiqlikni saqlab qolish hisobiga yoqilg'idan foydalanish koeffitsiyentini

$$\eta_{myxum}^{\bar{e}} = 12,3 + \frac{691 + 612}{3480} \cdot 100 = 49,7 \% \text{ ga yetkazish mumkin yoki amalda 1}$$

tonna eritilgan po'latga nisbatan 0,5 tonna suv bug'i olinishi mumkin.

3.2. Metall quymalarini chig'irlab yoyish uchun qizdirish.

Metallurgiya korxonalarida metall quymalarini qizdirish maxsus pechlarda amalga oshiriladi. Ularning har biri umumiy vazni 80 – 120 tonna bo'lgan 10 – 20 ta quymani qizdirishga mo'ljallangan bo'ladi. Qizdirish pechlarining unumdorligi va yoqilg'ining solishtirma sarfi birinchi galda marten tsexidan keltirilayotgan quymalarning boshlang'ich haroratiga bog'liq bo'ladi. Shartli yoqilg'ining solishtirma sarfi:

$$\delta = \frac{2137 \cdot 10^3}{7000 \cdot 4,19} = 73 \frac{\text{кг}}{\text{тонна}}$$

Agar quymalar marten pechidan 700 – 800 °C haroratda keltirilsa, u xolda $\delta = 45 - 50$ kg bo'ladi. Undan tashqari, qizdirish davomiyligi 5 – 6 soatdan 2,5 – 3,0 soatgacha kamayadi.

Qizdirish pechining issiqlik balanslari quyidagi 4 – jadvalda keltirilgan.

Qizdirish pechining issiqlik balansi.

(1 tonna quyma uchun)

4 – jadval.

Balans qismlari	Kiritilgan issiqlik MJ (%)		Balans qismlari	Sarflangan issiqlik, MJ (%)
Gazning kimyoviy bog'langan issiqligi	2137 (77,0)		Quymaning issiqligi	875 (31,5)
Ekzotermik reaksiyalarning issiqligi	136 (4,5)		Metall tuponi (quyindisi) ning issiqligi	29 (1,0)
Havoning fizik issiqligi	515 (18,5)		Chiqib ketayotgan gazlarning fizik issiqligi	1565 (56,5)
			Atrof muhitga yo'qotilgan issiqlik	230 (8,0)
			CHala yonish, qo'shimcha yo'qotilgan issiqlik	89 (3,0)
Jami	2788 (100)		Jami	2788 (100)

Ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanish koeffitsiyenti:

$$\eta_{xuz} = \frac{875}{2137 + 136} \cdot 100 = 38,4 \%$$

va

$$\eta_{xuz}^e = \frac{875 - 136}{2137} \cdot 100 = 35,0 \%$$

Jadvaldan ko'rinadiki, chiqib ketayotgan gazlar bilan 1050 Mjoul/t yoki yoqilayotgan yoqilg'ining taxminan 50 % issiqligi yo'qotiladi. Bu issiqlikdan foydalanilganda masalan, 1 tonna quymaga nisbatan 0,25 tonna yuqori parametrlil bug' olish mumkin.

3.3. Po'latni konverter pechlarida eritish.

Bu yerda ikkilamchi energetik manbalar konverter gazlari ko'rinishida bo'ladi. Bu gazlar konverter pechiga bosim ostida kislorod berilganida, cho'yan tarkibidagi karbonning yonishi natijasida hosil bo'ladi. Konverter gazining tarkibidagi CO 80 – 84 % ni, CH 1,5 – 2 % ni tashkil etganda uning harorat darajasi 1700 – 1800 °C gacha yetishi mumkin. Bu gazlar aralashmasi yoqilganda 1500 – 1800 °C li tutun gazlari hosil bo'ladi. Bu gazlarning issiqligidan maxsus bug' qozonlarida foydalanilganda, har bir tonna eritilgan po'lat hisobiga 0,3 tonna yuqori parametrli bug' olish mumkin. Bu issiqlikdan foydalanishni tashkil qilishning qiyin tomoni – konverterda po'lat eritish jarayonining davriy bo'lganligi va konverter gazining haddan tashqari ifloslangan bo'lishidir.

3.4. Mashinasozlikdagi ikkilamchi energiya manbalari.

Mashinasozlik soxasi energetik chiqindilar bo'yicha metallurgiyaga yaqin turadi. Og'ir mashinasozlik korxonalarida kichik va o'rta unumdorlikka ega bo'lgan marten pechlari hamda cho'yan eritiladigan vagrankalar keng qo'llaniladi. Vagrankalardan chiqadigan gazlarning fizik va kimyoviy bog'langan issiqligi yoqilayotgan koks issiqligining 55 – 60 % ga to'g'ri keladi. Bu gazlarning harorati 400 – 600 °C gacha boradi. Koksning solishtirma sarfi 120 – 150 kg/t; vagrankalarning foydali ish koeffitsienti 25 – 35 % ga teng. Bu xolat vagrankalarning kam quvvatligi bilan izoxlanadi. Vagrankalardan chiqadigan gazlarning issiqligini asosan, yonishga beriladigan havoni isitish uchun foydalanish urinli bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. Po'lat eritishda hosil bo'ladigan ikkilamchi energiya manbalari.
2. Marten pechlari va ularning vazifalari.

3. Marten pechining issiqlik balansi.
4. Marten pechida yoqilg'ining nisbiy sarfi.
5. Ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanish koeffitsiyenti.
6. Metall quymalarini qizdirishdagi ikkilamchi energiya manbalari.
7. Qizdirish pechlarining issiqlik balansi.
8. Po'latni konverter pechlarida eritish.
9. Konverter gazlarining tarkibiy tuzilishi.
10. Mashinasozlik sohasida ikkilamchi energiya manbalarining mavjudligi.
11. Vagrankalar va ulardan foydalanish.

4 – MA‘RUZA. RANGLI METALLURGIYA, NEFT-GAZ SANOATI VA BOSHQA HARORATLI JARAYONLARDAGI IKKILAMCHI ENERGIYA MANBALAR

Reja:

- 4.1. Rangli metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari.
- 4.2. Neftni qayta ishlashdagi ikkilamchi energiya manbalari.
- 4.3. Tabiiy gazni qayta ishlash.
- 4.4. Sulfat kislotasini ishlab chiqarish.
- 4.5. Qurilish materiallarini ishlab chiqarish.

Tayanch iboralar: shaxtali va yallig' pechlar, chiqib ketuvchi gazlar, etilen, neft qurumi (saja), sun'iy kauchuk, sement, o'tga chidamli g'isht.

Adabiyotlar: 1, 2, 4, 6

4.1. Rangli metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari.

Nikel, mis, qo'rg'oshin va boshqa rangli metallarni eritish uchun shaxtali va yallig' (metodik) pechlar qo'llaniladi. Bu pechlardan chiqib ketayotgan

gazlarning harorati nisbatan past bo'ladi (300 – 400 °C) va ular bilan yo'qotilayotgan issiqlik yoqilg'i issiqligining 15 – 25 % ni tashkil qiladi.

SHartli yoqilg'ining solishtirma sarfi:

$$\delta = \frac{7710 \cdot 10^3}{7000 \cdot 4,19} = 263 \frac{\text{KJ}}{\text{тонна}}$$

SHaxtali pechning issiqlik balansi.

(1 tonna shixtaga nisbatan)

5 – jadval.

Balans qismlari	Kiritilgan issiqlik MJ (%)		Balans qismlari	Sarflangan issiqlik, MJ (%)
Koksning kimyoviy bog'langan issiqligi	7710 (91,6)		Endotermik reaksiya- larning va namlikning issiqligi	510 (4,2)
Ekzotermik reaksiya- larning issiqligi	637 (7,5)		SHteyn issiqligi	65 (1,8)
SHixtaning fizik issiqligi	25 (0,3)		Toshqol issiqligi	697 (20,2)
Yonishga berilgan havoning fizik issiqligi	50 (0,6)		Sovitish suvning issiqligi	838 (10,0)
			Turli yo'qotishlar	430 (16,8)
			Gazlarning fizik issiqligi	1182 (14,0)
			Gazlarning kimyoviy bog'langan issiqligi	2700 (9,3)
Jami	8422 (100)		Jami	8422 (100)

Ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanish koeffitsiyenti:

$$\eta_{uax} = \frac{65 + 510 - 25}{7710 + 637} \cdot 100 = 6,6 \%$$

Bu koeffitsiyentni yoqilg'iga nisbatan hisoblaydigan bo'lsak, uning qiymati nolga intiladi; bundan ko'rinadiki, foydali issiqlik asosan ekzotermik reaksiyalar tomonidan ta'minlanadi va yoqilg'ining issiqligi esa turli issiqlik yo'qotilishlarining o'rnini qoplashga sarf bo'ladi. 5 – jadvaldan ko'rinadiki, chiqib ketayotgan gazlarning, toshqol va sovitish suvining issiqligidan foydalanilganda 1 tonna shixtaga nisbatan (3100 – 3500) MJoul energiya tejiladi. Bu 1,3 – 1,5 tonna bug'ga yoki 140 – 180 kg shartli yoqilg'iga ekvivalentdir.

4.2. Neftni qayta ishlashdagi ikkilamchi energiya manbalari

Neftni qayta ishlash uchun uni bir necha marta 350 – 450 °C gacha qizdirish kerak bo'ladi. Neft pechlaridan tashqariga chiqib ketuvchi gazlarning harorati 400 – 500 °C bo'lib, ular bilan yo'qotiladigan issiqlik yoqilg'i issiqligining taxminan 35 % ni tashkil qiladi. Bu gazlarning harorati past bo'lganidan bug' olish yetarli emas, shuning uchun ularning issiqligi qayta ishlanayotgan neftni oldindan isitib berishga yoki yonishga beriladigan havoni isitish uchun foydalanilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

4.3. Tabiiy gazni qayta ishlash.

Tabiiy gazni qayta ishlash jarayoni etilen va neft qurumini olish bilan bog'liq bo'lib, bu maxsulotlar turli sintetik moddalarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Etilen olish uchun karbon vodorodlariga boy xom ashyo va tabiiy gaz ishlatiladi. Bu kabi xom ashyolar qizdirilganda bug' va gazlarning aralashmasi hosil bo'lib, keyinchalik aralashma sovutilganda, undan etilen ajralib chiqadi. Sovitish jarayoni maxsus qozonlarda amalga oshiriladi; bunda yuqori bosimli aralashma 800 – 850 °C dan 350 – 400 °C gacha sovutilganda uning tarkibidagi suv bug'i kondensasiyalanib, erkin etilen ajralib chiqadi. Qizitilgan aralashmaning fizik issiqligi va suv bug'ining kondensasiyalanish issiqligi hisobiga 1 tonna etilenga nisbatan 3 – 4 tonna yuqori bosimli bug' olish mumkin.

Neft qurumini (saja) olish uchun maxsus pechlarda tabiiy gazni havoni keragidan ikki barobar kam berib, ya'ni havoni ziyodlik koeffitsiyentini $\alpha = 0,6$ ga tenglashtirib, tabiiy gazni yoqish lozim. Bu paytda qizigan gazlarning harorat darajalari 1150 – 1200 °C ga teng bo'ladi. Bu gazlarni 200 – 250 °C gacha sovitib, elektr filtrlar yordamida undan neft qurumi ushlab qolinadi va uni asosan, sun'iy kauchuk olish uchun ishlatiladi. Qizigan gazlarni sovitish

jarayonida bug' ishlab chiqarish mumkin. Bunda foydalanilgan issiqlik pechda yoqilayotgan tabiiy gaz issiqligining 25 – 26 % ni tashkil qiladi. Chala yonish maxsulotlaridan aloxida qurilmalarda foydalanish hisobiga yoqilg'i issiqligining yana 40 – 45 % ni qaytarish mumkin.

SHunday qilib, 1000 m³ qayta ishlangan tabiiy gazga nisbatan taxminan 10 tonna bug' yoki 2000 – 2500 kVt-soat elektr energiyasini ishlab chiqarish mumkin.

4.4. Sulfat kislotasini ishlab chiqarish.

Bu jarayonda ekzotermik reaksiyalar natijasida ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Masalan, 40 % oltingugurti bo'lgan 1 kg kolchedan yoqilganda 5000 – 5400 kJoul issiqlik hosil bo'ladi. Bu issiqlikning taxminan 2000 – 3000 kJouli energetik maqsadlar uchun ishlatilishi mumkin. Oltingugurt oksidining qaytadan yonishidan yana 3400 kJoul issiqlik ajralib chiqadi. Bu issiqlikning ko'p qismi qizigan sulfat kislotasi bilan olib ketiladi yoki atrof-muhitga yo'qotiladi. Shunday qilib, qayta ishlanayotgan 1 tonna kolchedanga nisbatan taxminan 1 tonna energetik bug' olish mumkin, bu esa o'z navbatida 200 – 250 kVt-soat elektr energiyasiga yoki 0,1 tonna tejalgan yoqilg'iga to'g'ri keladi.

4.5. Qurilish materiallarini ishlab chiqarish

(sement, o'tga chidamli g'isht).

Bu jarayon ko'p miqdorda yoqilg'i ishlatilishi bilan sodir bo'ladi. Lekin chiqindi gazlarning va maxsulotning fizik issiqligi past parametrlarga ega bo'lgani uchun (500 – 800 °C) undan energetik maqsadlarda foydalanish mumkin emas. Maqsadga muvofiq bo'lgan yo'llardan biri yoqilg'ini yoqish uchun beriladigan havoni isitishga qo'llashdan iborat.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki og'ir sanoatda juda ko'p miqdorda ikkilamchi energetik manbalar mavjud. Bularning ichida eng asosiysi – turli yonish jarayonlarida ajralib chiqadigan yuqori haroratli gazlar hisoblanadi. Bu

gazlar bilan texnologik jarayonlarda ishlatilayotgan yoqilg'ining taxminan 50 % issiqligi yo'qotiladi. Bu manbalardan to'g'ri foydalanish yil davomida million – million tonna yoqilg'ini tejab qolish imkonini beradi.

Nazorat savollari:

1. Rangli metallurgiyada shaxtali pechlardan foydalanish.
2. Rangli metallurgiyada metodik pechlardan foydalanish.
3. SHaxtali pechning issiqlik balansi.
4. SHixta va uning issiqligi.
5. Neftni qayta ishlashda ikkilamchi issiqlikning hosil bo'lishi.
6. Tabiiy gazni qayta ishlashda ikkilamchi issiqlikning hosil bo'lishi.
7. Etilen olish jarayoni.
8. Neft qurumi (saja) olish jarayoni.
9. Neft va gaz sanoatida ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish istiqbollari.
10. Sulfat kislotasini ishlab chiqarishda ikkilamchi issiqlikning paydo bo'lishi.
11. Qurilish materiallarini ishlab chiqarish.

5 – MA'RUZA. TEXNOLOGIK GAZLARNING ISSIQLIGIDAN FOYDALANISH.

Reja:

- 5.1. Ishlab chiqarish jarayonlaridan chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan foydalanish.
- 5.2. SHixta gazlarining chiqishi.
- 5.3. Chiqish gazlaridagi turli aralashmalar.
- 5.4. Chiqish gazlarining asosiy xossalari.

Tayanch iboralar: zarrachalar, kul, tutun gazi, shixta karboni, karbon, shixta namligi, metall bug'lanish, o'txona.

Adabiyotlar: 1, 2, 3

5.1. Ishlab chiqarish jarayonlaridan chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan foydalanish.

Ishlab chiqarish jarayonlaridan chiqib ketayotgan gazlarning fizik issiqligidan foydalanishning samaradorligi ularning miqdoriga va haroratiga bog'liq bo'ladi. Har bir agregat 1 soat davomida ishlaganda chiqaradigan tutun gazlarining miqdori yoqilg'ining sifatiga, sarfiga, berilayotgan havoning ziyodlik koeffitsiyenti (α) ga, shixtadan hosil bo'layotgan gazlar miqdoriga va ish kamerasining zich bo'lmagan tirqishlaridan chiqib ketayotgan gaz miqdoriga bog'liq bo'ladi. Umumiy xolda hosil bo'layotgan tutun gazlarining miqdori quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$\sum V = B(v_{\varepsilon}^{\varepsilon} + \Delta v_{\varepsilon}^u)(1 - z_{\varepsilon}) \quad \mathcal{M}^3 / coam; \quad (10)$$

bunda: B - yoqilg'ining bir soatdagi sarfi;

$v_{\varepsilon}^{\varepsilon}$ - bir birlik yoqilg'i yoqilganda hosil bo'lgan gazlarning hajmi;

Δv_{ε}^u - kamerada ajralib chiqayotgan shixta gazlari;

z_{ε} - kamera tirqishlaridan chiqib ketayotgan gazlarni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Bir birlik yoqilg'ining yoqqanda chiqadigan gazlarning hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$v_{\varepsilon}^{\varepsilon} = v_{PO_2} + v_{H_2O} + v_{N_2} + (\alpha - 1)v_F^x \quad (11)$$

bunda: v_{PO_2} - uch atomli gazlarning miqdori;

v_{H_2O} - suv bug'larining miqdori;

v_{N_2} - $\alpha = 1$ bo'lgan paytdagi azotning miqdori

V_F^x - havoning hisobiy sarfi.

Sanoat pechlarida havoning ortiqlik koeffitsiyenti α yonish hosil bo'lish sharoitiga qarab, 1,1 dan 1,3 gacha o'zgaradi. Bundan tashqari pechlar tomonidan tashqi havoni so'rib olish $\Delta\alpha = 0,15 \div 0,25$ ga teng bo'ladi. Gaz yo'llarida esa tashqi havoni so'rish $\Delta\alpha = 0,1 \div 0,3$ bo'ladi.

5.2. Shixta gazlarining chiqishi.

6 – jadval.

1 kg materialga nisbatan

Jarayon yoki reaksiya	Material	Gazlar miqdori, m^3	
SHixta namligining bug'lanishi	W_{sh}	1,24	H_2O
Kalsiy karbonatning parchalanishi	Ca_2CO	0,22	CO_2
Magniy karbonatining parchalanishi	$MgCO_2$	0,26	CO_2
SHixta karbonining oksidlanishi	C_{sh}	1,86	CO_2
Sulfidli rudalar oltingugurtining oksidlanishi	$FeS_2; Cu_2S; 2CuFeS_2$	0,68	SO_2

Ayrim pechlarda shixtadan gazlar ajralib chiqadi. Bunga issiqlik ta'sirida yuzaga keladigan kimyoviy reaksiyalarga shixtadagi fizik o'zgarishlar sabab bo'ladi.

Ajralib chiqayotgan shixta gazlari yoqilayotgan yoqilg'ining birligiga nisbatan hisoblanadi, ya'ni Δv_z^u aniqlanadi va yuqoridagi keltirilgan (10) tenglama asosida gazlarning yig'indi miqdori topiladi. Pechlarda tashqaridan so'riladigan havo ta'sirida texnologik maxsulotlarning oksidlanishining oldini olish uchun ortiqcha bosim hosil qilinadi. Lekin tutun gazlari ish kamerasidagi turli tirqishlar orqali tashqariga chiqishi mumkin. Bu xolat (10) tenglamadagi z_z qiymati yordamida hisobga olinadi. Uzluksiz ishlaydigan pechlarda $z_z = 0-0,05$ va davriy ishlaydigan pechlarda 0,1 dan 0,15 gacha oraliqda bo'lishi mumkin.

5.3. Chiqish gazlaridagi turli aralashmalar

Texnologik jarayonlardan tashqariga chiqib ketayotgan gazlar tarkibidagi aralashmalar asosan texnologik material bilan kuldan iborat bo'ladi.

Gazlardagi texnologik material zarralarining miqdori quyidagilarga bog'liq bo'ladi:

- *shixta, quyindi va futurovkaning parchalanishidan hosil bo'lgan qattiq zarrachalarning gaz oqimi bilan olib ketilishi;*
- *erigan maxsulot va toshqol (shlak) ning suyuq tomchilarini tutun gazlariga qo'shib ketishi;*
- *texnologik maxsulotning, xususan, metallni bir qismining bug' xolatida tutun gazlariga qo'shib ketishi.*

Tashqariga chiqib ketayotgan zarrachalarning miqdori ularning solishtirma og'irligi, shakli, donadorlik tarkibi va gaz oqimining tezligi bilan belgilanadi. Bundan tashqari, shixtaning termik kuchlanishlar va ichki gaz hosil bo'lish jarayonlarining ta'siridan yorilib, mayda bo'laklarga bo'linib ketishi katta ahamiyatga ega.

Metall va toshqolning erigan tomchilarining tutun gazlari tomonidan olib ketilishi asosan ularni qaynatish paytida sodir bo'ladi. Ergan metallni havo yoki kislorod bilan puflash paytida maxsulot tomchilarining olib ketilishi keskin ortadi.

5.4. Chiqish gazlarining asosiy xossalari.

Turli agregatlardan chiqib ketayotgan gazlar tarkibidagi changning miqdori turlicha bo'ladi. Ma'lumki, qozon o'txonasidan chiqayotgan gazlardagi changlar miqdori $10 - 30 \text{ g/m}^3$ ga teng. Sement pechlarida, pishirish hamda qizdirish pechlarida esa changlar miqdori $100 - 150 \text{ g/m}^3$ dan kam bo'lmaydi. Rangli metallurgiya shaxtali pechlarida $150 - 200 \text{ g/m}^3$ ga teng bo'ladi.

Oddiy marten pechlarida $2 - 5 \text{ g/m}^3$ bo'ladi. Isitish pechlarida eng kam – $1-2 \text{ g/m}^3$ ga teng bo'ladi.

Chiqib ketayotgan zarrachalarning donadorlik tarkibi quyidagicha bo'ladi. (marten pechlari uchun): $0 - 10$ mikronli zarrachalar $17 - 18 \%$ ni, $10 - 30$ mikronli zarrachalar $13 - 34 \%$ ni, $30 - 60$ mikronli zarrachalar $14 - 24 \%$ ni, 60 mikronlidan yuqorisi $15 - 45 \%$ ni tashkil qiladi. Agar shu pech kislorod bilan puflanadigan bo'lsa, 10 mikrongacha bo'lgan zarrachalar $65 - 70 \%$ ni tashkil qiladi, 60 mikronlidan yuqorida bo'lganlari esa $6 - 9 \%$ ni tashkil etadi.

Ko'p yillik tajribalar shuni ko'rsatadiki, issiqlik almashtiruvchi yuzalariga juda katta ta'sir ko'rsatadigan (yemiradigan) changning fraksiyalari ularning eng mayda fraksiyalari hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Ishlab chiqarishda chiquvchi gazlarning paydo bo'lishi.
2. Chiqish gazlarining issiqligidan foydalanish.
3. Havoning ortiqchalik koeffitsiyenti.
4. Chiqib ketuvchi gaz hajmini aniqlash.
5. 1 kg ishlov berilgan materialga nisbatan shixta gazlarining chiqishi.
6. Gaz tarkibida texnologik material zarralarining miqdori.
7. Gaz tarkibida texnologik material zarralarining miqdorini ko'pligi.
8. Gaz tarkibida chang miqdorining mavjudligi.
9. Chiqib ketayotgan zarrachalarning donadorlik tarkibi.
10. Eng ko'p zarar keltiruvchi fraksiyalar.

6 – MA'RUZA. TEXNOLOGIK GAZLAR ISSIQLIGIDAN FOYDALANISH NAZARIYASINING ASOSIY MASALALARI

Reja:

- 6.1. Issiqlikdan foydalanish chegaralari.
- 6.2. Regenerativ issiqlikdan foydalanish sharoitlari.

6.3. Chiqish gazlari issiqligidan foydalanishning samaradorlik chegaralari.

6.4. Chiquvchi gazlar haroratini pasaytirishga qarshi shart – sharoitlar.

Tayanch iboralar: Regenerasiya, samaradorlik, harorat pasayishi, radiasiya, tunnelli pechlar, konveksiya, qizdirib ishlov berish.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 6

6.1. Issiqlikdan foydalanish chegaralari.

Chiqib ketayotgan issiq gazlar yordamida havoni isitish uchun maxsus regenerativ yoki rekuperativ issiqlik almashtirgichlari qo'llaniladi. Bu xollarda yoqilg'ining nisbiy sarfi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\delta' = \delta \frac{G}{G'} \cdot \frac{Q_k^{ish} - U_{\varepsilon} C_{\varepsilon} t_{kg}}{Q_k^{ish} - U_{\varepsilon} C_{\varepsilon} t_{mg}} \quad (12)$$

bunda: G, G' - agregatning issiq va sovuq havo berish paytidagi texnologik unumdorligi, t/soat;

δ, δ' - natural yoqilg'ining nisbiy sarfi, kg/t yoki m³/t;

Q_k^{ish} - ishchi yoqilg'ining quyi issiqlik berish qobiliyati, kJoul/kg;

t_{kg} - ishchi kamerasidan chiquvchi gazlar harorati, °C;

t_{mg} - atmosferaga chiqib ketuvchi gazlar harorati, °C.

Issiqlikdan foydalanish chegarasi regenerasiya (tiklash) koeffitsiyenti bilan ifodalanadi:

$$\eta_{mix} = \frac{Q_{xi}}{I_{kg}} \quad (13)$$

bunda: Q_{xi} – havoni isitish uchun sarflanadigan issiqlik;

I_{kg} – ishchi kamerasidan chiquvchi gazlar entalpiyasi;

Havoning boshlang'ich harorati $t_{kg} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bo'lganda (13) ifodani kengaytirilgan ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin:

$$\eta_{mik} = \frac{a_g}{\left(\frac{v_g^o}{v_\delta^g} + \Delta a \right)} \cdot \frac{c_\delta}{c_g} \cdot \frac{t_\delta''}{t_{kg}} \quad (14)$$

Bu tenglamadan ko'rinadiki, regenerasiya (tiklash) ko'effitsiyenti harorat parametri $\frac{t_\delta''}{t_{kg}}$ ga, havo va gazning issiqlik sig'imi nisbatiga $\frac{c_\delta}{c_g}$, hamda

yoqilayotgan yoqilg'ining sifati $\frac{v_g^o}{v_\delta^g}$ ga bog'liq ekan. Odatda $\frac{c_\delta}{c_g}$ 0,94 dan

0,85 gacha kamayadi. Doim $c_\delta > c_g$ bo'lgani uchun regenerasiya ko'effitsiyenti η_{mik} hech qachon 1 ga teng bo'lmaydi.

6.2. Regenerativ issiqlikdan foydalanish sharoitlari.

Quyidagi 1 – rasmdan ko'rsatish mumkinki, harorat parametri $\frac{t_\delta''}{t_{kg}}$ ning oshishi regenerasiya (tiklash) ko'effitsiyenti η_{mik} ning sezilarli oshishiga olib keladi. Ammo bu paytda issiqlik almashtirgichning nisbiy yuzasi h_0 keskin ortib

ketadi. Masalan, $\frac{t_\delta''}{t_{kg}}$ ning 0,4 dan 0,6 gacha ko'tarilishi h_0 ning 2 barobar

oshishiga va $\frac{t_\delta''}{t_{kg}}$ 0,8 ga yetganda, h_0 ni 4,5 barobar oshishga sabab bo'ladi.

(Yana shuni ko'rsatish mumkinki, $\frac{t_\delta''}{t_{kg}}$ ning qiymati 1 ga teng bo'lganda $h_0 = \infty$

(cheksiz) bo'ladi). Bu xol qurilma o'lchovlarining keskin ortib ketishiga, uni

ishlatish harajatlarining oshib ketishiga olib keladi. Shuning uchun amalda $\frac{t_{\delta}''}{t_{kg}}$ ning qiymati 0,6 – 0,7 gacha bo'lgan chegaralarda qabul qilinadi va ularga h_0 ning 0,3 – 0,5 qiymatlari mos keladi (rasmda bu soxa shtrixlab quyilgan). Boshqa sharoitlarda chiqib ketayotgan gazlar bilan havoni isitish o'zini iqtisodiy jihatdan oqlamaydi.

1 – rasm. Havoni qizdirishdagi regenerativ issiqlikdan foydalanish sharoitlarining o'zgarishlari.

6.3. Chiqish gazlari issiqligidan foydalanishning samaradorlik chegaralari

Yuqorida keltirilgan (13) tenglamadan ko'rinadiki, chiqib ketayotgan gazlar yordamida biror maxsulotni isitish samaradorligi asosan nisbiy yoqilg'i

sarfining kamayishi bilan chegaralanadi. Lekin bu usul muhim afzallikka ega. Unda yuzali issiqlik almashtirgichi bo'lmaydi, balki gazlardan issiqlikni olish qizdirilayotgan materialning o'zining yuzasi orqali bevosita amalga oshiriladi. Shunga qaramay bu xolda ham chiqib ketuvchi gazlar issiqligidan foydalanishning samaradorlik chegaralari mavjud bo'lib, ular asosan regenerasiya (tiklash) koeffitsiyenti bilan belgilanadi.

Materialni isitish paytidagi issiqlik balansidan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\eta_{mik} = \frac{c_{kel} \cdot t_{tex}}{\frac{Q_{kyo}}{Q_{ish}} U_{\varepsilon} C_{\varepsilon} t_{kg}} \quad (15)$$

bunda: c_{kel} - isitilayotgan materialning keltirilgan issiqlik sig'imi;

t_{tex} - isitiladigan texnologik materialning oxirgi harorati (bunda

$t_{tex} = 0^{\circ}C$ deb qabul qilingan);

$\frac{Q_{kyo}}{Q_{ish}}$ - texnologik maxsulotning bir birligiga to'g'ri keladigan yoqilg'ining solishtirma sarfi.

Keltirilgan (15) tenglamadan ko'rinadiki, t_{tex} oshishi bilan η_{mik} ham oshadi, ammo hech qachon 1 ga teng bo'lmaydi, chunki doim $t_{kg} > t_{tex}$ bo'ladi. Xulosa qilish mumkinki, agar Δt maksimal qiymatga ega bo'lsa, issiqlik almashinuvi yaxshi bo'ladi.

6.4. Chiquvchi gazlar haroratini pasaytirishga qarshi shart sharoitlar.

Issiqlik yo'qotilishini kamaytirish uchun birinchi galda t_{kg} ni pasaytirish imkoniyatlarini cheklab quyuvchi shart-sharoitlarni ko'rib chiqamiz.

birinchidan – metodik pechlarda metallni qizdirish asosan radiasion (nurlanish) issiqlik almashinuv hisobiga sodir bo’ladi. Chunki konvektiv issiqlik almashinuvi sust bo’lib, gazlarning tezligi va maxsulotning yuzasidan ularning oqib o’tishi yetarli darajada bo’lmaydi. Gazlar haroratini yanada tushirish uchun issiqlik almashinuvi yuzalarini oshirish lozim. Ammo issiqlikdan foydalanish samaradorligi oz miqdorda oshsada, issiqlik almashinuvi yuzalarining keskin oshishi natijasida atrof–muhitga issiqlikning yo’qotilishi oshib ketadi.

ikkinchidan – tunnelli pechlarda texnologik maxsulotni joylashtirish metodik pechlardagiga nisbatan zichroq bo’ladi, shuning uchun bu yerda konvektiv issiqlik almashinuviga qulayroq sharoit yaratiladi. Shu sabab chiqib ketayotgan gazlarning harorati 300–500 °C gacha pasaytirilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Chiqib ketayotgan issiq gazlar yordamida havoni isitish qurilmalari.
2. Yoqilg’ining nisbiy sarfini hisoblash.
3. Regenerasiya (tiklash) koeffisiyenti.
4. Regenerasiya koeffisiyentining bog’iqlik parametrlari.
5. Issiqlikdan foydalanish sharoitlarining o’zgarishlari.
6. Chiqish gazlari haroratini pasaytirishni chegaralovchi 1–shart.
7. Chiqish gazlari haroratini pasaytirishni chegaralovchi 2 – shart.
8. Chiqish gazlari haroratini pasaytirishni chegaralovchi 3–shart.
9. Chiqish gazlari haroratini pasaytirishni chegaralovchi grafigi.
10. Grafikda ifodalangan ko’rsatkichlar va belgilashlar izoxi.

7 – MA‘RUZA. REGENERATOR VA REKUPERATORLAR.

Reja:

- 7.1. Umumiy tushunchalar
- 7.2. G’ishtli regeneratorlar.
- 7.3. G’ishtli regeneratorlarning issiqlik balansi.
- 7.4. Sopol (keramik) rekuperatorlar.

Tayanch iboralar: g'isht, regenerasiya, regenerator, balans, issiqlik o'tkazuvchanlik, keramik rekuperator, issiqlikni to'plash koeffitsiyenti.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 5, 6.

7.1. Umumiy tushunchalar.

Sanoat va olovli texnika jarayonlari uchun yoqilg'ilarni va uning tashkil etuvchilarini oldindan qizdirishni asosan uchta harorat darajalar oralig'i mavjud bo'lib, bular 600 – 700 °K, 900 – 1100 °K, 1300 – 1500 °K dir.

Jarayonga beriladigan havoni 600 – 700 °K gacha qizdirishni po'latdan yasalgan rekuperatorlarda amalga oshiriladi.

Havoni 900–1100 °K gacha qizdirish, yoqilg'ilarni yonish jarayonini tezlashtiradi.

Sanoatda turg'un va harakatdagi oraliq to'ldiruvchi bilan ishlaydigan rekuperatorlardan, sopolli rekuperatorlardan, po'lat va cho'yandan yasalgan rekuperatorlardan foydalaniladi. Shulardan sopolli rekuperatorlar va cho'yan hamda po'latdan yasalgan rekuperatorlar bilan tanishib chiqamiz. Sopolli rekuperatorlarga g'ishtdan, xashamli va oddiy sopoldan yasalgan rekuperatorlar kiradi.

7.2. G'ishtli regenerator (tiklagich) lar.

Yonish jarayoniga beriladigan havoni oldindan isitish uchun maxsus issiqlik almashtirgichlari – g'ishtli regeneratorlar va keramik (sopolli) rekuperatorlar qo'llaniladi. Bu materiallar arzon hamda issiqlikka chidamli bo'lganlari uchun havoni 1000 – 1200 °C gacha isitish imkonini beradilar. Shunga qaramay ular qator kamchiliklarga ega:

- regenerasiya jarayonining davriyligi;
- cheklangan nisbiy issiqlik unumdorligi;
- shlakka nisbatan chidamsizlik;

7.3. G'ishtli regeneratlarning issiqlik balansi

G'ishtli regeneraturning yoqilg'i birligiga nisbatan olingan issiqlik balansi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$B \cdot (v_{tg} \cdot c_{tg} (t'_{tg} - t''_{tg})) \eta_o = B \cdot (v_x \cdot c_x (t'_x - t''_x) + c_{yo} (t'_{yo} - t''_{yo})) \quad (16)$$

bu yerda: B – yoqilg'ining sarfi;

v_{tg}, v_x - tutun gazlari va havoning bir birlikdagi sarfi;

c_{tg}, c_x, c_{yo} - tutun gazlari, havo va yoqilg'ini solishtirma issiqlik sig'imi;

$t'_{tg}, t''_{tg}, t'_x, t''_x, t'_{yo}, t''_{yo}$ - tutun gazlari, havo va yoqilg'ining dastlabki va oxirgi issiqlik harorati.

Tenglamaning chap tomoni tutun gazlari regeneratorga bergan issiqligini Q_{tg} va tenglamaning o'ng tomoni esa, havo Q_x bilan yoqilg'ini Q_{yo} isitishga sarflangan issiqlikni ifodalaydi.

Regenerator ichida joylashtiriladigan g'ishtning kerakli yuzasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$H_r = \frac{Q_x \cdot \tau_{ish}}{k_{ish} \cdot \Delta t}, \quad m^2 \quad (17)$$

bunda: Q_x – havoni isitishga sarflanadigan issiqlik miqdori, kJoul/soat;

τ_{ish} – ish siklining davomiyligi, soat ulushlari;

k_{ish} – ish siklidagi issiqlikning uzatilish koeffitsiyenti, kJoul/m² °C sikl;

Δt – haroratlar farqi, °C.

Bu tenglamadagi eng asosiy kattalik issiqlikni uzatish koeffitsiyenti hisoblanadi va u quyida keltirilgan tenglamadan topiladi:

$$k_p = \frac{1}{\frac{1}{\sum \alpha_{m2} \tau_{\kappa\theta}} + \frac{1}{2 \cdot \gamma_{zuu} \cdot c_{zuu} \cdot \eta_{zuu} \varphi} + \frac{1}{\alpha_{zuu} \cdot \tau_{\text{cov}}}}; \quad \frac{\text{кЖоуЛ}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \quad (18)$$

bunda: $\Sigma \alpha_{m2}$ – nurlanish va konveksiyadagi issiqlik berishning yig'indi
koeffitsiyenti, kJoul/m²·°C;

α_{zuu} – g'ishtni havoga issiqlik berish koeffitsiyenti, kJoul/m²·°C;

δ - ikkiyoqlama isitilayotgan g'ishtning ekvivalent qalinligi, m;

γ_{zuu} – g'ishtning solishtirma og'irligi, kg/m;

η_{zuu} – g'ishtning issiqlikni to'plash (akkumulyatsiya) koeffitsiyenti;

φ_{zuu} – harorat koeffitsiyenti (sikl davomida g'ishtning o'rtacha haroratini uning yuzasidagi harorat bilan bog'laydigan koeffitsiyent).

G'ishtga issiqlikni berish koeffitsiyenti α_{m2} regenerator ichidagi g'ishtlarni joylashtirish (terish) usuliga bog'liq bo'lib quyidagi qiymatlarni olish mumkin.

CHunonchi

$$\text{«a» turi uchun: } \alpha_{m2} = 1,6 (TW)^{0,25} d_g^{-0,33}$$

$$\text{«b» turi uchun: } \alpha_{m2} = 1,8 (TW)^{0,25} d_g^{-0,33}$$

$$\text{«v» turi uchun: } \alpha_{m2} = 0,86 (TW)^{0,25} d_g^{-0,33}$$

bunda: T – tutun gazlarining harorati, °K;

W – tutun gazlarining keltirilgan tezligi, m/sek;

d_g – kanalning ekvivalent diametri, m.

G'ishtning akkumulyatsiya (to'plash) koeffitsiyenti $\eta_{g'ish}$, umuman

olganda $\frac{2 \cdot a \cdot \tau_{uu}}{\delta}$ parametrining funksiyasi hisoblanib, bunda $a = \frac{\lambda_{zuu}}{c_{zuu} \cdot \gamma_{zuu}}$ -

g'ishtning harorat o'tkazish koeffitsiyenti, m²/s

η_{zuu} ning qiymatlarini uning aniqlovchi parametrlarga bog'liqligidan foydalanib topish mumkin:

$\frac{2 \cdot a \cdot \tau_{uu}}{\delta}$	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
η_{zuu}	0,28	0,42	0,6	0,7	0,76	0,8

Harorat ko'effitsiyenti quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{\Delta t_{uu}}{t_{uc} - t_{co6}} \quad (19)$$

bunda: Δt_{uu} – ish siklida g'isht harorati o'zgarishlarining amplitudasi;

t_{uc} , t_{co6} – isitish va sovitish paytidagi g'ishtar yuzasining o'rtacha haroratlari.

Odatda g'ishtli regeneratrlar uchun $\varphi = 2,2-2,5$ bo'ladi.

7.4. Sopol (keramik) rekuperatorlar.

Keramik rekuperatorlarni tayyorlashda shamot va shuningdek karborund ishlatiladi. Ularning olovbardoshlik chegarasi yuqori bo'lib 1600–1700 °C va yumshay boshlashi 1300–1350 °C ga to'g'ri keladi. Shuning uchun ular yordamida havoni 1000–1100 °C gacha qizdirish mumkin.

Keramik rekuperatorlarning kamchiliklari:

- rekuperator elementlarining o'zaro ulanish joylarining juda ko'pligi va ularni amalda zichlab bo'lmasligi;
- g'ovakli keramik devorlarini haroratlar gradienti ta'siridan yorilib ketishi;
- keramik materialning toshqol (shlak) tomonidan yemirilishi.

Rekuperator elementlarining ulanish joylaridan havoning tutun gazlariga o'tishini 20–30 % ga kamaytirish uchun havo va gaz kanallari orasidagi bosimlar farqi 10–20 mm suv ust.dan ko'p bo'lmasligi kerak. Odatda keramik rekuperatorlarda issiqlik berish ko'effitsiyenti 25–30 kJoul/m²·soat·°C dan

o'shmaydi, bu metall rekuperatorlaridan ikki barobar kamdir. Xashamli, ya'ni shakldor qilib yasalgan keramik rekuperator og'irlik birligining narxi metall rekuperatornikidan 15–20 barobar qimmatdir. Ammo 1 m² yuza birligiga to'g'ri keladigan keramik rekuperatorning og'irligi 120–140 kg tashkil etganda, metall rekuperatoriniki 20–25 kg ni tashkil etadi va issiqlik berish koeffitsiyenti 2–3 barobar katta bo'ladi. Shunga asosan xulosa qilish mumkinki, keramik rekuperatorlarni kelajakda qo'llanish ko'lami cheklangandir.

Nazorat savollari

1. Harorat darajalari oralig'i?
2. Sanoatda rekuperatorlardan foydalanish.
3. Rekuperatorlar qanday qurilmalar.
4. Regeneratorlar qanday qurilmalar.
5. G'ishtli regeneratorlarning afzallik va kamchiliklari.
6. Regenerator ichida g'ishtning joylashishi.
7. G'ishtli regeneratorning issiqlik balansi.
8. Regenerator ichidagi g'isht yuzasini aniqlash.
9. G'ishtda issiqlik uzatish koeffitsiyenti.
10. Sopol (keramik) rekuperatorlar.
11. Sopol rekuperatorlarning afzallik va kamchiliklari.
12. Keramik rekuperatorlarning alohida xususiyatlari.

8 – MA'RUZA. METALL REKUPERATORLAR VA ULARNING ISHONCHLI ISHLASH SHARTLARI.

Reja:

- 8.1. Metall rekuperatorlarning ishonchli ishlash shartlari.
- 8.2. Metall rekuperatorlarda issiqlik qabul qilinishning notekisligi.
- 8.3. Parallel ulangan elementlar orasida proporsionallik.
- 8.4. Metall rekuperatorlarning xususiyatlari.

Tayanch iboralar: rekuperator, parallel ulanish, proporsionallik, bosim.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5

8.1. Metall rekuperatorlarning ishonchli ishlash shartlari.

Metall rekuperatorlarida havoni 800–850 °C gacha isitish mumkin. Ularni yasash uchun ishlatiladigan cho'yan va po'latning issiqbardoshliligi 1000–1100 °C atrofida. Issiqlikni qabul qiluvchi metall devorining harorati:

$$t_m = t_x + \frac{q}{\alpha_{zuu}} \quad (20)$$

bunda: t_x – havoning harorati;

q – yuzaning solishtirma issiqlik yuklamasi, kJoul/m²·soat;

α_{zuu} – yuzadan havoga issiqlik berish koeffitsiyenti, kkal/m² soat °C.

Bu tenglamada α_{zuu} muhim ahamiyatga ega.

Quyidagi 3 – rasmda havoni chegaraviy qizdirishning issiqlik olish jadalligi va nisbiy issiqlik yuklamasiga bog'liqligi keltirilgan.

Keltirilgan 3 – rasmdan ko'rinadiki, nisbiy yuklama $q = 20\,000$ kJoul/m² soat bo'lganda havoni 900 °C gacha isitish uchun $\alpha_{zuu} = 200$ kJoul/m² soat °C bo'lishi kerak. Agar solishtirma issiqlik yuklamasi $q = 80\,000$ kJoul/m² soat °C gacha ko'tarilsa, α_{zuu} ning qiymati 4 marta ortadi.

Agar α_{zuu} ning qiymati avvalgi darajada saqlab qolinsa, issiqlik yuklama $q = 80\,000$ kJoul/m² soat °C sharoitida havoni faqat 600 °C gacha isitish mumkin bo'ladi.

Demak, metall rekuperatorining yuqori haroratlarda ishonchli ishlashini ta'minlash uchun issiqlikni qabul qiluvchi metall devorining haroratini joiz darajada ($t_m = 1000$ °C) ushlab turish lozim; buning uchun α_{zuu} ni tegishli ko'tarish talab qilinadi.

3 – rasm. Havoni chegaraviy qizdirishning issiqlik olish jadalligi va nisbiy issiqlik yuklamasiga bog'liqligi.

Parallel ulangan metall rekuperatorlari uchun α_{nuu} ning qiymati issiqlik qabul qilinishining notekisligini hisobga olgan xolda aniqlanishi kerak, ya'ni $\varphi = Q_{\kappa}/Q_{yp}$ ga asoslanish lozim. Bunda: Q_{κ} va Q_{yp} – qizdirish elementlarining katta va o'rtacha issiqlik yuklamalari, kJoul/soat.

8.2. Metall rekuperatorlarda issiqlik qabul qilinishning notekisligi.

Quyidagi 4 – rasmdan ko'rinadiki, «a» - tasvirda regeneratrlar isitiladigan havo bo'yicha ham, isituvchi tutun gazlari bo'yicha parallel ulangan. Shunga ko'ra, bu yerda issiqlikni qabul qilinishining notekisligi gazlar yo'lidagi tezlik va harorat maydonlarining notekisligi bilan belgilanadi va $\varphi = 1,1 - 1,2$ bo'ladi. «b» - tasvirda regeneratrlar tutun gazlari bo'yicha ketma – ket va havo bo'yicha parallel ulangan. Bu xolda rekuperator quvurlar qatorining har birida haroratlar farqi bilan issiqlik almashinuvi jadalligi kamayib borib $\varphi = 1,4 - 1,5$ va ayrim xollarda $\varphi = 1,8 - 2,0$ ga teng bo'ladi.

4 – rasm. Metall rekuperatorlarida issiqlik qabul qilinishining notekisligi.

8.3. Parallel ulangan elementlar orasida proporsionallik.

Isitiladigan havo oqimining turlicha taqsimlanishi parallel ulangan elementlar orasidagi bosimlar farqining o'zgarmas qiymatda bo'lishi belgilanadi:

$$\Delta P = AG^2 \left(1 + \frac{v''}{v'} \right); \quad \kappa z / M^2 \quad (21)$$

bunda: G – isitiladigan muhitning sarfi, kg/sek;

v', v'' - boshlang'ich va oxirgi solishtirma hajm, m^3/kg ;

A – elementlarning konstruktiv (l/d) va gidravlik ko'rsatkichlarini (λ, ξ) hisobga oluvchi koeffitsiyent.

(21) tenglamadan ko'rinadiki, parallel ulangan quvurlar turlicha isitilganda, ulardan o'tayotgan havoning sarfi solishtirma hajmining ortishiga teskari proporsional ravishda qayta taqsimlanib turadi.

$$\frac{G_1}{G_2} = \sqrt{\frac{1 + \frac{v_2''}{v_1'}}{1 + \frac{v_1''}{v_2'}}} \quad (22)$$

bunda: G_1, G_2 – birinchi va ikkinchi elementlardagi muhitning sarfi;

v' - isitilayotgan muhitning boshlang'ich solishtirma hajmi;

v_1'', v_2'' - birinchi va ikkinchi elementlardagi muhitning oxirgi solishtirma hajmlari.

8.4. Metall rekuperatorlarning xususiyatlari.

SHunday qilib, metall rekuperatorining issiqlik yuklamasi Q_K bo'lgan elementlari havoning kichik sarfiga G_{kuq} ega bo'ladi. Shuning uchun ularda isitilayotgan muhit entalpiyasining eng ko'p o'sishi kuzatiladi, ya'ni $\Delta t_K = Q_K/G_{kuq}$ kJoul/kg. Shubxasiz, bunday elementlar metalining harorati keskin oshib ketadi va tutun gazlarining haroratiga yaqinlashishi mumkin. Rekuperatorlarning qizigan gazlar yo'nalishi bo'yicha birinchi joylashgan metall, xususan ignasimon cho'yanli elementlari kuyib ketishining amalda tez – tez kuzatilishini yuqorigi sabab bilan izoxlash mumkin. Bu xolning yana bir salbiy tomoni shundan iboratki, elementning turlicha qizigan quvurlari yordamida isitilayotgan havoning o'rtacha harorati tamoman mo'tadil darajada bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Metall rekuperatorlarda harorat o'zgarishi.
2. Bosimlar farqini katta – kichikligi.
3. Havoni chegaraviy qizdirish grafigi.
4. Yuzadan havoga issiqlik berish koeffitsiyentining o'zgarishi.
5. Metall rekuperatorlarda issiqlik qabul qilinishining notekisligi.
6. Muhit sarfining solishtirma hajmga bog'liqligi.

7. Havoning kichik sarfi.
8. Havoning katta sarfi.
9. Rekuperatorlarning ishlash ishonchliligi.
10. Ignasimon cho'yan elementlar nima uchun kuyib ketadi.

9 – MA'RUZA. CHO'YAN REKUPERATORLAR.

Reja:

- 9.1. Cho'yan rekuperatorlarning xossalari.
- 9.2. Nurlanishli (radiatsion) rekuperatorlar.
- 9.3. Nurlanishli quvurli rekuperatorlar.
- 9.4. Nurlanish balansi va koeffitsiyenti.

Tayanch iboralar: quvur, issiqlik uzatish, cho'yan igna, nurlanish, nurlanish koeffitsiyenti.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 6

9.1. Cho'yan rekuperatorlarning xossalari.

Sanoatda cho'yan ignali rekuperatorlar keng qo'llaniladi. Cho'yan ignasimon rekuperatorlarning asosiy konstruktiv elementi cho'ziq kesimli quvurdan (uzunligi 0,9 – 1,6 m) iborat. Havo tomonidagi ignalarning balandligi 20 mm, oralaridagi masofa 14 mm, gaz tomonidan tegishli 40 mm va 18 – 28 mm.

Ignalarni qo'llanilishi issiqlik uzatilishini oshiradi, ya'ni «K» koeffitsienti ortadi, ammo rekuperatorning qarshiligi va ifloslanishi ko'payishi bilan, quvurlarda termik kuchlanishlar paydo bo'ladi. Shuning uchun faqat havo tomonida ignalari bo'lgan rekuperatorlarni qo'llash afzalroq bo'ladi. Odatda rekuperatorlardagi tutun gazlarining tezligi 1 – 3 m/sek, havoniki esa 3 – 6 m/sek. Qizish yuzasining ifloslanish koeffitsiyenti silliq gaz quvurlari uchun $\phi =$

0,8 – 0,9; ignasimon quvurlar uchun $\phi = 0,5 - 0,8$; demak, haqiqiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti $K_x = \phi K$ bo'ladi.

Ikki yo'lli cho'yan ignali rekuperatorining havo oqimiga ko'rsatadigan qarshiligi 20 – 25 dan to 100 – 150 mm.suv ust. gacha oraliqda bo'ladi; gaz oqimiga qarshiligi undan ancha kam qiymatni tashkil qiladi. Ulanish joylaridan sirqib oqadigan havo 5 – 20 % ga teng. Cho'yan ignasimon rekuperatorlarning xizmat muddati (havo 350–400 °C gacha isitilganda) 3–5 yildan oshmaydi. Shuning uchun ularning kelajakdagi rivojlanish istiqboli ma'lum darajada cheklangandir.

9.2. Nurlanishli (radiatsion) po'lat rekuperatorlar.

Ma'lumki, nurlanish yo'li bilan issiqlik berish tutun gazlarining harorati 750 – 800 °C dan kam bo'lmagan xollarda samarali bo'ladi.

- 1 – qarshi oqimli
sovuq havo;
- 2 – parallel oqimli
sovuq havo;
- 3 – qarshi oqimli
issiq havo;
- 4 – parallel oqimli
issiq havo;
- 5 – tutun gazlarining
oqimi.

5 – rasm. Nurlanish bilan ishlaydigan issiqlik rekuperatorlariga issiq va sovuq havo oqimlarini ulash usullari.

Havoni isitish paytida tutun gazlari $\Delta t_{m2}=1100-800=300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga soviydi, havo esa, $\Delta t_x=300 \times 1,25=375\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha isiydi. Agar havo qarshi oqim bo'yicha berilsa, (5 - rasm) qizish yuzasining past harorati va issiqlik qabul qilinishi ta'minlanadi, ammo yuqori haroratli gazlar ($t_{m2}=800\text{ }^{\circ}\text{C}$) foydalanilmay qoladi.

SHuning uchun ikki pog'onali rekuperatorni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi: u havoni $775 - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha isitib, chiqib ketuvchi gazlar haroratini $t_{m2}=200-250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga tushirish imkonini beradi.

9.3. Nurlanishli quvurli rekuperatorlar.

Ichki issiqlik berishni nurlanish bilan kuchaytirish usuli muhim ahamiyatga ega. Buni amalga oshirish uchun, 6-rasmda ko'rsatilganidek, ikkita tsilindrik yuzalar hosil qilgan tor aylanma kanal orqali havoni o'tkazish lozim. Tashqi tsilindrik yuza tutun gazlari bilan bevosita qizdiriladi va ichki tsilindrik yuza esa issiqlikni tashqi yuzadan nurlanish yo'li bilan oladi.

Tutun gazlaridan havoga o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi:

$$q_0 = q_{m2} \cdot \frac{\alpha_{m2}}{\alpha_0}; \quad \text{кЖоуЛ} / \text{м}^2 \cdot \text{сoат} \quad (23)$$

bunda: q_{m2} – tutun gazlaridagi metall yuzaga beriladigan solishtirma issiqlik oqimi, kJoul/m² soat.

Agar (23) tenglamani asosiy sovitish yuzasiga nisbatan ifodalasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$q_0 = \alpha_x \left((t_m - t_x) + (t_p + t_x) \cdot \frac{\alpha_p}{\alpha_0} \right); \quad \text{кЖоуЛ} / \text{м}^2 \cdot \text{сoат} \quad (24)$$

bunda: $\alpha(t_m-t_x)$ sovitilayotgan yuzaning har 1 m² dan havoga o'tayotgan konvektiv issiqlikni va $\alpha(t_m-t_x)$ esa qo'shimcha yuzaning har 1 m² dan berilayotgan nurlanish issiqligini ifodalaydi.

6–rasm. Nurlanish bilan ishlaydigan quvurli rekuperatorning sxematik ko'rinishi.

9.4. Nurlanish balansi va koeffitsiyenti.

Bu xolda nurlanish issiqligi:

$$\alpha_x(t_m - t_x) = C_k \left(\left(\frac{T_m}{100} \right) - \left(\frac{T_p}{100} \right) \right); \quad \text{кЖоул} / \text{м}^2 \cdot \text{сoam} \quad (25)$$

bunda: C_k – asosiy yuzaning keltirilgan nurlanish koeffitsiyenti.

$$C_k = \frac{1}{\frac{1}{C_p} + \frac{\alpha_p}{\alpha_0} \cdot \left(\frac{1}{C_m} - \frac{1}{4,96} \right)}; \quad \text{кЖоул} / \text{м}^2 \cdot \text{сoam} \left(\frac{^{\circ}\text{K}}{100} \right) \quad (26)$$

bunda: C_p va C_m – qo'shimcha (nurlanish) va asosiy metall yuzalarining nurlanish koeffitsiyentlari; odatda 3,5–4,0 ga teng.

SHuni ta'kidlash joizki, aylanma kanalning ekvivalent diametri qanchalik kichik ($d_e = 0,012\text{--}0,016$) bo'lsa, issiqlik almashinuvi shunchalik yuqori bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Cho'yan rekuperatorlardan foydalanish.
2. Issiqlik uzatilishini oshirish usullari.
3. Tutun gazlarining tezligi.

4. Radiasion po'lat rekuperatorlar.
5. Nurlanish bilan issiqlik berish.
6. Rekuperatorga havo oqimlarini ulash.
7. Solishtirma issiqlik oqimi.
8. Radiatsion rekuperatorning sxematik ko'rinishi.
9. Nurlanish koeffitsiyentini aniqlash.

10 – MA'RUZA. TEXNOLOGIK GAZLAR ISSIQLIGIDAN ENERGETIK MAQSADLARDA FOYDALANISH.

Reja:

- 10.1. Chiqib ketuvchi gazlardan energetik maqsadlarda foydalanish.
- 10.2. Issiq suv va suv bug'i issiqlik tashuvchi muhitlar sifatida
- 10.3. Ikki pog'onada bug'lanadigan suv isitish qurilmasi
- 10.4. Ko'p pog'onali isitishda bug' va issiq suvning bosim ko'rsatkichlari.

Tayanch iboralar: olovli jarayonlar, sikl, regenerasiya, suvning fizik xossalari.

Adabiyotlar: 2, 3, 4, 5

10.1. Chiqib ketuvchi gazlardan energetik maqsadlarda foydalanish

Ishlab chiqarishdagi olovli texnik jarayonlarda issiqlikdan foydalanish darajasining pastligi berilayotgan tayyor texnologik maxsulotning harorati yuqori bo'lishi bilan belgilanadi. Bu xol o'z navbatida ishchi kamerasidan chiqib ketuvchi gazlar haroratining yuqori bo'lishiga sabab bo'ladi. Shu gazlar bilan yo'qotilayotgan issiqlik ishlab chiqarishdagi barcha olovli texnik jarayonlarga sarflanayotgan yoqilg'ining taxminan yarmiga to'g'ri keladi.

Chiqib ketuvchi gazlarning issiqligini regenerasiya (tiklash) maqsadida yoki berk tizim asosida foydalanish bu masalani butunlay hal qilmaydi. Masalan, texnologik gazlar issiqligidan havoni isitish uchun foylanilganda regenerasiya koeffitsiyenti $\eta_p = 0,5 - 0,6$ dan oshmaydi, ko'p xollarda esa undan ham kichik qiymatlarga ($\eta_p = 30 - 40 \%$) ega bo'ladi. Bu issiqlikdan texnologik maxsulotni yoki shixtani isitish uchun foydalanish imkoniyatlari ham cheklangandir. Shu sababdan chiqib ketuvchi gazlar issiqligini energetik maqsadlarda qo'shimcha maxsulot: issiq suv, past bosimli bug' va elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun chetda foydalanish zarurati tug'iladi. Ishlab chiqarishdagi olovli texnologik jarayonlarni energetik sikllar bilan uyg'unlashtirish doimo yuqori samara beradi va yoqilg'i tejalishining salmog'ini oshiradi.

10.2. Issiq suv va suv bug'i issiqlik tashuvchi muhitlar sifatida.

Issiqlik suv o'zining fizik xossalari (ρ , c , λ) bo'yicha issiqlikni qabul qilish va tashish nukta nazaridan bug' va havoga nisbatan alohida afzalliklarga ega.

Issiqlikdan foydalanish qurilmasidan chiqib ketayotgan gazlarning harorati:

$$t_{m2} = t_{u\&c} + \Delta t_m; \quad (27)$$

bunda: $t_{u\&c}$ – ishchi jism (suv) ning boshlang'ich harorati;

Δt_m – tutun gazlari bilan ishchi jism o'rtasidagi haroratlar farqining iqtisodiy jihatdan zaruriy hisoblangan minimal (eng kichik) qiymati.

Suv uchun va bug' bilan suv aralashmasi uchun $\Delta t_m = 75-100$ °C ga, hamda havoni isitish paytida $100-150$ °C ga teng bo'ladi. Odatda issiq suvni ishlab chiqarish imkoniyatlari uni iste'mol qilish imkoniyatlaridan yuqori turadi. Masalan, yillik unumdorligi 3–4 mln.t. metall maxsulotiga teng bo'lgan zamonaviy korxona issiq suv bilan 300–400 mln. kJoul/soat issiqlik berishi

mumkin. Bunday miqdordagi issiqlik 1 mln. axolisi bo'lgan shaharning isitish va issiq suvga bo'lgan talabini qondirish uchun yetarli bo'lar edi. Korxonalar yaqinida odatda bunday sharoitlar bo'lmaydi. Bundan tashqari, isitish mavsumining davomiyligi 4500–5500 soatga teng bo'lib, issiqlik yuklamasi maksimum qiymatidan 5–6 marta pasayishi mumkin. Vaxolanki, ishlab chiqarishdagi ko'pchilik agregatlar aslida bir tekis issiqlik yuklamasi bilan yiliga 8000–8500 soat ishlaydi. Shuni aloxida hisobga olish kerakki, issiq suv olish uchun texnologik gazlardan bevosita foydalanish, bu yerga yaqin joylashgan IEM ning ishlashini yomonlashtiradi, chunki kondensatsion ish xolatida ko'p miqdordagi elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun yoqilg'ining ortiqcha sarflanishiga sabab bo'ladi. Sanoat korxonasida yoki uning yaqinida IEM bo'lmagan taqdirdagina chiqib ketuvchi gazlardan texnologik bug' olish uchun foydalanishni o'zini oqlaydigan va maqsadga muvofiq chora deb, hisoblash mumkin.

7 – rasm. Ikki pog'onada bug'lanadigan suv isitish qurilmasining sxemasi.

1–suv isitish qurilmasi; 2–birinchi pog'ona kengaytirgichi (bug'latgich);

3–ikkilamchi pog'ona kengaytirgichi; 4–suv to'playdigan sig'im;

5–suv haydagich.

10.3. Ikki pog'onada bug'lanadigan suv isitish qurilmasi

Odatda, chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan bosim ostida 7–rasmda keltirilganidek, qizitilgan suv olish uchun foydalaniladi, keyin undan maxsus kengaytirgichlar yordamida past bosimli bug' olinadi. Birinchi kengaytirgichda 2 isitish qozonidan 1 keltirilgan suv bilan shu kengaytirgichda qaynayotgan suv entalpiyalarining farqidan foydalaniladi. Hosil bo'layotgan P bosimli to'yingan bug'ning miqdori:

$$G_1 = G_0 \cdot \frac{i_0 - i_1}{r_{1_0}}; \quad (28)$$

bunda: r_{1_0} – bosim P_1 bo'lgandagi suvning bug'lanish issiqligi.

10.4. Ko'p pog'onali isitishda bug' va issiq suvning bosim ko'rsatkichlari.

Ishlab chiqarilayotgan bug'ning P bosimi yuqori bo'lishi uchun isitish qozonidagi suvning bosimi (P) mumkin qadar yuqori bo'lishi kerak. Bu esa, qurilmani qimmatlashtiradi. Bundan tashqari ishlab chiqarilayotgan bug'ning nisbiy miqdori G_1/G_2 ni ko'paytirish va nasos bilan xaydalayotgan suv miqdori G_0 ni hamda bunga sarflanayotgan elektr energiyasini kamaytirish uchun P_0 ni oshirish zarur. Ko'p pog'onali kengaytirish qurilmalarini (7–rasm) qo'llash chiqib ketayotgan gazlarning harorati t_{m2}'' ni mumkin qadar pasaytirishga mo'ljallangan. Bu qurilmaning murakkab bo'lishiga qaramay, sanoatda past bosimli bug'ga extiyoj tug'ilgan paytlarida qo'llanilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Chiqish gazlaridan turli maqsadlarda foydalanish.
2. Chiqish gazlaridan energetik maqsadlarda foydalanish.

3. Chiqish gazlari issiqligidan havoni isitishda foydalanish.
4. Chiqish gazlari haroratini aniqlash.
5. Issiq suvdan issiqlik tashuvchi sifatida foydalanish.
6. Isitish mavsumining davomiyligi.
7. Ikki pog'onada bug'lanadigan suv isitish sxemasi.
8. To'yingan bug' miqdorini aniqlash istiqbollari.
9. Ikkilamchi energiya manbalari bo'lmagan sanoat xududida bug' olish uchun chiqish gazlaridan foydalanish.
10. Chiqib ketayotgan gazlar haroratini pasaytirish.

11 – MA'RUZA. CHIQISH GAZLARIDAN BUG' YOKI HAVO TURBINALI SIKLLARDA FOYDALANISH.

Reja:

- 11.1. Chiqish gazlaridan energetik maqsadlarda foydalanish qurilmalari.
- 11.2. Samaradorlik koeffitsiyentini belgilash.
- 11.3. Issiqlikning yo'qotilishi.
- 11.4. Chiqish gazlarida ishlaydigan bug' qozonlarining parametrlari.

Tayanch iboralar: turbina, kompressor, bug' parametrlari, domna gazi, metallurgiya.

Adabiyotlar: 3, 4, 5, 6

11.1. Chiqish gazlaridan energetik maqsadlarda foydalanish qurilmalari.

Chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan energetik maqsadlarda foydalanishning eng universal yo'nalishi elektr energiyasini ishlab chiqarishdan iborat. Bu chiqib ketuvchi gazlarda ishlovchi qozondan bug' oladigan oddiy bug' turbinali qurilma yoki pechning tutun gazlari yo'lga ulangan havo turbinasi yordamida amalga oshirilishi mumkin. Kompressor bilan ishlaydigan

havo turbinasining samarali foydali ish koeffitsiyenti η_c quyidagi parametrlar bilan belgilanadi:

- havo (gaz) ning turbinaga kiraverishdagi boshlang'ich harorati $T'_T, ^\circ K$;
- kompressorda siqilgan havoning oxirgi harorati $T'_K, ^\circ K$;
- kompressor bilan turbinaning foydali ish koeffitsiyentlari η_K, η_m .

Kompressorga kiritilayotgan havoning boshlang'ich harorat darajasini $T'_o = 300 ^\circ K$ deb qabul qilish mumkin. Bundan tashqari $\eta_m = 0,84 - 0,86$; $\eta_K = 0,82 - 0,84$ bo'lib, havoning kompressordan keyingi harorati $\beta = P''_K / P'_K$ nisbat asosida aniqlanadi, bunda P''_K va P'_K havoning boshlang'ich hamda oxirgi bosimlaridir. Havo siquvining maqbul qiymati samarali foydali ish koeffitsiyenti η_c ning eng yuqori (maksimal) qiymatiga mos keladi. Kompressorda havoni siqish uchun turbinaning 75 – 80 % gacha quvvati sarflanadi. Asosan shu bilan havo turbinali sikl bug' turbinali sikldan farq qiladi. Bug' turbinali siklda bug'ning bosimi uni qizdirish darajasiga unchalik bog'liq bo'lmay, balki ta'minlash suvini mexanik usulda siqish darajasiga bog'liq bo'ladi va buning uchun ishlab chiqarilgan energiyaning juda kam ulushi sarflanadi.

11.2. Samaradorlik koeffitsiyentini belgilash.

SHunday qilib, havo (gaz) ning turbina oldidagi boshlang'ich harorati samaradorlik koeffitsiyentini belgilovchi eng muhim parametr hisoblanadi.

Havo turbinasining samarali foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{\frac{T'_m}{T''_m} \cdot \eta_m \cdot \eta_K - 1}{\frac{T'_T - T'_K}{T''_K - T'_K} \cdot \eta_K - 1}; \quad \% \quad (29)$$

Quyida keltirilgan 8–rasmda samaradorlik foydali ish koeffitsiyenti η ning T'_m va β ga bog'liqligi ko'rsatilgan. Bu rasmdan ko'rinadiki, η ni oshirish uchun

havoning turbina oldidagi boshlang'ich haroratini imkoni boricha ko'tarish lozim.

8–rasm. Havo turbinasidagi samaradorlik foydali ish
koeffitsiyentining o'zgarishi.

Past parametrli bug'ning ($P=35$ ata, $T=435$ °C) bug'li turbina sikldagi issiqligining kVt-soatga nisbatan solishtirma sarfi $q=3200-3300$ kJoulni tashkil qiladi, bu esa o'z navbatida samaradorlik foydali ish koeffitsiyentining $\eta=30$ % teng bo'lgan ish xolatiga mos keladi. Havo turbinali siklda xuddi shunday FIK ga erishish uchun havoning boshlang'ich harorat darajasi $950-1000$ °C va bosimi 10 ata ga teng bo'lishi kerak. Bunday yuqori haroratlarda gaz turbinalarida bo'lishi mumkin. Havo qozonining isitish quvurlari (9 – rasm) 6–8 atmosferali bosim va $700-750$ °C li harorat ostida ishlaydi. Bu sharoitda t'_m ning qiymati 650 °C dan oshmaydi. Shuning uchun, bunday parametrlarda ishlaydigan havo turbinasining samarali foydali ish koeffitsiyenti 20 % dan oshmaydi, ya'ni bug' turbinali qurilmanikidan 1,5 barobar kam bo'ladi.

9 – rasm. Qo'sh havo turbinali qurilmasining chizma tasviri.

1–havo turbinali; 2–kompressor; 3–generator;
4–rekuperator; 5–havo qozoni.

11.3. Issiqlikning yo'qotilishi.

Turbinada ishlatilgan havoning issiqligidan turli pechlarning olovli jarayonlarida foydalanish ham yetarli samara bermaydi, chunki turbinadan chiqib ketuvchi havo bilan kam miqdorda issiqlik yo'qotiladi. Issiqlikning 70–80 % gacha yo'qotilishi asosan havoni kompressorda siqish jarayonida yuz beradi.

Bundan keskin farq qilgan xolda, bug' turbinali siklda kondensatning siquvini qozon bosimigacha yetkazish uchun juda kam miqdorda energiya sarflanadi va asosiy issiqlik yo'qotilishi (55–60 % gacha) chiqib ketuvchi bug' bilan bog'liq bo'ladi. Xuddi shuning uchun bunday bug'dan foydalanib, qurama

usulda elektr energiyasini ishlab chiqarish siklining samaradorligini keskin oshirib yuboradi.

Agarda texnologik shartlar asosida ortiqcha bosim hosil qilinadigan bo'lsa, havo turbinalarini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Xususan, domna gazining ortiqcha bosimidan foydalanuvchi turbina bunga misol bo'la oladi. Barcha boshqa xollarda havo turbinasi energetik samaradorligi bo'yicha bug' turbinasi bilan tenglasha olmaydi.

11.4. Chiqish gazlarida ishlaydigan bug' qozonlarining parametrlari.

Texnologik qurilmalardan chiqib ketuvchi gazlarning fizik issiqligidan foydalanuvchi, yoqilg'i yoqilmaydigan bug' qozonlari og'ir sanoatning turli soxalari:

- qora va rangli metallurgiya;
- og'ir mashinasozlik;
- kimyo sanoati;
- neft va tabiiy gazni qayta ishlash

kabi korxonalarda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, metallurgiyada ular katta ahamiyatga ega. Bunday qozonlar boshlang'ich harorati $t'_{m2}=450-500\text{ }^{\circ}\text{C}$ va undan yuqori bo'lgan texnologik gazlarning issiqligidan foydalanishga mo'ljallangan. Bu haroratlar qozonlar qo'llanilishining o'zini oqlaydigan quyi iqtisodiy chegarasiga mos keladi. Gazlarning harorati ko'rsatilgan qiymatlardan past bo'lgan xollarda qozon qizitish yuzalarining o'lchamlari va og'irligi bug' unumdorligiga nisbatan nixoyatda ortib ketadi. Agar isituvchi gazlar ortiqcha bosimga ega bo'lsa, t'_{m2} ning pastroq qiymatlarida **kam bug'** qozonlari qo'llanilishi mumkin. Bu xolat chiqib ketuvchi gazlarning ortiqcha bosimi 0,2–0,3 va undan yuqori bo'lgan gaz dvigateli va dizellarga tegishlidir. Gazlarning harorati yuqori bo'lib, bug' bo'yicha unumdorlik 2–3 t/soat bo'lsa, bug' qozonlarini qo'llash o'zini oqlaydi. Agar gazlarning harorati 500 – 600 °C

bo'lsa, bu bo'yicha unumdorlik 3–5 t/soat bo'lishi kerak. Umuman olganda, yoqilg'i yoqilmaydigan qozonlar soatiga bir necha o'n tonna yuqori parametrlil (40 ata va 450 °C) bug' berishga mo'ljalangan bo'lishlari kerak.

Nazorat savollari

1. Kompessorli havo turbinasining foydali ish koeffitsiyenti parametrlari.
2. Elektr energiyasi ishlab chiqarishda chiqish gazlari issiqligidan foydalanish.
3. Haroratlar darajasini turbina ishiga ta'siri.
4. Havo turbinasining foydali ish koeffitsenti.
5. Havo turbinasini samaradorlik foydali ish koeffitsiyentini o'zgarishi.
6. Qo'sh havo turbinasining sxemasi.
7. Havo turbinasida issiqlikning yo'qolishi.
8. Utilizatsion qozonlar.
9. Utilizatsion qozonlar ishlatiladigan sanoat soxalari.
10. Bug' qozonlarini o'zini oqlashi.

12 – MA'RUZA. CHIQISH GAZLARIDA ISHLAYDIGAN BUG' QOZONLARINING TASNIFI.

Reja:

- 12.1. Haroratga ko'ra qozonlarni tasniflash.
- 12.2. Past haroratli sanoat gazlarida ishlaydigan qozonlar.
- 12.3. Yuqori haroratli sanoat gazlaridan foydalanish.
- 12.4. Yuqori haroratli pechlar va ularga ulangan qozonlar.

Tayanch iboralar: ekonomayzer, havo qizdirgichi, yallig' pechlari, toshqol, ajratish, o'tga chidamli qattiq qatlam – garnisaj.

Adabiyotlar: 2, 3, 4, 5

12.1. Haroratga ko'ra qozonlarni tasniflash.

Qozonning kirish joyidagi gazlarning boshlang'ich harorati issiqlikdan foydalanuvchi qurilmaning prinsipial sxemasini va barcha texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini belgilovchi eng muhim parametr hisoblanadi.

Bu haroratning qiymatiga ko'ra yoqilg'i yoqilmaydigan qozonlar ikki guruhga bo'linishi mumkin:

1. $t'_{m2} = 450-500$ dan to $800-900$ °C gacha;
2. $t'_{m2} = 1200-1300$ °C va undan yuqori.

Ularning $900 - 1200$ °C li chegara asosida ikki guruhga bo'linishi tasodifiy emas, balki bu xol gazlardan issiqlik berilishining tubdan o'zgarishi, ya'ni birinchi guruhdagi konvektsiya o'rniga ikkinchi guruhda nurlanishning keskin kuchayishi bilan izoxlanadi.

Birinchi guruh qozonlari odatda, tarkibida g'ishtli regeneratorlar yoki sopol (keramik) rekuperatorlari bo'lgan pechlar bilan bog'langan bo'ladi. Bularga marten pechlarining, metallni isitish va oyna tayyorlash pechlarining qozonlari kiradi.

Past haroratli sanoat gazlari tarkibidagi turli ifloslantiruvchi aralashmalar ko'rsatilgan haroratlarda qattiq donador xolatda bo'ladilar.

Ikkinchi guruh qozonlari rangli metallurgiya yallig' pechlari va shuningdek, metallurgiya [konverterlari](#) bilan bog'langan bo'ladi.

Yuqori haroratli sanoat gazlarining o'ziga xos tomoni shundaki, ularda ifloslantiruvchi aralashmalarning suyuq xolatda bo'lishidir, bu o'z navbatida qozonning prinsipial konstruktiv sxemasiga va uni ishlatish ko'rsatkichlariga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ikkinchi guruh qozonlari erigan aralashmalarning qumoqlanishini ta'minlash uchun nurlanishli sovitish kamerasiga ega. Kameraning ikki yuzasi qaynash quvurlari bilan qoplangan.

Bu yerda gazlar suyuq aralashmalarning qumoqlanishi ta'minlanadigan $800-900$ °C gacha sovitiladi.

12.2. Past haroratli sanoat gazlarida ishlaydigan qozonlar.

Past haroratli gazlarda ishlaydigan bug' qozonlarining prinsipial issiqlik sxemasiga taalluqli masalalar quyidagidan iborat:

- Issiqlik oqimlarini yo'nalishi;
- chiqib ketuvchi gazlarning harorati;
- Issiqlikdan foydalanishning taqsimlanishi;
- Issiqlik qabul qilinishini jadallashtirish.

Bu masalalarni aloxida–aloxida ko'rib chiqamiz.

1. Past haroratli gazlarda ishlaydigan qozonlarning issiqlikdan foydalanuvchi eng oxirgi elementi, suv ekonomayzeridan iborat. Suv ekonomayzeridan chiqib ketuvchi gazlarning harorati:

$$t_{mz} = t_m + \Delta t_m \cdot \frac{D \cdot \Delta t_{mx}}{\sum V_z \cdot c_z} \quad (30)$$

bunda: t_m – qozondagi bosim sharoitida olingan to'yinish harorati;

Δt_m – to'yinish haroratidagi suv va gaz haroratlarning minimal farqi;

D – suv bug'ining sarfi;

t_{mc} – ta'minlash suvining harorati;

$\sum V_z$ – ekonomayzerdan o'tayotgan gazlarning miqdori;

c_z – gazlarning issiqlik sig'imi.

Yuqoridagi (30) ifodani taxlil qilib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

- a) past haroratli gazlarda ishlaydigan qozonlardan chiqib ketuvchi gazlarning harorati ularning boshlang'ich haroratiga teskari proporsional;
- b) aniqlovchi harorat parametri keskin kamayadi, shuning uchun umumiy issiqlikdan foydalanish kamayadi;
- v) bug'ning bosimi va ta'minlash suvining haroratini oshishi t_{mz} ning ko'tarilishiga sabab bo'ladi.

Quyidagi 10–rasmda kapital va ishlatish harajatlarning yillik nisbiy sarfiga qarab t_{mz} ning qiymatini bog'lab tanlash ko'rsatilgan.

CHizma tasviridan ko'rinadiki, chiqib ketuvchi gazlarning maqbul harorati $t_{m2} = 225\text{--}240\text{ }^{\circ}\text{C}$. Isituvchi gazlar boshlang'ich haroratining oshishi $D/\Sigma V_2$ nisbatning oshishiga olib keladi, bu esa o'z navbatida chiqib ketuvchi gazlar haroratini keskin kamaytirish imkonini beradi. Bu bosimining pasayishi to'yinish haroratini kamaytiradi va ekonomayzerda gazlarning sovutilishi ortadi.

10 – rasm. Past haroratli gazlarda ishlaydigan qozon uchun iqtisodiy jixatdan kam harajatli t_{m2} ni tanlash.

2. Issiqlikdan foydalanishning taqsimlanishi. Past haroratli gazlarda ($t_{m2} = 800\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$) ishlaydigan qozonlarning gaz yo'nalishi bo'yicha birinchi joylashgan elementi bug' qizdirgichi hisoblanadi. Bu qurilmalarda bug' haroratining qisqa muddatli keskin ko'tarilishi kuzatiladi, buning oldini olish uchun oldindan ulangan bug'latish seksiyasini qo'llash taklif qilinadi.

3. Issiqlik qabul qilinishini jadallashtirish. Buning uchun ikkita imkoniyat bor: gazlar tezligini oshirish va gaz yo'lining ekvivalent diametrini kichraytirish.

Gazlarning tezligini oshirish butun sistema qarshiligining keskin ortib ketishiga olib keladi, shuning uchun tutun xaydagichiga sarflanadigan elektr

energiyasining miqdori 12–15 % ga teng bo'ladi, bu o'txonali qozonlarda bo'lganidan o'n barobar ko'pdir.

Yoqilg'i yoqilmaydigan qozonlar sistemasida issiqlik berilishini jadallashtirish uchun qaynash quvurlarining diametrini kamaytirish katta ahamiyatga ega. Bu quvurlarning qarshiligi issiqlik berish koeffitsiyentining ortishiga proporsional ravishda kamayib boradi.

12.3. Yuqori haroratli sanoat gazlarida ishlaydigan bug' qozonlari.

Yuqori haroratli sanoat gazlarining eng muhim, o'ziga xos tomoni shundan iboratki, ularning tarkibida ifloslantiruvchi aralashmalar erigan va ba'zida bug' xolatida bo'ladi.

Yuqori haroratli sanoat gazlarida ishlaydigan qozon sxemasining tubdan o'zgarishi birinchi galda nurlanishli, qaynash yuzalarining rivoji bilan bog'liq.

Erigan toshqolli aralashmalarning qumoqlanishini ta'minlash uchun ekranli qizdirish yuzalari yordamida gazlarni sovitish lozim. Bunga qaynash quvurlari yig'indisidan foydalanish va gazlardagi aralashmalarni qumoqlanishini ta'minlovchi radiasion (nurlanishli) issiqlik almashtirgichlarni qo'llash yordamida erishish mumkin. Mis eritish pechlari uchun bu harorat taxminan 850–900 °C ga va yuqori haroratda kolchedanni qizdirish (pishirish) ga mo'ljallangan pechlar uchun esa 750–800 °C ga teng.

Yuqori haroratli gazlarda ishlaydigan qurilmaning issiqlikdan foydalanuvchi oxirgi elementi havo qizdirgichdan iborat. Rangli metallurgiyaning mazut, tabiiy gaz yoki ko'mir changida ishlaydigan yallig' pechlarida ishlaydigan havo 350–450 °C gacha qizdiriladi.

Havo qizdirgichini qo'llash uchun, tutun so'rgichdan foydalanish kerak va gazlarni 200 – 250 °C gacha sovitish lozim. Ko'p xollarda 100 °C va undan past haroratlargacha sovitish ruxsat etilmaydi, chunki gazlar tarkibida kondensasiyalanuvchi agressiv oltingugurt birikmalari mavjud. Agar metall

yuzalari zanglash va yemirilishdan muxofaza qilinsa gazlar past haroratlargacha sovitilishi mumkin.

12.4. Yuqori haroratli pechlar va ularga ulangan qozonlar.

Yuqori haroratli pechlar bilan ularga ulangan qozonlar orasidagi g'ishtli gaz yo'llarining yuzalariga ko'pincha erigan toshqol o'tirib qoladi. Bunday qiyinchiliklarni faqat pechdan chiqib ketuvchi gazlardagi suyuq toshqolni ajratib olish yo'li bilan bartaraf qilish mumkin. Yirik zarrachalarni inersion usulda tutish va toshqolning juda mayda tomchilarini yupqa qatlamga ilashtirish, chiqib ketuvchi gazlarning ifloslanganlik darajasini 2–2,5 barobar kamaytiradi.

Toshqol ajratgichini ishlatish qulay bo'lgan eng ishonchli konstruktiv yechim sifatida toshqol garnisaji (o'tga chidamli qattiq qatlam) ni keltirish mumkin. Bu konstruktsiya ko'p tikanakli metall yuzasidan iborat bo'lib, suv yoki suv bilan bug' aralashmasi yordamida sovitib turiladi.

Quyidagi 11–rasmda yuqori haroratli tutun gazlaridan foydalanib, bug' yordamida elektr energiyasini olish keltirilgan.

CHizmadan ko'rinib turibdiki, 1 ishlab chiqarish qurilmasidan chiqqan yuqori haroratli tashlandiq tutun gazlari, maxsus 4 bug' qozoniga yuboriladi. Bug' qozonida ishlab chiqilgan bug'ni bug' turbinalariga 3 yuborilib, turbinada elektr generatori 5 bilan elektr toki olinadi.

11–rasm. Yuqori haroratli gazlardan foydalanib elektr energiyasini ishlab chiqarish sxemasi.

1–ishlab chiqarish qurilmasi; 2–bug' tozalagich; 3–bug' turbinalari; 4–yuqori haroratli gazlardan foydalanadigan bug' qozoni; 5–elektr generatori; 6–kondensator; 7–issiqlik akkumulyatori.

Nazorat savollari

1. Yoqilg'i yoqilmaydigan qozonlarni guruhlarga bo'linishi.
2. 1 – sinfga xos parametrlil qozonlar.
3. 2 – sinfga xos parametrlil qozonlar.
4. Past haroratli yuzalarda issiqlik oqimlarini yo'nalishi.
5. Chiqib ketuvchi gazlarning harorati.
6. Issiqlik qabul qilinishini jadallashtirish.
7. Issiqlikdan foydalanishning taqsimlanishi.
8. Yuqori haroratli sanoat gazlarida ishlaydigan bug' qozonlari.
9. Gaz yo'llariga toshqol o'tirib qolishi natijalari.
10. Yuqori haroratli gazlardan foydalanib elektr energiya ishlab chiqarish sxemasi.

13 – MA‘RUZA. METALLURGIYA PECHLARINI BUG‘LANISHLI SOVITISH.

Reja:

- 13.1. Yuqori haroratli ishchi kameralarini majburiy sovutish.
- 13.2. Turli pechlardan majburiy sovutish paytida olinadigan issiqlik miqdori.
- 13.3. Texnologik qurilmalarni majburiy sovutish sxemalari.

Tayanch iboralar: majburiy sovutish, garnisaj, ishchi kamerasi, tayanch quvuri.

Adabiyotlar: 1, 2, 4, 5, 6

13.1. Yuqori haroratli ishchi kameralarini majburiy sovutish.

Yuqori haroratli ishlaydigan eritish pechlarida majburiy sovitish qo‘llaniladi. Metall eritiladigan yuqori haroratlarda maxsus o‘tga chidamli metariallar ham o‘z xususiyatlarini saqlay olmaydilar va toshqol tomonidan tezda yemirilishlari mumkin. Bu qiyinchiliklarni faqat futerovka va toshqol garnisaji qatlamini astoydil sovitish yo‘li bilan yengish mumkin (Garnisaj – o‘tga chidamli ximoya qatlami; u qizigan yuzalarni yemirilishdan saqlaydi; bu ximoya qatlam shixta, gazlar va pech devori materialning o‘zaro fizik va kimyoviy ta‘siri natijasida hosil bo‘ladi). Bu qatlamda keskin haroratlar gradienti mavjud bo‘ladi.

$$\Delta t = q_0 \frac{\delta}{\lambda}; \quad ^\circ C. \quad (31)$$

q_0 – olib ketilayotgan issiqlik oqimi, kJoul/m² soat;

δ/λ – qatlamning issiqlik qarshiligi, m² soat.grad/kJoul.

Haroratlar gradienti katta bo'lsa, eritma tomonidan qatlamning yemirilish chuqurligi kichik bo'ladi, ya'ni issiqlik xolatining turli tebranishlarida yuzaga bo'lgan ta'siri asosan o'zgarmas bo'ladi.

Amaliyotda uch usulda majburiy sovitish qo'llaniladi. Bularga quyidagilar kiradi: - suvli sovitish: - bug'lanishli sovitish: - yuqori haroratli moddalar bilan sovitish.

13.2. Turli pechlardan majburiy sovutish paytida olinadigan issiqlik miqdori.

SHulardan, suvni 35–40 °C ga isitish bilan amalga oshiriladigan oqar suv yordamida sovitish eng keng tarqalgan sxema hisoblanadi. Suvning oxirgi harorati oshgan xollarda sovitish elementining ichki yuzalari qasmoq bilan qoplanishi xavfi tug'iladi, bu esa, ularning qizib ketishiga va natijada kuyishiga sabab bo'ladi. Bunday sovitish paytida katta hajmdagi suvni (bir agregatga 250–300 t.) o'tkazish uchun ko'p miqdorda elektr energiyasi sarflanadi. Buni oldini olish uchun issiqlik tashuvchi sifatida suvdan emas, balki bug' bilan suv aralashmasidan foydalanish, ya'ni bug'lanishli sovitish usulini qo'llash lozim.

Turli pechlarda majburiy sovitish paytida olinadigan
issiqlik miqdori.

8 – jadval.

Pech (o'choq)	Sovitish elementi	Issiqlik miqdori	
		foizlarda	mln.kJoul/soat
Domna	Havo berish furmalari, o'txona sovitgichlari	2 – 3	20 – 40
Marten (past kalloriyali gaz)	Gaz kessonlari (suv aylanadigan kuti) ostki to'sinlar, romlar va yuklash darchalarining to'siqlari	20 – 25	12 – 20
Marten (mazut va tabiiy gazda)	Yoqilg'i furmalari, ostki to'sinlar, romlar, darcha to'siqlari	15 – 20	8 – 16
SHaxtali	O'txona va shaxtaning kessonlari	15 – 25	16 – 24
Metodik pech	Tayanch quvurlari	10 – 20	6 – 12

13.3. Texnologik qurilmalarni majburiy sovitish sxemalari.

12–rasm. Texnologik qurilmalarni majburiy sovitish sxemalari.

a–oqar suv bilan sovitish; b–bug'lanishli sovitish; v–oraliq issiqlik tashuvchi jismi bo'lgan bug'lanishli sovitish. 1–texnologik apparat; 2–ishchi kamerasing sovitish tizimi; 3–ta'minlash nasosi; 4–tsirkulyasion nasos; 5–oraliq bug'latgichi.

Bu xolda sovitish tizimi maxsus bug' qozoniga aylanib qoladi va sovitish paytida olingan issiqlik ma'lum miqdorda,

$$D = q / \Delta i_{op}, \text{ кЖоул / соат} \quad (32)$$

bug' ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. (Δi_{op} – bug' entalpiyasining ortishi, taxminan 600 kJoul/kg ga teng). Shu paytda ta'minlash nasosi yordamida berilayotgan suv miqdori taxminan 20 marta kamayadi (oqar suv bilan sovitish sxemasiga nisbatan). Bu xol qasmoq qatlami hosil bo'lmaydigan ish xolatlarini ta'minlovchi suv tayyorlashning mukammal usullarini qo'llashni iqtisodiy jixatdan oqlaydi.

Texnologik qurilmalarni majburiy sovitish sxemalari bir necha ko'rinishlarda bo'lib, shulardan ba'zilar 12 – rasmda keltirilgan.

Oraliq issiqlik tashuvchi jismi bo'lgan bug'lanishli sovitish sxemasi (sxema «v») jixozlarining murakkabligi va ikkilamchi issiqlik tashuvchi jismining harorati ancha past bo'lishi ($t_1 < t_0$) bilan ajralib turadi. Ikkinchi tomondan, birlamchi konturdagi issiqlik tashuvchini jarayonga texnik ishlovsiz qaytarish mumkin.

Nazorat savollari

1. Majburiy sovutish.
2. O'tga chidamli ximoya qatlami – garnisaj.
3. Majburiy sovutish usullari.
4. Majburiy sovutish paytida olinadigan issiqlik miqdori.
5. Oqar suv bilan majburiy sovutish.
6. Bug'lanishli majburiy sovutish.
7. Oraliq issiqlik tashuvchi jismi bo'lgan bug'lanishli sovutish.
8. Haroratlar gradientini hisoblash.
9. Gaz kessonlari.
10. Tayanch quvurlari (metodik pechlarda) nimaga xizmat qiladi.

14 – MA'RUZA. BUG'LANISHLI SOVITISH TAVSIFLARI.

Reja:

- 14.1. Past bosimli va bug'lanishli sovutishning texnik–iqtisodiy tavsifi.
- 14.2. Marten pechining past bosimli va bug'lanishli sovutish sxemasi.
- 14.3. Yuqori bosimli bug'lanishli sovutish.
- 14.4. Issiqlik berish sharoitining o'zgarishi.

Tayanch iboralar: majburiy sovutish, garnisaj, ishchi kamerasi, tayanch quvurlari.

Adabiyotlar: 1, 2, 3

14.1. Past bosimli va bug'lanishli sovutishning texnik-iqtisodiy tavsifi.

Past bosimli (2–3 ata) bug'lanishli sovutishning o'ziga xos tomoni shundan iboratki, unda tabiiy tsirkulyasiya va sovutiladigan katta ko'ndalang kesimli qutisimon elementlar qo'llaniladi. Shuning uchun bunday bug'lanishli sovutish sistemalarida ishlab chiqarilgan bug'ning bosimi nisbatan past bo'ladi. Tabiiy tsirkulyasiyaning barqarorligi tushish va ko'tarilish quvurlaridagi suvning solishtirma og'irliklari farqiga bog'liq bo'ladi. Tsirkulyasiyani yaxshilash uchun bug'ni ajratuvchi barabanlar mumkin qadar yuqori, ya'ni ish maydoni satxidan kamida 8–10 m balandlikda o'rnatiladi.

14.2. Marten pechining past bosimli va bug'lanishli sovutish sxemasi.

13–rasm. Marten pechining past bosimli va bug'lanishli sovutish sxemasi.
1 – bug'ni ajratuvchi baraban; 2 – gaz kessonlari (sovutiladigan quti); 3 –
tayanch to'sinlari; 4 – yuklash darchalarining romlari.

Marten pechidan sovitish sistemasi yordamida olib ketiladigan issiqlik 20 mln.kJoul/soat gacha yetadi. Bu qiymatning taxminan 10 % yuklash darchalarining to'siqlariga va 50 % ga yaqini gaz kessonlariga to'g'ri keladi. Bunday sharoitda ishlab chiqarilgan bug', 1 tonna eritilgan po'latga nisbatan o'rtacha 0,2–0,25 tonnaga teng. Qizdiradigan yuzalarining solishtirma issiqlik yuklamalari 400–800 kJoul/m² soatga va yalang'och uchastkalarda 2400–3200 ming kJoul/m² soat ga teng.

Qutisimon sovitish elementlari 20–25 mm qalinlikdagi po'lat taxtadan yasalgan bo'lib, yuqorida ko'rsatilgan solishtirma issiqlik yuklamalari (2400–3200 ming kJoul/m² soat) da 300–400 °C gacha yetib boradigan haroratlar gradientiga ega bo'ladi, bu xol uning mustaxkamligini jiddiy ravishda pasaytiradi. Shunday qilib past bosimli bug'lanishli sovitish usuli faqat qizish yuzalarida qasmoq qatlami hosil bo'lmagan taqdirdagina oqar suv bilan sovitish usuliga nisbatan afzalliklarga ega bo'ladi. Buning uchun ularni qattiqligi 10 – 15 mkg·ekv./l dan oshmaydigan kimyoviy tozalangan suv bilan ta'minlab turish lozim. Bundan tashqari, bug'lanishli sovitish paytida suvning sarfi taxminan 20 marta kamayadi va olinayotgan bug'dan foydalanish imkoniyati tug'iladi. Ko'rib chiqilayotgan bug'lanishli sovitish usuli marten pechini murakkablashtiradi, chunki chiqib ketuvchi gazlarda ishlaydigan yuqori bosimli qozondan tashqari yana ikkinchi past bosimli bug'latgich o'rnatiladi. Bu ikki agregat o'zaro bog'liq bo'lmay, asosan mustaqil xolda ishlaydi.

14.3. Yuqori bosimli bug'lanishli sovitish

Issiqlikdan kompleks ravishda foydalanib, yuqori parametrlı bug' ishlab chiqarilsa, past bosimli va bug'lanishli sovitishning yuqorida ko'rsatib o'tilgan kamchiliklari to'la bartaraf qilingan bo'ladi. Bunda ishchi kamerani sovitish issiqligi bilan chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan yagona bug'latgichda 40–45 ata. li bug' olish uchun foydalaniladi. Bu bosimdagi bug'ni 430–450 °C gacha qizdirib, korxona stansiyasida elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun

qo'llash mumkin. Issiqlikdan bunday foydalanish asosida marten pechining sistemasida 1 t. eritilgan po'latga nisbatan o'rtacha 0,5 t. yoqilg'isiz bug' olish mumkin. Bu 100–120 kvt/soat arzon elektr energiyasiga ekvivalent bo'ladi. Shu bilan birga, sovitish paytida olinadigan past bosimli bug' o'rniga yuqori bosimli bug' olishga o'tish butun sistemani ishlatish paytidagi ishonchlilik darajasini jiddiy ravishda oshiradi. Bu o'tish paytida qutisimon sovitish elementlari kichik diametri (30–60 mm) va qalinligi 2–2,5 mm bo'lgan po'lat quvurlaridan iborat konstruktsiyaga almashtiriladi. Bunday quvurlarda 40–45 ata.li bosim ta'siridan hosil bo'ladigan, mexanik kuchlanishlar devorining qalinligi 20–25 mm bo'lgan qutisimon sovitgichnikidan bir necha barobar kam bo'ladi. Taqqoslanayotgan konstruktsiyalarning metall devorlaridagi haroratning o'zgarishi ularning qalinligiga proporsional bo'ladi. Demak, solishtirma issiqlik yuklamalari 2400–3200 kJoul/m² soatga teng bo'lganda, ingichka devorli quvurlarning harorati 300–400 °C ga past bo'ladi, bu esa ularning chidamliligini oshiradi.

14.4. Issiqlik berish sharoitining o'zgarishi.

Endi issiqlik berilishi sharoitining o'zgarishini ko'rib chiqaylik, buning uchun suvga issiqlik berilishini ifodalovchi quyidagi tenglamadan foydalanamiz:

$$\alpha = B \frac{(W\gamma)^{0,8}}{d^{0,2}}; \text{кЖоул} / \text{м}^2 \cdot \text{с} \text{оат} \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (33)$$

bunda: B – issiqlik tashuvchi muhitning fizik xossalariga va uning haroratiga bog'liq bo'lgan parametr; suv uchun 100 °C sharoitida 1,1 ga 250 °C da 17,2 ga teng.

Bu tenglamadan ko'rinadiki, quvur diametrining kichiklashishi va bug' bosimining oshishi issiqlik berish koeffitsiyentining sezilarli darajada o'sishiga olib keladi. Bu kabi sovitish sistemalarining ishonchliligi majburiy tsirkulyasiya qo'llanilganda yanada oshadi.

Nazorat savollari

1. Past bosimli bug'lanishli sovitishning o'ziga xosligi.
2. Tsirkulyasiyani yaxshilash chora – tadbirlari.
3. Barabanlarni o'rnatish.
4. Marten pechini bug'lanishli sovitish sxemasi.
5. Qutisimon sovitish elementlarining yasalishi.
6. Bug'lanishli sovitishda suv sarfining kamayishi.
7. Yuqori bosimli sovitish afzalligi.
8. Yuqori parametrlil bug' ishlab chiqarish.
9. Issiqlik berish sharoitining o'zgarishi.
10. Issiqlik berish koeffitsiyentini hisoblash.

15 – MA'RUZA. TEXNOLOGIK MAXSULOTNING FIZIK ISSIQLIGIDAN FOYDALANISH.

Reja:

- 15.1. Qizigan maxsulot issiqligidan foydalanishning yo'nalishlari.
- 15.2. Maxsulotning issiqligidan energetik maqsadlarda foydalanish.
- 15.3. Koksni quruq so'ndirishning avzalliklari.
- 15.4. Koksni quruq so'ndirishning salbiy tomonlari.

Tayanch iboralar: Koks, inert gaz, mufel, quruq so'ndirish, marten quymasi.

Adabiyotlar: 1, 3, 4, 5, 6

15.1. Qizigan maxsulot issiqligidan foydalanishning yo'nalishlari.

Qizigan maxsulotning fizik issiqligidan quyidagi yo'nalishlarning biridan foydalanilishi mumkin: asosiy texnologik jarayonning o'zi uchun issiqlikni tiklash (regeneratsiya qilish), issiqlikdan keyingi texnologik jarayonda

foydalanish, issiqlikdan energetik maqsadlarda, masalan, bug' ishlab chiqish uchun foydalanish.

Maxsulot issiqligini bevosita jarayonning o'zi uchun tiklash masalaning eng maqbul yechimi hisoblanadi, chunki bu paytda yoqilg'ining solishtirma sarfi kamayadi va agregatning ish unumdorligi ortadi.

Bu yo'nalishni to'la ifodalovchi misol sifatida sement klinkerining fizik issiqligidan yonish jarayoniga beriladigan havoni isitish uchun foydalanishni keltirish mumkin.

Texnologik pechda 1600–1700 °C li gazlar yordamida klinker 1400–1500 °C gacha qizdiriladi. Klinker ikki bosqichda sovitiladi: avval 1000–1100 °C gacha sovitilib shu harorat bilan sovitgichga yuboriladi va u yerda uning harorati 100 °C gacha tushiriladi, buning hisobiga havo oqimi 350–450 °C gacha isitiladi.

Havo isitilishini bunday tashkil qilish uchun aloxida issiqlik almashgichiga xojat qolmaydi, chunki qizish yuzasini klinkerning o'zi hosil qiladi. Pechning ekonomayzer qismida shixtani quritish va qizdirish xuddi shunga o'xshash tashkil qilinadi.

Chiqib ketuvchi gazlar bilan maxsulotning issiqligidan foydalanishning bunday qurama usulini qo'llash faqat maxsulot o'zining qattiq xolatini barcha bosqichlar davomida saqlab qolgandagina mumkin bo'ladi.

Turli qizigan eritmalarni donador xolatga keltirish paytida yonish uchun beriladigan havoni isitish imkoniyati yaratiladi, bu esa yoqilg'i sarfini kamaytirib, agregat unumdorligini oshiradi.

Maxsulot issiqligidan keyingi texnologik jarayonda foydalanish metallurgiya soxasi uchun xosdir. Masalan, domna pechidan chiqqan cho'yanning fizik issiqligi marten pechlarida amalga oshiriladigan keyingi jarayonlar issiqligining bir qismi sifatida qatnashadi. Marten quymalarining issiqligidan metalni chig'irlash pechlarida foydalanish ham xuddi shunday ijobiy natijalar beradi. Marten tsexi bilan chig'irlash tsexining ishini o'zaro uygunlashtirish katta qiyinchiliklar bilan bog'liq, chunki birinchisi metallni

davriy ravishda 200–500 tonnadan ishlab chiqarsa, og'irligi 5–15 tonna bo'lgan quyma esa bittadan uzluksiz ravishda chig'irlanadi. Shuning uchun bu quymalarni maxsus pechlarda 500–1000 °C dan to 1200–1250 °C gacha qizdirish zarurati tug'iladi.

15.2. Maxsulotning issiqligidan energetik maqsadlarda foydalanish.

Maxsulotning issiqligidan energetik maqsadlarda foydalanish uni regenerasiya yoki biror texnologik jarayon uchun ishlatish imkoniyati bo'lmagan xollarda o'rinli bo'ladi. Bunday sharoit masalan, elektr pechlarida yoki aloxida ishlaydigan isitish tizimining tutun gazlari bilan maxsulotni mufel pechlarida qizdirish paytida yaratilishi mumkin. Ayniqsa, koksni quruq so'ndirish buning yorqin misoli bo'la oladi. Koks, pechdan 1100–1200 °C haroratda chiqarilib, keyin u havoda oksidlanmasligi uchun tez so'ndirilib sovitiladi. Qizigan koksni so'ndirish minorasida suv sepib sovitish so'ndirishning eng oddiy usuli hisoblanadi. Bu paytda koks 100 °C gacha sovitiladi va uning namligi 4–6 % gacha ortadi. 1 tonna koksga 3–5 tonna suv safrlanadi. Koksning fizik issiqligi koks pechiiga berilgan umumiy issiqlikning 50 % ni tashkil qiladi va u suv bilan so'ndirilganda, suv bug'lari bilan atmosferaga yo'qotiladi. Bu paytda koksning har bir tonnasiga nisbatan 1200 kJoul issiqlik yo'qotiladi, bu esa issiqlik ekvivalentida koks shixtasi og'irligining taxminan 5 % ga to'g'ri keladi.

Koksni inert gazlar yordamida so'ndirish ancha ilg'or usul hisoblanadi. Inert gazlarning issiqligidan bug' qozonida foydalanish mumkin. Koksni quruq so'ndirish paytida uning fizik issiqligining 60 % ini foydali ishlatish, ya'ni tayyorlangan 1 tonna koksga nisbatan 0,4 tonna bug' ishlab chiqarish mumkin.

15.3. Koksni quruq so'ndirishning afzalliklari

Koksni quruq so'ndirish quyidagi texnik – iqtisodiy afzalliklarga ega:

1. Yoqilg'i tejaladi, chunki har 1 tonna tayyorlangan koksga nisbatan yoqilg'i yoqilmasdan 0,4 tonna. yuqori parametrli bug' ishlab chiqariladi, bu o'z

navbatida 100 kVt·soat elektr energiyasiga yoki 0,05 tonna shartli yoqilg'i tejalishiga ekvivalentdir.

Bu metallurgiya kombinatining elektr energiyasiga bo'lgan extiyojining 15–20 % ni yoki koks tayyorlash zavodining barcha energetik extiyojlarini qoplash imkoniyatini beradi.

2. Koksning sifati yaxshilanadi, chunki uning namligi quruq so'ndirish paytida 5–6 % dan 1 % gacha kamayadi. Koks quruq usul bilan so'ndirilganda uning mustaxkamligi oshadi va yuqori navli koksning chiqishi 10–15 % ga ortadi.

3. Domna pechlarining ishlashi yaxshilanadi, chunki quruq so'ndirilgan koksning namligi kam bo'lib, mustaxkamligi esa yuqori bo'ladi.

15.4. Koksni quruq so'ndirishning salbiy tomonlari.

Koksni quruq so'ndirish qurilmalarining salbiy tomoni ularning boshlang'ich qiymati yuqori bo'lishi bilan belgilanadi, ammo ularning o'zini oqlash muddati 3–4 yildan oshmaydi. Quruq so'ndirilgan koksning issiqlik berish xususiyati 0,1–0,2 % ga kamayadi, chunki u tashqaridan so'rib olingan havo ta'sirida qisman oksidlanib qoladi.

Inert gazlar tarkibidagi chang, qizdirish yuzalarini yedirib yuboradi, bundan ayniqsa, tutun so'rgichining rotori va tashqi qobig'i ko'proq zarar ko'radi. Bu kamchiliklarni bartaraf qilish uchun so'ndirish kamerasidan inert gazlarni bir tekisda chiqarish va ularning kosk qatlamidan chiqish tezligini kamaytirish talab qilinadi.

Koks va koks gazining fizik issiqligidan to'la foydalanish muammosi asosan, texnologik jarayonning davriy bo'lishi sababli qiyinlashadi. Bu qiyinchiliklarni bartaraf qilish uchun ko'mirni kokslash jarayonining prinsipial sxemalarini tubdan o'zgartirish va qayta jixozlash zarur.

Nazorat savollari

1. Asosiy texnologik jarayonning o'zi uchun issiqlikni tiklash.
2. Issiqlikdan keyingi jarayonda foydalanish.
3. Issiqlikdan energetik maqsadlarda foydalanish.
4. Klinkerni qizdirish.
5. Klinkerni sovitish jarayoni.
6. Ekonomayzerda tutun gazlarini sovitish.
7. Marten tsexining ishining uygunlashtirish.
8. Koksni so'ndirish.
9. Koksni quruq so'ndirishning texnik – iqtisodiy ko'rsatkichlari.
10. Koksni quruq so'ndirish qurilmalarining afzallik va kamchiliklari.

16 – MA'RUZA. ENERGIYADAN TULA FOYDALANISH TIZIMLARI.

Reja:

- 16.1. Issiqlik energetikasi rivojlanishining yo'nalishlari.
- 16.2. Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish muammosining rivoji.
- 16.3. Energiyadan foydalanish bo'yicha texnologik jarayonlarni birlashtirish.
- 16.4. Ikkilamchi energiya manbalari xususida xulosalar.

Tayanch iboralar: energetika, energetik sikl, domna jarayoni, po'lat eritish, metall chig'irlash, yoqilg'ining tejash, issiqlik iste'moli.

Adabiyotlar: 1 - 6

16.1. Issiqlik energetikasi rivojlanishining yo'nalishlari.

Energetika xalq xo'jaligida alohida va favqulodda muhim o'rin egallaydi, uning yurituvchi kuchi hisoblanadi. Mamlakatning energiya ta'minoti asosan,

issiqlik elektr stansiyalariga tayanadi, ular mamlakatga kerak bo'lgan elektr energiyasining 80 % ini ishlab chiqaradi.

Issiqlik energetikasi rivojlanishining ikki muhim yo'nalishini kuzatish mumkin.

Issiqlik energetikasining birinchi yo'nalishi bug'ning boshlang'ich parametrlarini oshirishda, uni ko'p karra oraliqda qizitishda, bug'-gaz sikllari va boshqalarni qo'llashda namoyon bo'ladi. Bu yo'llar bilan yoqilg'ini sezilarli darajada tejashga erishiladi.

Issiqlik energetikasi rivojlanishining ikkinchi yo'nalishi shundan iboratki, unda **yakkalangan** xolda ishlaydigan energetik sikl bir necha ishlab chiqarish va energetik mazmundagi jarayonlarning uygun birikmasi bilan almashtiriladi. Bu jarayonlar turli haroratlar darajasida amalga oshiriladi va bunday biriktirish asosida ularni jadallashtirish va natijaviy foydali ish ko'effisiyentini oshirishga erishiladi. Shu bilan birga ularning boshlang'ich va ishlatish harajatlari kamayadi.

Bu yo'nalish zamonaviy sanoat issiqlik energetikasini ishlab chiqarishning turli texnologik jarayonlari bilan birlashtirish sohasida katta istiqbolga ega.

16.2. Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish **muammosining rivoji.**

Barcha olovli texnologik jarayonlarda juda ko'p miqdorda issiqlik iste'mol qilinadi, shu bilan birga ularda issiqlikdan foydalanish darajasi juda past bo'ladi. Masalan, domna jarayonining foydali ish ko'effisiyenti taxminan 35 %, po'lat eritish 15 % va metalni chig'irlash esa 20–30 % dan oshmaydi. Umuman olganda, og'ir sanoatdagi olovli ishlab chiqarish jarayonlarining foydali ish ko'effisiyenti 10–30 % ga teng.

Bundan ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanishni takomillashtirish muammosi kelib chiqadi; bu muammoni ikki yo'l bilan xal qilish mumkin.

Masalaning birinchi, nisbatan oddiy yechimi ishlayotgan pechlarga chiqib ketuvchi gazlardan foydalanuvchi bug' qozonlarini ulab quyishdan iborat. Bunday qilinganda ularning natijaviy foydali ish koeffitsiyenti 50–60 % gacha ko'tariladi.

Issiqlikdan foydalanuvchi bunday qurilmalarni qo'llash natijasida qo'lga kiritiladigan ijobiy samaradorlik asosan qisman tejalgan yoqilg'i miqdori bilan belgilanadi, bu – texnologik emas, balki energetik tejash bo'lib, o'rnatilgan bug' qozonining quvvatiga mos bo'ladi.

Po'lat, mis, nikel, qo'r'goshin kabi qimmatbaxo maxsulotlarni ishlab chiqarishda yoqilg'ini tejash har doim ham katta ahamiyatga ega bo'lavermaydi. Ayrim soxalardagi ayrim muvaffaqiyatlar muammoni xal qilmaydi, balki sanoat barcha soxalarining har tomonlama rivojlanishi muhim ahamiyatga ega.

Yuqorida keltirilganlar asosida ishlab chiqarishning olovli jarayonlari va ularning ikkilamchi energetik manbalari soxasidagi yanada murakkabroq ikkinchi masala, ya'ni energiyadan foydalanish bo'yicha texnologiyalarni o'zaro birlashtirish masalasi kelib chiqadi.

16.3. Energiyadan foydalanish bo'yicha texnologik jarayonlarni birlashtirish.

Energiyadan foydalanish bo'yicha turli texnologik jarayonlarni birlashtirishdan ko'zlangan asosiy maqsad ishlab chiqarish qurilmasining ko'rsatkichlari: solishtirma unumdorlik, quvvat, ish davrining davomiyligi, tayyor maxsulot chiqishining to'laligi va boshqalarni keskin yaxshilashdan iborat. Masalaning bunday qo'uyilishi qurilmaning prinsipial sxemasini boshidan oxirigacha, ya'ni yonish jarayonini tashkil qilishdan boshlab to ishchi kamera bilan qo'shimcha qizdirish yuzalaridagi issiqlik almashinuvlarini qayta ko'rib chiqishni talab qiladi. Bunday sharoitda ishchi kamera maxsus texnologik o'txona vazifasini o'taydi va unda yoqilayotgan yoqilg'ining issiqligi ishlab

chiqarish jarayonlari uchun, keyin esa, yonish uchun beriladigan havoni isitish uchun yoki energetik bug' ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

Qurilmaning issiqlik quvvatini oshirish maqsadida uning prinsipial sxemasini qayta ko'rib chiqish qo'shimcha energetik samara olish uchun va shuning bilan birga, qurama agregatning natijaviy foydali ish koeffitsiyentini oshirish uchun qulay sharoit yaratadi.

Albatta, texnologiya bilan energetikaning manfaatlarini bitta qurama agregatda birlashtirish juda og'ir masala hisoblanadi. Ammo bu masalaning barcha soxalari uchun umumiy bo'lgan elementlari mavjud bo'lib, har bir xolat uchun muvaffaqiyatli yechilishi mumkin. Prinsipial mazmuni bo'yicha turli texnologiyalarning energiyadan foydalanishga asoslangan uyg'un birikmasi qurama usulda ikki xil energiya ishlab chiqaruvchi issiqlik energetikasi rivojining davomidan iborat.

Sanoatdagi olovli texnologik jarayonlarni elektr energetikasi bilan birlashtirishning qator ijobiy tomonlari bor. Ulardan birinchisi – ishlab chiqarish jarayonlari uchun juda ko'p miqdorda issiqlik iste'mol qilinishi va bu yuklamaning keskin mavsumiy tebranishlarining [yo'qligidir](#).

Oddiy tuman miqyosidagi isitish sistemalaridan farq qilgan xolda, ishlab chiqarish qurilmalari yil davomida deyarli o'zgarmaydigan issiqlik yuklamasi bilan ishlaydilar; ularning quvvati ayrim korxonalar extiyojini to'la qondirish uchun yetarli bo'lgan yoqilg'isiz elektr quvvatlarni yaratish imkonini beradi.

Birlashtirishning ikkinchi, juda muhim tomoni shundan iboratki, uyg'un birikmani tashkil qilgan ishlab chiqarish qurilmalari ishni jadallashtirish uchun potentsial imkoniyatlar yaratiladi.

16.4. Ikkilamchi energiya manbalari xususida xulosalar

Energetika soxasidagi izlanishlar va o'quv qo'llanmalar juda ko'p bo'lib, issiqlik energetikasiga ayniqsa ikkilamchi energiya manbalariga oid barcha adabiyotlar rus tilida chop etilgandir. Mamlakat sanoat korxonalaridagi barcha

jarayonlar energetik quvvatlar talab qilgani sababli, albatta jarayondan so'ng qoldiq quvvat mavjuddir. Bunday qoldiq quvvatning mavjudligi texnologik va texnik sabablar tufaylidir. Energetik quvvatning jarayonga sarflangan qismidan qolgani, o'z parametrlari (darajalari) bilan bir necha satxga tushib ketadi va avvalgi energetik qiymatini yo'qotadi. Lekin, bu qoldiq quvvatning energetik qiymati boshqa jarayonlar uchun kor keladi. Shu sababdan, qoldiq quvvatni ikkilamchi energiya manbai sifatida qarash juda dolzarb masalalarga kiradi, ayniqsa yoqilg'I energetik muammolarni xal qilishda muhim vazifalarni o'ynaydi. Taqdim etilayotgan ushbu ma'ruzalar to'plamida, sanoatdagi ikkilamchi energiya manbalari, ularning turlari, energetik oqimlardan qanday va qaysi usullar yordamida foydali qismini ajratib olishni, qaytarib olingan energiyadan qanday maqsadlarda foydalanish imkoniyatlari to'g'risida talabalarga ma'lumotlar iloji boricha qisqacha berilgan.

Nazorat savollari

1. Issiqlik energetikasi rivojlanish yo'nalishlari.
2. Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish muammolari.
3. Yoqilg'ini tejash imkoniyatlarini aniqlash.
4. Chiqish gazlarida ishlovchi bug' qozonlaridan foydalanish.
5. Energiyadan foydalanish bo'yicha texnologik jarayonlar.
6. Qurama agregatda energiyalarni birlashtirish.
7. Sanoatdagi olovli texnologik jarayonlarni birlashtirish.
8. Ishlab chiqarish jarayonlarida issiqlikning iste'mol qilinishi.
9. Issiqlik ishlab chiqarishda ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish.
10. Texnologiyalarni o'zaro birlashtirish.

ATAMALAR LUG'ATI

Balans – muvozanat.

Bug' parametrlari – bug'ning termodinamik holatini aniqlovchi asosiy fizik kattaliklar (bosim, harorat va solishtirma hajm)

Garnisaj - o'tga chidamli qattiq qatlam

G'isht, sement – qurilish materiallari, tayyorlanishida to'liq ishlab chiqarilgan issiqligidan foydalanilmaydi.

Domna – sanoatda cho'yan eritish uchun qo'llaniladigan pech (moslama).

Domna gazi – domna pechida yoqilg'ining chala yonishi natijasida qayta yoqib foydalanish mumkin bo'lgan chiqish gazi.

Inert gaz – koksni so'ndirish uchun ishlatiladigan gazlar.

Ishchi kamerasi – tutun gazi ish bajaradigan kamera.

Koks – ko'mirni havosiz qizdirib olinadigan yoqilg'i turi.

Koksni so'ndirish – tayyor koksni inert gazlar yordamida sovitish.

Konveksiya – suyuqlik va gazlarning haroratlar farqi tufayli fazoda ko'chishi.

Konverter gazi – konverter pechlarida chala yongan yoqilg'ining oltingugurtga boy yonuvchan gazi.

Kondensasiya – suyuqlanish.

Metallurgiya – sanoat soxasi.

Mufel pechi – laboratoriya sharoitida yuqori harorat hosil qilishga ko'maklashuvchi moslama.

Neft qurumi – tabiiy gazni avval qizdirib keyin sovitish va filtrlash orqali olinadigan xom ashyo.

Olovli jarayonlar – yoqilg'i yonishi bilan bog'liq bo'lgan barcha jarayonlar.

Pechning unumdorligi – bir soat davomidagi qurilmaning maxsulot ishlab chiqarishi.

Proporsionallik – muhitda mavjud moddalarning miqdorini yoki haroratini bir – biriga tenglashuvi.

Po'lat – metall.

Radiasiya – nurlanish.

Regenerator – qayta tiklovchi.

Regenerasiya – qayta tiklash yoki oldingi holatga yaqinlashtirish.

Suv – issiqlik iste'molida asosiy issiqlik tashuvchi muhit vazifasini bajaradi.

Texnologik jarayon – qora va rangli metallurgiyada, neft-gaz sanoatida va sanoatning boshqa soxalarida texnologik maxsulot ishlab chiqarish uchun olib boriladigan jarayon.

Toshqol – yoqilg'ining qattiq kul qoldig'i.

Tutun gazi – turli sanoat qurilmalarida texnologik jarayon bajarilishi uchun yoqilgan yoqilg'ining chiqish gazi.

O'txona – yoqilg'ini yonish jarayoni amalga oshiriladigan o'choq qismi.

Havo qizdirgichi – chiqish (tutun) gazlari yordamida texnologik jarayon uchun zarur havoni qizdirish qurilmasi.

SHaxtali va yallig' pechlar – rangli metallurgiyada ishlatiladigan pechlar

Ekonomayzer – chiqish gazlari issiqligidan ikkilamchi maqsadda foydalanish moslamasi.

Endotermik – ekzotermik reaksiyalar – issiqlikning ajralishi va yutilishi bilan sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar.

Energetika – sanoatning aloxida tarmog'i sanaladi, energiya turlarini ishlab chiqarilishi, taqsimlanishi va boshqalarga asoslangan korxonalar majmuasi.

Energiya – (yunoncha energeia – harakat, faoliyat) – harakat va turli xil materiyaning o'zaro ta'sirining umumiy miqdoriy o'lchami. Energiyaning quyidagi ko'rinishlari mavjud: mexanik, ichki, gravitatsion, elektromagnit, yadro va b.

Eritish – metallurgiyada rudadan metallni ajratib olish, metall xom-ashyosidan tayyor maxsulot ishlab chiqarish uchun termik ishlov berish usuli

Etilen – neft-gaz sanoatida gaz tarkibidan neft qurumini olib unga ishlov berish usuli bilan ajratib olinadigan maxsulot turi.

Ma'ruzalarni tayyorlashda foydalanilgan
adabiyotlar ruyxati

1. A.U. Alimbaev. Sanoatdagi ikkilamchi energiya manbalari. Toshkent, ToshDTU, 1996 yil, 73 bet.
2. Н.А. Семенов, Л.И. Куперман и др. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологическое комбинирование в промышленности. Киев.: Вища школа. 1979, 296 стр.
3. В.В. Харитонов, В.А. Голубев и др. Вторичные теплоэнергоресурсы и охрана окружающей среды. Минск: Высшэйшая школа: 1988. 172 стр.
4. А.У. Алимбаев. Вторичные энергетические ресурсы в промышленности. Ташкент. ТашГТУ. 1996. 80 стр.
5. Ruscha–o'zbekcha politexnika lug'ati. (elektrotexnika va energetika). Toshkent. 1990 yil. 150 bet.
6. Energetikaga oid atamalar va ularning izoxlari. Tom 2. /A.U.Alimbaev, A.A. Badalov, S.I. Yoqubov va boshqalar./ Toshkent. ToshDTU. 1998 yil. 139 bet.
7. Что такая энергетика? (<http://humanearth.hoha.ru/htmls/energy.htm>)
8. Гидроэнергия. (<http://humanearth.hoha.ru/htmls/gidro.htm>)
9. Энергия воли. (<http://humanearth.hoha.ru/htmls/voln.htm>)
10. Солнечное отопление. ([http://menah.narod.ru/pages/solar heat.htm](http://menah.narod.ru/pages/solar_heat.htm))

MUNDARIJA

T/r	Ma'ruzalar nomi	Bet
1	So'zboshi	
2	1-ma'ruza. Kirish. Ishlab chiqarish jarayonlarining asosiy energetik ko'rsatkichlari. 1.1. Kirish 1.2. Ishlab chiqarish jarayonlarining tasnifi. 1.3. Olovli texnik jarayonlarning foydali ish koeffitsiyenti. 1.4. Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanishning asosiy yo'nalishlari.	
3	2-ma'ruza. Sanoatdagi ikkilamchi energetik manbalar. 2.1. Issiqlikdan foydalanuvchi sanoat soxalari. 2.2. Qora metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari. 2.3. Koks ishlab chiqarish. 2.4. Domnada cho'yan eritish.	
4	3-ma'ruza. Po'lat ishlab chiqarish va mashinasozlikdagi ikkilamchi energiya manbalari 1.1. Po'lat eritishda hosil bo'ladigan ikkilamchi energiya manbalari. 1.2. Metall quymalarni chig'irlab yoyish uchun qizdirish. 1.3. Po'latni konverter pechlarida qizdirish. 1.4. Mashinasozlikdagi ikkilamchi energiya manbalari.	
5	4-ma'ruza. Rangli metallurgiya, neft-gaz sanoati va boshqa haroratli jarayonlardagi ikkilamchi energiya manbalar 1.1. Rangli metallurgiyadagi ikkilamchi energiya manbalari. 1.2. Neftni qayta ishlashdagi ikkilamchi energiya manbalari. 1.3. Tabiiy gazni qayta ishlash. 1.4. Sulfat kislotasini ishlab chiqarish. 1.5. Qurilish materiallarini ishlab chiqarish.	
6	5-ma'ruza. Texnologik gazlarning issiqligidan foydalanish. 5.1. Ishlab chiqarish jarayonlaridan chiqib ketuvchi gazlarning issiqligidan foydalanish. 5.2. SHixta gazlarining chiqishi. 5.3. Chiqish gazlaridagi turli aralashmalar. 5.4. Chiqish gazlarining asosiy xossalari.	

7	6–ma‘ruza. Texnologik gazlar issiqligidan foydalanish nazariyasining asosiy masalalari 6.1.Issiqlikdan foydalanish chegaralari. 6.2.Regenerativ issiqlikdan foydalanish sharoitlari. 6.3.Chiqish gazlari issiqligidan foydalanishning samaradorlik chegaralari. 6.4.Chiquvchi gazlar haroratini pasaytirishga qarshi shart sharoitlar.	
8	7 – ma‘ruza. Regenerator va rekuperatorlar. 7.1.Umumiy tushunchalar 7.2.G’ishtli regeneratorlar. 7.3.G’ishtli regeneratorlarning issiqlik balansi. 7.4.Sopol (keramik) rekuperatorlar.	
9	8–ma‘ruza. Metall rekuperatorlar va ularning ishonchli ishlash shartlari. 8.1.Metall rekuperatorlarning ishonchli ishlash shartlari. 8.2.Metall rekuperatorlarda issiqlik qabul qilinishning notekisligi. 8.3.Parallel ulangan elementlar orasida proporsionallik. 8.4.Metall rekuperatorlarning xususiyatlari.	
10	9–ma‘ruza. Cho‘yan rekuperatorlar. 9.1.Cho‘yan rekuperatorlarning xossalari. 9.2.Nurlanishli (radiasion) rekuperatorlar. 9.3.Nurlanishli quvurli rekuperatorlar. 9.4.Nurlanish balansi va koeffisiyenti.	
11	10–ma‘ruza. Texnologik gazlar issiqligidan energetik maqsadlarda foydalanish. 10.1.Chiqib ketuvchi gazlardan energetik maqsadlarda foydalanish. 10.2.Issiq suv va suv bug‘i issiqlik tashuvchi muhitlar sifatida 10.3.Ikki pog‘onada bug‘lanadigan suv isitish qurilmasi 10.4.Ko‘p pog‘onali isitishda bug‘ va issiq suvning bosim ko‘rsatkichlari.	
12	11–ma‘ruza. Chiqish gazlaridan bug‘ yoki havo turbinali sikllarda foydalanish. 11.1.Chiqish gazlaridan energetik maqsadlarda foydalanish qurilmalari. 11.2.Samaradorlik koeffisiyentini belgilash. 11.3.Issiqlikning yo‘qotilishi. 11.4.Chiqish gazlarida ishlaydigan bug‘ qozonlarining parametrlari.	

13	12–ma‘ruza. Chiqish gazlarida ishlaydigan bug’ qozonlarining tasnifi. 12.1.Haroratga ko’ra qozonlarni tasniflash. 12.2.Past haroratli sanoat gazlarida ishlaydigan qozonlar. 12.3.Yuqori haroratli sanoat gazlaridan foydalanish. 12.4.Yuqori haroratli pechlar va ularga ulangan qozonlar.	
14	13–ma‘ruza. Metallurgiya pechlarini bug’lanishli sovitish. 13.1.Yuqori haroratli ishchi kameralarini majburiy sovutish. 13.2.Turli pechlardan majburiy sovutish paytida olinadigan issiqlik miqdori. 13.3.Texnologik qurilmalarni majburiy sovutish sxemalari.	
15	14–ma‘ruza. Bug’lanishli sovitish tavsiflari. 14.1.Past bosimli va bug’lanishli sovutishning texnik– iqtisodiy tavsifi. 14.2.Marten pechining past bosimli va bug’lanishli sovutish sxemasi. 14.3.Yuqori bosimli bug’lanishli sovutish. 14.4.Issiqlik berish sharoitining o’zgarishi.	
16	15–ma‘ruza. Texnologik maxsulotning fizik issiqligidan foydalanish. 15.1.Qizigan maxsulot issiqligidan foydalanishning yo’nalishlari. 15.2.Maxsulotning issiqligidan energetik maqsadlarda foydalanish. 15.3. Koksni quruq so’ndirishning avzalliklari. 15.4. Koksni quruq so’ndirishning salbiy tomonlari.	
17	16–ma‘ruza. Energiyadan to’la foydalanish tizimlari. 16.1.Issiqlik energetikasi rivojlanishining yo’nalishlari. 16.2.Ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish muammosining rivoji. 16.3.Energiyadan foydalanish bo’yicha texnologik jarayonlarni birlashtirish. 16.4. Ikkilamchi energiya manbalari xususida xulosalar.	
18	Atamalar lug’ati	
	Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati	